



# Så kan **stålindustrins utsläpp** av växthusgaser minska

– Sverige kan lära av Japan och Kina

**Att minska växthusgasutsläppen** från basindustrin är en stor energi- och miljöpolitisk utmaning för Sverige. Den här omvärldsanalysen tittar närmare på nationella strategier för att göra just detta i sju olika länder, med syfte att identifiera åtgärder och arbetssätt som kan appliceras på Sverige.

Dnr: 2015/217

Myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser  
Studentplan 3, 831 40 Östersund  
Telefon: 010 447 44 00  
Fax: 010 447 44 01  
E-post: [info@tillvaxtanalys.se](mailto:info@tillvaxtanalys.se)  
[www.tillvaxtanalys.se](http://www.tillvaxtanalys.se)

För ytterligare information kontakta: Tobias Persson  
Telefon: 010 447 44 77  
E-post: [tobias.persson@tillvaxtanalys.se](mailto:tobias.persson@tillvaxtanalys.se)

## Förord

Att minska växthusgasutsläppen från basindustrin är en stor energi- och miljöpolitisk utmaning för Sverige. Det är en viktig uppgift inom Energimyndighetens FoI-verksamhet och en central fråga i Miljömålsberedningens arbete med att ta fram ett klimatpolitiskt ramverk.

Den här rapporten är en omvärldsanalys av nationella strategier för att minska utsläppen av växthusgaser från basindustrin i USA, Kanada, Japan Kina, Indien och ett par EU-medlemsländer. Rapporten är en del av Tillväxtanalys löpande omvärldsbevakning.

Tobias Persson har varit projektledare för studien och har skrivit denna rapport. De olika underlagen har tagits fram av Tillväxtanalys utsända analytiker vid respektive utlandskontor: Ola Göransson (USA), Erik Corsman (Kanada) Andreas Muranyi Scheutz (Indien), Linda Westman och Micael Hagman (Kina), Johanna Eklund och Amanda Ahl (Japan) och Mats Engström (Europa).

Stockholm, januari 2016

Enrico Deiacco  
Avdelningschef, Innovation och globala mötesplatser  
Tillväxtanalys



## Innehåll

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>7</b>
<b>Summary .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Basindustrin – en samhällsutmaning.....</b>	<b>11</b>
1.1 Koldioxidutsläppen behöver hanteras .....	12
1.2 Sektor med lite incitament för omställning.....	13
<b>2 Mål och styrmedel för energiintensiva industrin .....</b>	<b>14</b>
2.1 Kina – energimål och minimumkrav .....	14
2.2 Japan – staten interagerar med företagen .....	16
2.3 USA – utvecklingen går genom domstol .....	16
2.4 Kanada – brist på federal reglering .....	18
2.5 EU – generella styrmedel och Fol-stöd .....	18
2.5.1 Tyskland – energiintensiva industrin ingår inte i Energiewende.....	19
2.5.2 Storbritannien – strategi som går bortom EU-kraven .....	19
2.6 Indien – en fråga för vita certifikat .....	20
<b>3 Initiativ för att minska stålindustrins utsläpp av växthusgaser .....</b>	<b>21</b>
3.1 Stålindustrin – utmaningar och lösningar .....	21
3.2 Stålproduktion .....	21
3.3 Fol-initiativ – hur satsar länderna? .....	24
3.3.1 Kina – universiteten samarbetar med företagen .....	24
3.3.2 Japan – COURSE 50.....	24
3.3.3 USA – stöd till hela innovationskedjan .....	25
3.3.4 Kanada – forskningsfinansiering från provinser och federalt.....	25
3.3.5 Europa – ULCOS och NER300.....	26
3.3.6 Indien – nytt initiativ för att stärka Fol inom stålsektorn.....	27
3.4 Fol-initiativ – vilka lösningar satsar man på?.....	27
3.4.1 Elektrifiering och vätgas .....	27
3.4.2 Koldioxidavskiljning och lagring .....	27
3.5 Nya material .....	31
<b>4 Vad kan Sverige lära? .....</b>	<b>32</b>
4.1 Sverige saknar utvecklad strategi.....	32
4.2 Viktiga delar i en strategi för att minska stålindustrins utsläpp av växthusgaser .....	33



## Sammanfattning

I Sverige finns det inte någon tydlig nationell strategi för hur basindustrin ska kunna bli klimatneutral till 2050 trots att detta troligen kommer att behövas för att nå tvågradersmålet. Detta är inte unikt för Sverige. Inget av de länder som ingår i rapporten har en sådan strategi med resurser för att utveckla ny teknik, styrmedel som skapar efterfrågan på denna teknik och en tidsplan med tidsatta mål för omställningen. De flesta länderna har dock en mer utvecklad strategi än Sverige.

### *Japan, Kina och Storbritannien har mer utvecklade strategier*

Japan, Kina och Storbritannien har strategier för den energiintensiva industrin som innehåller både satsningar på ny teknik och riktade styrmedel som skapar efterfrågan på den nya tekniken. Det finns således en genomtänkt policymix för hela innovationsprocessen. Ambitionsnivån når dock inte upp till de rådande nationella ambitionerna inom klimatpolitiken.

### *Sverige, USA, Kanada, Tyskland och Indien – fokus på teknikutveckling*

Flera länder har en strategi som bara innefattar resurser för att utveckla ny teknik. Länder med stora fossila resurser såsom USA och Kanada har en strategi där koldioxidavskiljning och -lagring (CCS) är en central del för att minska basindustrins koldioxidutsläpp. I jämförelse med andra sektorer är det dock en relativt liten andel av företagets omsättning som går till forskning och innovation.

### *Sverige satsar på att stödja företagets innovationsbehov*

De resurser som kommer från svenska staten går framför allt till att stödja de innovationsbehov som industrin identifierat. Resurserna bidrar främst till att minska utsläppen av växthusgaser från basindustrin, men de påverkar inte det stora långsiktiga behovet av att skapa en klimatneutral industri. För att möta det behovet behövs betydligt större resurser, bland annat för att etablera nya demonstrationsanläggningar i Sverige eller utomlands.

### *En långsiktig strategi behövs om Sverige vill vara ett klimatföredöme och ha en stålindustri år 2050*

För att Sverige ska kunna vara ett föredöme inom klimatpolitiken behövs en strategi för hur utsläppen från stålindustrin ska hanteras. Staten behöver skapa detta ramverk eftersom industrin agerar på internationella och regionala marknader och är kapitalintensiv, och för att återinvesteringen i processtekniken sker vart tjugonde till vart fjortonde år. Ramverket behöver bestå av en policymix som driver både teknikutvecklingen och efterfrågan på den nya tekniken.

I en långsiktig strategi är det viktigt att avgöra hur man ska stödja innovation som kan reducera utsläppen. Ny processteknik behöver testas i stor skala som ett större demonstrationsprojekt, åtminstone före år 2030. Frågan är också om en sådan demonstrationsanläggning ska etableras i Sverige eller om staten ska ha ett internationellt samarbete och stödja en anläggning i ett annat land. Om man väljer en anläggning utomlands måste dock svenska stålproducenter kunna vara med och bestämma utformningen för att få relevanta lärdomar av projektet.

En svensk strategi behöver också väga olika alternativ för att minska utsläppen mot varandra, och det är viktigt att branschen och staten når samförstånd i denna avvägning. Näringslivet är bäst lämpat för de tekniska valen men staten måste ta ställning till om till exempel CCS-tekniken ska användas i Sverige eller inte. Energimyndighetens uppdrag är att bidra till omställningen av energisystemet och finansierar endast FoU-projekt som har en tydlig relevans för omställningen av energisystemet, vilket exkluderar vissa CCS-projekt. Om Sverige väljer att låta CCS vara en del av lösningen bör Energimyndigheten också tillåtas att finansiera alla typer av CCS-projekt, även sådana som endast har en klimatrelevans.

Med en strategi som bygger på CCS till basindustrin är det viktigt att avgöra hur man ska öka efterfrågan på denna teknik. CCS är en renodlad klimatåtgärd, vilket innebär att det är EU:s handelssystem som ska göra tekniken lönsam. Det är emellertid högst osäkert att priset på utsläppsrätter kommer att vara tillräckligt högt för att motivera investeringar i CCS när basindustrin står inför stora återinvesteringar. Därför finns många tveksamheter kring en CCS-strategi även om det skulle visa sig att metoden är det billigaste sättet att minska utsläppen.

Utsläppen av växthusgaser kan också minskas kraftigt om reduktion med koks i masugnar ersätts med reduktion med vätgas i direktreduktionsanläggningar. Stålindustrin i Sverige tenderar idag främst vara inriktad mot en teknisk lösning som bygger på vätgas framställt från el. En sådan inriktning skulle därför behöva beaktas i utformandet av det svenska elsystemet.

#### *En strategi som bygger på vätgas och el har lägre marknadsrisk*

En strategi för att minska utsläppen från stålindustrin som utgår från reduktion med vätgas framställt från el har i EU en lägre marknadsrisk än en strategi som bygger på CSS. Skälet till detta är att en vätgasstrategi kan motiveras energipolitiskt och att nationella styrmedel kan stimulera efterfrågan.

Sammantaget verkar en vätgasstrategi för att kraftigt minska utsläppen av växthusgaser vara den som är mest sannolik att vara framgångsrik för Sverige.

De länder som har en tydligare vision för stålindustrin har också ett utvecklat samarbete mellan företag, universitet och regering. Dessutom är regeringarna tydliga med att de vill behålla sin industri samtidigt som de kommer att behöva ställa allt hårdare miljökrav. I de mer utvecklade strategierna gör man detta till en gemensam utmaning.



## Summary

Sweden does not have a clear national strategy for how emissions from basic industry can become climate-neutral by 2050 even though this is probably a requirement in order to reach the two degree goal. This is not something that is unique for Sweden – no country included in this analysis has such a strategy with resources for the development of new technology and policy instruments that create a demand for such technology, including a timeline with set times for the meeting of climate adaptation goals. However, most countries have a more developed strategy than Sweden does.

### *Japan, China and the UK have better developed strategies*

Japan, China and the UK have strategies for energy-intensive industries that include both supporting investments in new technology and targeted policy instruments that generate a demand for such new technology. There is therefore a well thought out policy mix for the entire innovation process. However, the level of ambition cannot be seen as being in line with existing national ambitions for climate policy.

### *Sweden, USA, Canada, Germany and India – focus on technology development*

Several countries have a strategy that only consists of resources for the development of new technology. Countries with large fossil resources, such as the USA and Canada, have a strategy where the development of carbon dioxide capture and storage is seen as being a central part of reducing the carbon dioxide emissions of basic industry. However, compared with other sectors, only a relatively small proportion of the businesses' turnover goes to research and innovation.

### *Sweden is focusing on supporting companies' innovation needs*

The resources provided by the Swedish government go primarily to supporting the innovation needs that basic industry has identified. Even though this aid usually helps to reduce the emission of greenhouse gases from basic industry, it tends not to have a transformational effect and stimulate the major changes that are needed in the long term in order to create a climate-neutral industry. Substantially more resources will be required to meet that need, for instance, in order to set up new demonstration plants.

### *A long-term strategy is needed if Sweden is to serve as a good example of climate policy and have steel industries in 2050*

If Sweden is to be credible and serve as a good example regarding the development of climate policy, a strategy for emissions management is needed. This framework must be established by the government since steel industry plays on international and regional markets, it is capital-intensive and re-investment is done roughly every forty years. The framework must consist of a policy mix that both stimulates the development of new technology and the demand for such technology.

One specific issue in a long-term strategy is how to support innovation that can reduce emissions. New process technology needs to be tested on a large scale through, for instance, a large demonstration project, at least before 2030. One matter to consider is whether this demonstration plant should be set up in Sweden or whether international cooperation is required to support a plant in another country. A facility abroad would

however mean that Swedish steel manufacturers would need to be involved in the design of the project in order to learn relevant lessons from it.

A Swedish strategy also needs to consider and weigh different alternatives for how to reduce emissions. The point of departure for such a strategy is to reach consensus in that weighing. The business sector is best suited to make technical choices but at the same time, the government must decide, for example, if CCS technology is to be used in Sweden. If Sweden chooses CCS as part of its solution, the Swedish Energy Agency should also be permitted to finance it even though CCS is not of relevance to energy, only to climate.

One risk of having a strategy that is based on CCS for steel industry is how demands for this technology are to be stimulated. CCS is a pure climate intervention which means it is the EU's trading system that is to make it profitable. However, it is highly uncertain that the price of emission rights will be sufficiently high to justify investments in CCS when basic industry is preparing to make major re-investments. This means a CCS strategy is questionable even in a situation where it would appear that this is the cheapest way of reducing emissions. However, a strategy that is based on hydrogen or electrification can be justified by reasons other than simply reducing greenhouse gas emissions. This means a demand for this technology can be generated through policy instruments that give businesses a low market risk.

One important lesson learnt from the countries that have a clearer vision for their steel industry is that in those countries there is well-developed cooperation between companies, universities and the government. The governments in those countries state clearly that they want to retain their industry at the same time as they will have to impose increasingly ambitious environmental standards. Making this a joint challenge seems to be a central part of such more developed strategies.

## 1 Basindustrin – en samhällsutmaning

Utvinning och förädling av råvaror till basmaterial utgör den mest energi- och koldioxid-intensiva delen av industrins värdekedjor (se Box 1). Kalksten förädlas till cement, järnmalm förädlas till stål och organiska material till plast, papper och kemikalier. Industrier som är verksamma inom detta område brukar generellt vara energiintensiva. Länder med mycket naturresurser som utvinns och förädlas i energiintensiva industrier har således en stor energianvändning i industrisektorn i jämförelse med andra länder.

Basmaterial är nödvändigt för att producera teknik som behövs i omställningen till ett ekologiskt hållbart samhälle. Även en cirkulär ekonomi omsätter stora mängder basmaterial, dock med skillnaden att återvunna material står för en större andel av det tillförda basmaterialet.

Industrin som producerar basmaterial kännetecknas av stora kapitalintensiva anläggningar som körs i kontinuerliga processer. Tiden mellan omfattande återinvesteringar i grundprocesserna är ofta 20–40 år eller längre. För att utveckla ett ekologiskt samhälle måste dessa återinvesteringar i framtiden leda till att utsläppen av växthusgaser blir nära noll.

Basmaterialindustrin ger upphov till utsläpp av växthusgaser vid förbränning för energiändamål och i kemiska processer. De kemiska processerna är till exempel kalcinering av kalksten till klinker och reduktion av järnoxid till järn. För att minska dessa utsläpp behövs avskiljning och lagring av koldioxid (CCS), nya grundprocesser, byte av råvara eller minskad efterfrågan genom substituering till mer miljövänliga basmaterial och material-effektivisering. Dessa teknikskiften är unika för de olika basmaterialen, vilket innebär att det inte finns en lösning utan flera.

### Box 1

Industriell produktion börjar i många fall med utvinning av jungfruliga råvaror såsom järnmalm, kalksten, olja och biomassa (Figur 1). Dessa råvaror förädlas till basmaterial såsom stål, bensin och pappersmassa eller till baskemikalier såsom eten och propen. I en cirkulär ekonomi produceras basmaterial och baskemikalier också från återvinning. Genom tillverkning av komponenter och sammansättning av dessa skapas konsumentprodukter som distribueras och säljs.



## 1.1 Koldioxidutsläppen behöver hanteras

Målet är att Sverige ska ställa om till ett ekologiskt hållbart energisystem som är klimatneutralt till år 2050.<sup>1</sup> I den omställningen kommer transportsektorn och företag som tillverkar basmaterial och använder fossila bränslen i sina processer innebära störst utmaningar.

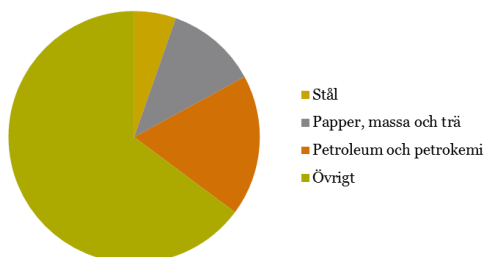
Industrisektorn stod för den största andelen (nästan 40 procent) av Sveriges energianvändning och utsläpp av växthusgaser år 2013. Industrins energitgifter utgjorde dock mindre än 20 procent av de totala svenska energitgifterna. Orsaken till detta är framför allt att delar av industrin har skattenedsättning, använder egenproducerade bibränslen, är undantagna kvotplikt i elcertifikatsystemet och har gratis tilldelning av utsläppsrätter i EU:s handelssystem. Det är 50 företag i Sverige som har alla undantag och har gratis tilldelning, och de står för drygt hälften av industrisektorns energianvändning.<sup>2</sup> De 50 företagen är framför allt skogs-, stål-, gruv-, petrokemi- och cementindustrier. Totalt finns det över 5 000 företag i industrisektorn i Sverige.

I jämförelse med övrig tillverkningsindustri lägger företag som håller på med basmaterial lite pengar på forskning och innovation (FoU) i Sverige (Figur 1) Av stålindustrins förädlingsvärde går under 1 procent till finansiering av forskning och utveckling hos externa stödmottagare. Sett till hela tillverkningsindustrin var andelen över 6 procent år 2012. Detta innebär att det finns specifika utmaningar för att skapa omställning inom basindustrin.

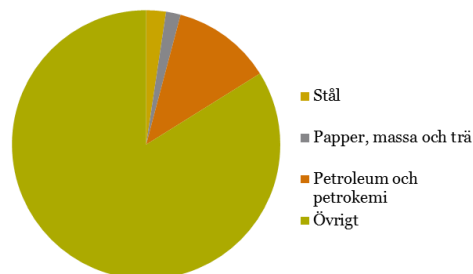
Figur 1 Tillverkningsindustrins förädlingsvärde, pengar till FoU inom den egna verksamheten och FoU-pengar till externa bidragstagare under år 2012.

Källa: SCB

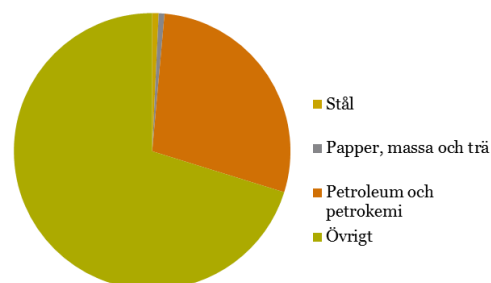
### Förädlingsvärde 464 miljarder kr



### Egen FoU 65 miljarder kr



### Utlagd FoU 29 miljarder kr



<sup>1</sup> Naturvårdsverket och Energimyndigheten (2014) Underlag till kontrollstation 2015 – Analys av möjligheterna att nå de av riksdagen beslutade klimat- och energipolitiska målen till år 2020. ER 2014:19

<sup>2</sup> Energimyndigheten (2014) Effekter av energi- och klimatpolitiken för elintensiv industri. ER 2014:18.

## **1.2 Sektor med lite incitament för omställning**

Sammantaget har den energiintensiva industrin i Sverige lite incitament för innovation och omställning i jämförelse med övriga sektorer. Det finns lite resurser för att ta fram ny teknik och det saknas styrmedel<sup>3</sup> som skapar efterfrågan på ny omdanande teknik.

Syftet med denna rapport är att belysa hur andra länder med denna typ av industri har tagit sig an utmaningen med att göra basmaterialindustrin klimatneutral – vilka mål som finns, vilka styrmedel som används och hur forskning och innovation förväntas bidra. Ett speciellt fokus har lagts på stålindustrin och dess utmaningar. De länder som är inkluderade i rapporten är Japan, Kina, Indien, Tyskland, Storbritannien, USA och Kanada. För respektive land finns det en mer uttömmande underlagsrapport.

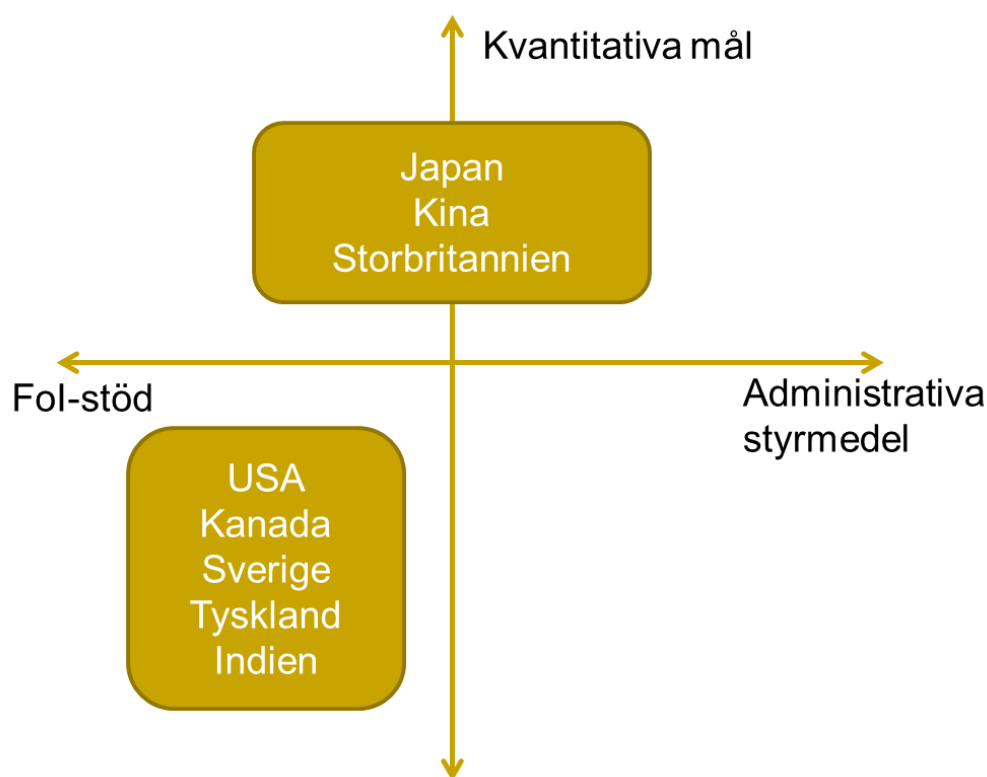
---

<sup>3</sup> En generell efterfrågan kan skapas genom skatter eller en kostnad för utsläpp av växthusgaser. En specifik efterfrågan kan skapas genom tekniskspecifika styrmedel såsom minimikrav riktade mot en teknik.

## 2 Mål och styrmedel för energiintensiva industrin

Tre av länderna som ingår i denna studie har en tradition med tydliga mål för utsläppen av koldioxid från basindustrin, eller något jämförbart (Figur 2). Det gäller Kina, Japan och Storbritannien. Dessa tre länder är också de som har styrmedel i form av minimumkrav. Genom att kombinera detta med stöd till FoI skapas en policymix där utveckling av ny teknik stimuleras samtidigt som minimumkraven skapar en tydlig efterfrågan på ny teknik. Övriga länder, bland annat Sverige, har en strategi som framför allt bygger på ett FoI-stöd.

Figur 2 Länderna som ingår i denna analys och hur de fördelar sig mellan utformning av mål för basindustrin och form av styrmedel. Med administrativa styrmedel menas här t.ex. minimikrav och standarder.



### 2.1 Kina – energimål och minimumkrav

Kinas övergripande målsättning bestäms i de nationella femårsplanerna. Kinas medel- och långsiktiga plan för energibesparing innehåller målsättningar för energieffektivisering inom olika tillverkningsindustrier fram till år 2020. Stålindustrin har som mål att effektivisera produktionen med 9 procent. Detta kan jämföras med förbättringen i energi-effektivitet som var 13 procent mellan 2005 och 2010. Den trettonde femårsplanen (2016–20) förväntas innehålla nya riktlinjer för energieffektivisering inom basindustrin. Planen kommer att antas vid folkkongressen i mars 2016.

Kina har även mål för utsläppen av växthusgaser från stål- och cementindustrin till år 2020 som antogs år 2014 i regeringens klimatplan. Produktionen av stål och cement ska öka men utsläppen ska vara kvar på samma nivå som år 2015.

Ett viktigt styrmedel i Kina är lagen om energiprestanda som antogs år 1997 och reviderades år 2007. Denna lag specificerar minimumstandarder för energieffektiviteten inom olika industrier. Verksamheter som inte klarar kraven straffas med ekonomiskt vite eller stängs ned. Andra lagar som påverkar den energiintensiva industrin är miljölagen som trädde i kraft år 2015, lagen om ren tillverkning från år 2003 och lagen om industriell återvinning av råvaror från år 2009. En del av miljölagen som ännu inte är implementerad gäller en skatt på utsläpp.

Implementeringen och måluppfyllelsen i femårsplanerna bygger på det politiska utvärderingssystemet för tjänstemän. I systemet poängsätts tjänstemän enligt sin prestation i olika områden, och sedan den elfte femårsplanen har energieffektivitet och utsläpp varit bindande målsättningar i utvärderingen. Tjänstemän som inte når målsättningar straffas, ofta genom någon form av negativ påverkan på den politiska karriären.

Kina har också infört stödprogram för att stimulera effektiviseringen av basindustrins energianvändning. Två effektiva program har varit Top 1 000 Enterprises Program som antogs under den elfte femårsplanen och efterföljaren Top 10 000 Enterprises Program. Målsättningen har varit att höja energieffektiviteten hos de 1 000 respektive 10 000 företagen med störst energianvändning. Programmen har innehållit obligatoriska energirevisioner och energiledningssystem hos företagen. Obligatoriska utbildningar har också förekommit för att kunna införa nya redovisningssystem, energibesparingsplaner, benchmarkingsystem och rapporteringssystem.

De senaste åren har staten även använt sig av forskningsstöd för att främja utvecklingen av energisparande teknologi<sup>4</sup> samt CCS. De statliga medlen för grundläggande forskning har ökat och staten har erbjudit skattelättnader för företag med forskningsverksamhet inom strategiska sektorer. Forskningsstöd för forskning och utveckling (FoU) inom energibesparing och miljöteknologi delas ut av Nationella utvecklings- och reformkommissionen (NDRC), Departementet för industri och informationsteknologi (MIIT) och Departementet för vetenskap och teknologi (MOST). Stöden betalas ut för specifika projekt och alla typer av organisationer kan ansöka: företag, universitet och andra forskningsenheter.

Den kinesiska staten har kritiserats för att indirekt ha subventionerat tillverkningsindustrin, bland annat genom att hålla basindustrins energipriser på en låg nivå.<sup>5</sup> Staten har även finansierat mängder med infrastrukturprojekt av olika slag, vilket har hållit uppe konsumtionen av stål och cement. Den här formen av stöd har reducerats under de senaste åren, främst genom att de statliga satsningarna som initierades i samband med finanskrisen upphörde år 2013. Efterfrågan på stål sjönk dramatiskt när stöden drogs in, vilket tydliggjordes i samband med Tillväxtanalys intervju med SSAB. År 2012 levererade SSAB cirka 50 000 ton stål till sina fem största kinesiska klienter, jämfört med drygt 1 000 ton år 2015.<sup>6</sup> Det har även funnits stålföretag i Kina som tillverkat falska kopior av SSAB:s stål, ibland även med förfalskade certifikat. Dessa kopior tenderar dock att ha lägre kvalitet.

<sup>4</sup> För tillfället reformeras den kinesiska forskningsfinansieringen. Tillväxtanalys beskriver det närmare i rapporten "Den strategiska forskningens frontlinjer – en omvärldsanalys av internationella finansieringsinriktning och stödinstrument", rapport 2015:09.

<sup>5</sup> E.g. Haley, U. & Haley, T. (2008), Harvard Business Review, "Subsidies and the China Price"; Haley, U. & Haley, T. (2014), Subsidies to Chinese Industry: State Capitalism Business Strategy and Trade Policy

<sup>6</sup> Muntligt med Magnus Hasselgren, SSAB, Shanghai 2015-10-14.

## 2.2 Japan – staten interagerar med företagen

I Japan finns ett mål om att halvera landets koldioxidutsläpp till 2050 jämfört med år 2008. En viktig del för att hantera basindustrins utsläpp finns i Cool Earth: Energy Innovation Technology Plan framtagen av regeringen år 2008. I planen identifieras 21 teknologier som ska utgöra huvudfokus för att minska klimatpåverkan, och målet är att kommersialisera dessa teknologier till år 2030. COURSE 50 är den del i denna plan som behandlar stålindustrin (se vidare i kapitel 3.3.2).

Regeringen och basindustrin i Japan brukar av tradition samarbeta kring strategier för att utveckla miljövänliga teknologier. Efterfrågan på innovation kommer både från regeringen och från privata företag såsom Toyota Motors som ställer krav på producenterna.

En del av samarbetet mellan regeringen och industrin sker genom frivilliga program. The Kaidenren Voluntary Action Plan on the Environment (VAP) som startades år 2008 har haft betydelse för basindustrins utveckling under de senaste åren. Initiativet kom från Nippon Keidanren (ett japanskt affärsförbund), med syftet att bidra till målen inom Kyoto-protokollet. VAP inkluderar ett icke-bindande mål om att reducera koldioxidutsläppen från industrin och energisektorn till 2012, baserat på 1990-talets nivåer. Resultatet av VAP har ansetts som positivt och koldioxidutsläppen för de deltagande industrierna minskades totalt med 16,8 procent jämfört med år 1990. VAP var också effektivt för stålindustrin, som lyckades minska sina koldioxidutsläpp med 10,7 procent, baserat på genomsnittliga årliga utsläpp mellan 2008 och 2012 jämfört med utsläppsnivån år 1990. Målet var 10 procent.

I Japan finns även en Energy Conservation Law för alla segment inom tillverkningsindustrin, inklusive stålindustrin. Enligt denna måste energieffektiviteten hos produktionsanläggningar fram till år 2030 öka med minst 1 procent per år. Detta är den minimala insatsen, som också stöds av subventioner. Det finns även möjlighet för företag att få finansiellt stöd för mer ambitiösa program för energibesparing.

I Japan finns en skatt på användandet av fossila bränslen, baserad på den mängd koldioxid som släpps ut vid förbränning. Denna koldioxidskatt inrättades under skattereformen år 2012, inom planen Tax for Climate Change Mitigation. Vissa områden och industrier är dock undantagna från denna koldioxidskatt på fossila bränslen, till exempel stålindustrin. För stålindustrin och andra energiintensiva industrier anses att en ökad beskattning skulle innebära en alltför stor ekonomisk börda som skulle minska deras möjligheter i den globala konkurrensen. Den japanska stålindustrin är även en mycket viktig pelare i den japanska ekonomin, så den globala konkurrenskraften är en ständig prioritet.

## 2.3 USA – utvecklingen går genom domstol

USA:s långsiktiga klimatmål är att minska utsläppen med 83 procent till år 2050. I den breda klimatplan som Obama lanserat likställs detta mål med säkerhet, energioberoende och ekonomisk konkurrenskraft. På delstatsnivå är bilden splittrad. Kalifornien, som ofta anges vara den delstat som har mest progressiv miljölagstiftning, har nyligen skärpt sitt utsläppsmål till 40 procent fram till 2030. Detta påverkar dock inte stålindustrin i någon högre grad eftersom det inte finns något stort stålverk i delstaten.

I avsaknad av en särskild federal klimatlagstiftning är det framför allt luftskyddslagen *Clean Air Act*, CAA, som kommit att bli administrationens främsta redskap för att åstadkomma minskade utsläpp. CAA kom ursprungligen till 1970 och administreras av miljömyndigheten EPA som arbetar med olika regelverk under CAA för att åstadkomma utsläppsminskningar; flera är dock hett omstridda och föremål för domstolsprövning.



CAA:s funktion som klimatlag initierades under president Bush genom att ett antal delstater stämde EPA för att mot presidentens vilja tvinga fram klimatåtgärder. Ett domslut i USA:s högsta domstol 2007 landade i att växthusgaser kan utgöra en sådan skadlig substans som CAA ska reglera, även om de inte uttryckligen nämns i lagen eller fanns med i målbilden när den tillkom. Elsektorns utsläpp har varit ett debatterat område under de senaste åren, bland annat eftersom krav på kolkraftverk kan leda till högre elpriser för industrin. Det är dock inte bara elsektorn som står i fokus för utsläppsminskningar med stöd av CAA, utan det gäller i princip alla större punktutsläpp av växthusgaser.

För industrin var ett första steg att EPA år 2010 införde krav på att industrianläggningar ska mäta och rapportera utsläpp av växthusgaser. Före det fanns inte någon samlad bild av storleken på de stora punktutsläppen av växthusgaser i USA.<sup>7</sup>

Det har dock varit svårare införa krav på minskade industriutsläpp. För industrins del är fokus på en del av CAA som handlar om tillståndsgivning till storskalig industriell verksamhet för att minska negativ miljöpåverkan. Denna del av CAA innebär att alla anläggningar som har utsläpp till luften av vissa substanser över gränsvärden måste ansöka om tillstånd när man bygger en ny eller bygger om en befintlig anläggning. Ansökningarna om tillstånd hanteras av en lokal eller delstatlig miljömyndighet. Den beslutande myndigheten har rätt att föreskriva att anläggningen ska använda bästa tillgängliga teknik för att minimera utsläppen, så kallad BACT, Best Available Control Technology. EPA har infört regelverk som innebär att koldioxid läggs till den befintliga listan på sex ämnen som regleras. Varje tillståndsärende hanteras för sig och myndigheten fastställer vilken eller vilka teknologier som måste användas, efter en samlad bedömning av miljöeffekter, kostnader och effektivitet.

Även denna del av CAA har redan varit föremål för domstolshantering i högsta domstolen, dock utan att helt rycka undan grunden för minskade utsläpp. Domslutet innebar dock att EPA inte får reglera koldioxid ensamt – om någon av de andra skadliga substanserna är föremål för tillståndsgivning får man dock inkludera koldioxid i tillståndsärendet.

Bedömningen från myndigheter och industribedömare<sup>8</sup> är att det inte är aktuellt för EPA att gå fram med skärpta krav för utsläpp från industrin innan regelverket för elkraftsektorn har satt sig och klarat den domstolsprövningen som troligen väntar, upp till högsta domstolen. Skulle det bli ett skifte till republikansk president i nästa val är det dessutom möjligt att befintliga åtgärder och program rivs upp eller stoppas.

Den främsta åtgärden för att stärka och modernisera industrin är Obamas satsning år 2011 på Advanced Manufacturing Partnership, ett samverkansprojekt mellan offentlig sektor, akademi och företag för att hjälpa fram ny teknik och skapa jobb. Den främsta åtgärden inom denna strategi är en satsning på en rad institut för avancerad tillverkningsteknologi inom ramen för ett nationellt nätverk för innovation i tillverkningsindustrin. Hittills har sju institut etablerats. För basindustrin är det särskilt intressant med ett institut i Detroit som ska främja utvecklingen av lättviktsmaterial, inklusive höghållfast stål. Ett annat exempel är institutet med energimyndighetens (DOE:s) Oak Ridge National Laboratory som huvudman. Där arbetar man med att utveckla effektivare metoder för tillverkning av avancerade kompositmaterial som används i exempelvis bränslesnåla fordon och vindkraftverk.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> <http://www2.epa.gov/ghgreporting>

<sup>8</sup> Intervju Dallas Burtraw, Senior Fellow, RFF

<sup>9</sup> <http://manufacturing.gov/nmi.html>

DOE har flera initiativ som berör basmaterial. Ett är de så kallade ”energy innovation hubs” – centrumbildningar där laboratorier, akademi och företag samverkar för att driva på innovation och teknisk utveckling inom vissa utvalda discipliner. Ett exempel är Critical Material Institute med Ames National Lab som värd, som arbetar med kritiska jordarts-metaller och med att ta fram konkurrenskraftiga alternativ.

## 2.4 Kanada – brist på federal reglering

Basindustrin utgör en stor del av Kanadas ekonomi och bidrar till cirka 13 procent av Kanadas BNP. Under 2014 fanns 10 procent av alla arbetstillfällen i basindustrin.<sup>10</sup> Kanadas basindustri har dock stor klimatpåverkan och står årligen för en tredjedel av landets totala växthusgasutsläpp.

The Federal Sustainable Development Act antogs år 2008 med syftet att skapa en enhetlig nationell strategi för att främja hållbar utveckling i Kanada.<sup>11</sup> Trots detta finns det ännu inga konkreta regleringar av växthusgasutsläpp för basindustrierna på federal nivå. Kanada drog sig dessutom ur Kyotoprotokollet år 2012. Under den konservativa regeringen som styrde mellan 2006 och 2015 fick även Kanadas miljödepartement en minskad budget för forskning och implementering av miljöpolicy.<sup>12</sup>

Det finns i dagsläget inga federala lagar i Kanada som reglerar utsläppet av växthusgaser från industrin, utan enda kravet som ställs på provinserna är att rapportera mängden utsläpp.<sup>13</sup> I juli 2015 implementerades de första regleringarna av koldioxidutsläpp från kolkraftverk på federal nivå, med syftet att minska utsläppen från kolkraftsindustrin och modernisera Kanadas kolkraftverk.

## 2.5 EU – generella styrmedel och FoI-stöd

I EU:s rättsakter saknas mål för den energiintensiva industrins energianvändning, och det främsta styrmedlet är utsläppshandeln för växthusgaser. För att minska risken för konkurrensnackdelar mot andra delar av världen har energiintensiv industri i handels-systemet tilldelats gratis utsläppsrätter. Medlemsländerna tillåts även kompensera den energiintensiva industrin om handelssystemet innebär högre elpriser.

EU-kommissionen presenterade i februari 2015 en omfattande rapport om utsläppshandelns effekter, bland annat inom den energiintensiva industrin. I rapporten konstateras att priset på utsläppsrätter inte har varit avgörande för företagen.<sup>14</sup> Allmänna behov av att minska användningen av råvaror och energi har varit viktigare, liksom företagens generella strategi för att framstå som hållbara. Däremot har utsläppshandeln spelat en stödjande roll i många beslut, särskilt i början när priset var relativt högt.

EU-program har redan stöttat en rad projekt för att minska växthusgasutsläppen från industriprocesser, såväl mindre projekt som större satsningar, till exempel stålindustrins ULCOS-projekt (se kapitel 3.3.5). Ytterligare satsningar sker inom innovationsprogrammet Horisont 2020. Förslaget till arbetsprogram för år 2016–17 har ett särskilt avsnitt om hållbar basindustri, SPIRE, där flera relevanta områden ingår. Det gäller bland annat

<sup>10</sup> <http://actionplan.gc.ca/en/backgrounder/r2d-dr2/responsible-resource-development-and-jobs>

<sup>11</sup> <http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/F-8.6/page-1.html#h-2>

<sup>12</sup> <http://www.nytimes.com/2013/09/22/opinion/sunday/silencing-scientists.html>

<sup>13</sup> Intervju: James Lauren, Natural Resources Canada. Russ Houldin, Toronto University

<sup>14</sup> European Commission DG Clima (2015) Study on the Impacts on Low Carbon Actions and Investments of the Installations Falling Under the EU Emissions Trading System (EU ETS)

industriell teknik för att använda biomassa i processer, återanvändning av koldioxid och nya elektrokemiska metoder som minskar koldioxidutsläppen.

Dessutom har EU höga ambitioner för CCS och det är exempelvis ett av tio prioriterade områden i den strategiska planen för energiteknik (SET). Än så länge har det dock gått trögt med investeringarna. Enligt tidigare planer skulle CCS i dag användas vid minst tio kraftverk i Europa, men inget är ännu i kommersiell drift. EU har skapat möjligheter att ge ekonomiskt stöd till sådana projekt, bland annat inom sitt program för storskalig demonstration, NER300, som finansieras genom försäljningen av utsläppsrätter. NER300 omfattar ungefär 20 miljarder kronor. Andra skäl har dock hindrat investeringarna, och många av de möjliga projekten har dragits tillbaka eller fallit på bristen av annan del-finansiering.<sup>15</sup>

Hittills har CCS-projekt och förnybar energi inom industrin kunnat få stöd av NER300, men inte direkta processförbättringar som minskar växthusgasutsläppen. Den möjligheten finns i den kommande innovationsfonden som är en del av förslaget till förändringar av utsläppshandelssystemet. Totalt kan innovationsfonden omfatta uppemot 100 miljarder kronor.<sup>16</sup> Det kan dock dröja till år 2022 innan pengar kan betalas ut.

Det finns flera reformförslag inför den nya innovationsfonden, jämfört med NER300. Ett av förslagen är att stödet bör betalas ut när tekniska milstolpar har passerats, inte bara när projektet är klart, och ett annat handlar om att riskerna bör delas upp så att företagen vågar satsa mer på oprövad teknik.<sup>17</sup>

### 2.5.1 Tyskland – energiintensiva industrin ingår inte i Energiewende

Tysklands politik är inte ambitiösare än de krav som kommer från EU när det gäller den energiintensiva industrins energianvändning. Det innebär att det inte finns några mål och EU:s handelssystem anses central för omställningen.

Den tyska miljömyndigheten Umweltbundesamt (UBA) har undersökt vad som krävs för att göra landet koldioxidneutralt år 2050. De konstaterar att teknik för att minska växthusgasutsläppen från industriprocesser är nödvändigt i omställningen.<sup>18</sup>

Detta innebär att den tyska basindustrin inte är en del av Energiewende där det finns omfattande insatser för att skapa en näring inom förnybar elproduktion.

### 2.5.2 Storbritannien – strategi som går bortom EU-kraven

Brittiska regeringen vill att industrin ska minska sina utsläpp av växthusgaser med upp till 70 procent till år 2050 räknat från 2009 års nivå.<sup>19</sup> Detta är en del i arbetet med att minska Storbritanniens växthusgasutsläpp med 80 procent till år 2050. En sektorsplan för industriproduktion pekar ut tre vägar för att nå målet: ökad energi- och materialeffektivitet med bland annat bättre design av industriprocesser, ersättning av fossila bränslen med bio-bränslen och elektrifiering, samt investeringar i koldioxidlagring, CCS. Målet till år 2027 är att minska industrins utsläpp med 20–24 procent, räknat från 2009 års nivå.

<sup>15</sup> Även Drax-projektet i Storbritannien där det finns beslut om NER300-finansiering tycks nu vara osäkert: <http://www.ner300.com/?p=388>

<sup>16</sup> <http://carbon-pulse.com/briefing-eu-ets-innovation-fund-could-raise-e10-7-billion-to-clean-up-industry/>

<sup>17</sup> Institute for European Policy (2014) Decarbonisation & industrial dynamics of energy intensive sectors. Crucial parameters for effective innovation support

<sup>18</sup> Umweltbundesamt (2014) Climate Change Germany in 2050 – a greenhouse gas-neutral country

<sup>19</sup> UK Government (2011) The Carbon Plan: Delivering our Low Carbon Future

Denna omställning bygger till stor del på EU:s utsläppshandel och nationella åtgärder. Industrin kan få nedsättning av den nationella klimatavgiften Climate Change Levy genom att göra åtaganden om att minska sin klimatpåverkan i Climate Change Agreements.<sup>20</sup> Större företag måste även regelbundet göra energirevisioner, enligt The Energy Savings Opportunity.

Satsningar på innovation är en annan del av strategin och Storbritanniens engagemang för CCS nämns särskilt. Regeringen konstaterar att den första industriella CCS-anläggningen borde kunna tas i bruk år 2027, och stora forskningsinsatser har redan gjorts på detta område.<sup>21</sup>

De brittiska offentliga forskningsfinansiärerna försöker samordna sina prioriteringar genom Low Carbon Innovation Coordination Group. Ett sätt är att göra gemensamma bedömningar av innovationsbehoven, så kallade Technology Innovation Needs Assessments (TINA). Bland annat anser man att det finns mycket stora möjligheter att minska de klimatpåverkande utsläppen från industriprocesser, enligt en bedömning från år 2012.<sup>22</sup> Rapporten pekar särskilt ut alternativa processer för färskning, återanvändning av processgaser (top gas recycling) och CCS inom stålindustrin, liksom substitut för klinker vid cementframställning.

En annan rapport från Centre for Low Carbon Futures beskriver också möjligheterna att använda innovation för att minska klimatpåverkan från industriprocesser. Större politiskt fokus bör ligga på tillverkning med låg klimatpåverkan, menar författarna, och demonstrationsprojekt för bland annat CCS har stor betydelse. Rapporten lyfter också fram behovet av samarbete över sektorsgränser. Kapitalförsörjningen är en avgörande fråga, och Storbritanniens Green Investment Bank bör därför få ett särskilt uppdrag att verka för industriprocesser med minskade koldioxidutsläpp. Författarna anser att den energiintensiva industrin bör ses i ett större sammanhang där även produkternas roll i ett samhälle med låg klimatpåverkan lyfts fram.

## 2.6 Indien – en fråga för vita certifikat

En ökad energieffektivitet är ett av åtta fokusområden i Indiens politik för att minska utsläppen av växthusgaser. Basindustrin är framför allt påverkad av ett system som kallas Perform, Achieve and Trade (PAT). Det är ett marknadsbaserat system där industrier med stor energianvändning får ett beting på att minska energianvändningen som påminner om vita certifikat. Den första perioden var 2012–15, och under den tiden klarade kondenskraftverk, järn- och stålindustrin och cementindustrin 80 procent av det totala besparingskravet. En ny period förväntas starta år 2016 med mer ambitiösa krav.

Indiska regeringen och delstaterna i Indien har ett gemensamt ansvar för vissa frågor och ett delat ansvar för andra. Den energiintensiva industrins arbete med effektivisering påverkas framför allt av politik från centralregeringen. Elförsörjningen är däremot snarast en fråga för delstaterna. Detta innebär att regeringen behöver samarbeta med delstaterna för att skapa en hållbar basindustri.

<sup>20</sup> <http://www.gov.scot/Topics/Environment/climatechange/ukandeclimatechange/Levy-Agreements>

<sup>21</sup> <http://www.slideshare.net/fullscreen/UKCCSRC/an-update-on-the-uk-governments-ccs-policy-brian-allison-decc-ukccsrc-strathclyde-biannual-89-september-2015/1>

<sup>22</sup> Low Carbon Innovation Coordination Group (2012) Technology Innovation Needs Assessment (TINA) Industrial Sector Summary Report

## 3 Initiativ för att minska stålindustrins utsläpp av växthusgaser

### 3.1 Stålindustrin – utmaningar och lösningar

Ungefär 70 procent av allt stål i världen produceras från järnmalm i en masugn där kol eller koks används som reduktionsmedel. Användandet av kol när järnoxiden ska reduceras till järn gör stålindustrin koldioxidintensiv. Ett alternativ är att producera stål från järnmalm genom så kallad direkt reduktion (DRI). Totalt 7 procent av stålproduktionen tillverkas med DRI, och Indien och Iran står för drygt hälften av denna tillverkning. Resten av stålproduktionen i världen sker genom återvunnet stål som smälts med hjälp av elektricitet i en elektrostålprocess (electric arc furnace – EAF). Energibehovet vid sekundär stålproduktion, det vill säga när skrot smälts i en elektrostålprocess, är ungefär hälften så stort som när en masugn används.

För att minska utsläppen av koldioxid vid primär produktion av stål går det att ersätta kol med träkol. Detta sker i dag i Brasilien. Andra alternativ är att ersätta kol med ”ferrocoke”, biobränsle och avfall.

För att minska utsläppen radikalt diskuteras ofta några huvudalternativ:

- CCS
- elektrolys (molten oxide)
- Vätgasreduktion.

Ett helt annat alternativ för att minska utsläppen av växthusgaser är att öka material-effektiviteten. Det har uppskattats att 26 procent av allt stål förloras som processavfall, och stål används också många gånger i onödigt stor mängd vid produktion. Det finns flera studier som visar att många byggnader innehåller dubbelt så mycket stål som krävs för att möta säkerhetskraven och att stålet byts ut i förtid. Ett annat sätt att minska utsläppen av växthusgaser är att minska fordons bränsleförbrukning. För fordon är hög vikt likställt med hög bränsleförbrukning. Att minska vikten är därför centralt för att minska bränsleförbrukningen. I detta kan alternativa material såsom kolfiber vara intressant.

### 3.2 Stålproduktion

Under det senaste årtiondet har Kinas stålindustri expanderat med runt 17 procent per år.<sup>23</sup> År 2013 producerade Kina 822 miljoner ton stål, vilket motsvarade 50 procent av den globala produktionen. Två dagars produktion i Kina motsvarar således hela Sveriges årsproduktion på drygt 4 miljoner ton. Mellan år 2006 och 2013 dubblades nästan stålproduktionen i Kina medan produktionen i resten av världen låg kvar på ungefär samma nivå.

Den snabba produktionsökningen har bidragit till att Kina i dag har en överkapacitet inom stålbranschen. År 2013 nådde konsumtionen en nivå på 740 miljoner och 2030 beräknas konsumtionen ha minskat till 680 miljoner ton. År 2015 beräknas Kina samtidigt ha nått en produktionskapacitet på 1,14 miljarder ton. Bolaget Baosteel producerade cirka 22 miljoner ton stål 2014 och hade det året närmare 38 000 anställda.

<sup>23</sup> China Steel Statistics Yearbook

En del av överkapaciteten kan hanteras genom export. Under de tre första kvartalen 2015 exporterade Kina 83 miljoner ton, vilket innebär en ökning med cirka 27 procent från året innan. En del av denna export går till USA och Europa.

Kinesiska staten har under de senaste åren utövat starka påtryckningar för att lägga ned små, ineffektiva stålverk. Målsättningen är att nedläggningar och sammanslagningar ska leda till att de tio största tillverkarna ska stå för 60 procent av landets produktion år 2015 och 70 procent år 2020. Genom konsolideringen vill man också flytta mer av tillverkningen till kustregionerna för att underlätta logistiken. Ungefär 91 procent av den kinesiska stålproduktionen sker i masugnar och resterande i ljusbågsugnar. Det finns även stålverk som använder sig av direktreducerat järn (DRI). Dessa har fått stöd av staten och syftet har varit att minska utsläppen.

Den japanska stålindustrin är den näst största i världen och utgör en mycket viktig pelare för Japans ekonomi. Stålindustrins betydelse för det ekonomiska läget gör landet känsligt för den globala utvecklingen. Trots den förväntade ökningen av global efterfrågan, främst från tillväxtländer såsom Thailand, Indien och Malaysia, har produktionsöverskottet från kinesiskt stål drivit ner det globala stålpriset. Dessutom finns nya aktörer såsom Indien, Taiwan, Iran och Mexiko på marknaden, vilket sammanlagt utsätter japanska stålproducenter för allt större konkurrens.

Den ökade globala konkurrensen och ett starkare fokus på miljöaspekter gör att policyer och främjande av stålindustrin är mycket viktigt för den japanska regeringen. Den japanska stålindustrin utvecklades med stark tillväxt efter andra världskriget och är i dag världsledande inom produktionsteknik och energieffektivitet. Detta är något som landet vill dra nytta av och bygga vidare på för att hantera ökade krav på utsläppsminskningar samt för att ta tillvara möjligheter att exportera stål- och miljöteknologi och kompetens inom området.

Indien är den tredje största stålproducenten i världen och försäljningen bidrar med 2 procent av BNP. Under år 2013 och 2014 stod stålsektorn för omkring 25 procent av all elanvändning. Indien förväntas snart bli världens näst största producent av stål och under de senaste åren har produktionen ökat med 8 procent per år. Detta innebär att stålproduktionen ökar i samma takt som BNP-tillväxten. Det indiska stålet tillverkas också för inhemsk konsumtion, främst till infrastruktur, fordonsproduktion och byggnader.

Indien har några stora stålproducenter såsom Steel Authority of India Limited (SAIL), Rashtriya Ispat Nigam Limited (RINL), Tata Steel, Jindal Steel och JSW Steel. De två första är statliga bolag. Dessa stora producenter producerar framför allt primärt stål med masugnar och äger även verksamhet utomlands, framför allt Tata Steel. Detta gör att bolagen har ett innovationsfokus som inte bara drivs av indiska behov.

Sekundärt stål med ljusbågsugnar produceras i Indien främst av små producenter som har små anläggningar. Dessa företag bedriver generellt en kortsiktig verksamhet som styrs av den dagliga efterfrågan, vilket innebär att de inte har något starkt innovationsfokus.

USA:s stålindustri var under den första delen av 1900-talet världens största men har sedan 1970 krympt kraftigt under konkurrens från länder och en sjunkande per capita-användning av stål i USA. I dag är USA världens fjärde största producent och står för ungefär 5 procent av den samlade världsproduktionen. Produktionen i USA drabbades hårt av nedgången som följde finanskrisen 2008 men har under de senaste åren ökat och uppgick 2014 till cirka 90 miljoner ton, att jämföra med ett snitt på ungefär 100 miljoner ton per år före krisen. Landet exporterade samma år 12 miljoner ton och importerade 34 miljoner ton stål. Ungefär 85 procent av efterfrågan på stål kommer från byggnation och infrastruktur,

biltillverkning, verkstadsindustri och energibranschen. Stålindustrin i USA sysselsätter direkt cirka 150 000 personer och indirekt dryga miljonen. Under 2015 pressades stålproducenterna återigen av vikande efterfrågan, fallande priser på järnmalm och ökande import till följd av den starka dollarn, samt av det som enligt branschen är underprissatt stål från exempelvis Kina. Kapacitetsutnyttjandet har sjunkit till under 70 procent och flera tillverkare har varslat om uppsägningar.<sup>24</sup>

Ståltillverkningen i USA sker vid femton större stålverk med masugnar samt vid ett drygt hundratal mindre anläggningar med elektriska ljusbågsugnar (*mini mills*). Fem företag driver de stora stålverken och ett drygt femtiotal ljusbågsugnar. Till det kommer ett större antal anläggningar som förädlar stålprodukter.

En aktuell trend är en ökad användning av naturgas i ståltillverkningen. Den kraftigt ökade utvinningen av skiffergas i USA har sänkt priserna och gjort gasen mer konkurrenskraftig. Gas används till exempel i ökande omfattning för att producera så kallat direktreducerat järn, DRI. DRI används allt mer i ljusbågsugnar i stället för stålskrot, för att uppnå högre renhetsgrader för stålet. Det är viktigt för att kunna producera exempelvis högkvalitativt stål för till exempel bilindustrin. Gasen ger dessutom lägre utsläpp av koldioxid jämfört med kol och koks, vilket ses som ytterligare en fördel. Ökad användning av naturgas och DRI kan i någon mån komma att motverka en fortsatt ökad återvinningsgrad för stål.

Utöver tillverkning av DRI används naturgas nu i ökande omfattning i masugnar i stället för kol och koks. Stålindustrin bedömer att naturgastrenden är en av de starkare som påverkar industrin vad gäller energieffektivisering och utsläppsminskningar.

Stålindustrin är en viktig del i den kanadensiska ekonomin och dess produkter förser den industrin och infrastrukturen med material, men en stor del av stålet går också på export. Det finns cirka 20 000 anställda i den kanadensiska stålindustrin och det uppskattas att den skapar ungefär 100 000 indirekta anställningar i andra sektorer. Det finns 13 stycken stålverk i Kanada i fem provinser (Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Ontario och Quebec) men huvudproduktionen sker i Ontario där sex av stålverken är belägna.<sup>25</sup> Årligen produceras cirka 12,4 miljoner ton stål i Kanada varav 6 miljoner ton exporteras utomlands, framför allt till USA.<sup>26</sup> De största aktörerna på den kanadensiska stålmarknaden är globala stålföretag. ArcelorMittal är det största företaget på den kanadensiska marknaden, och bland de andra stora aktörerna finns Essar Steel Algoma INC och United Steel Corporation som båda har omfattande stålproduktion i Nordamerika.<sup>27</sup> Stålindustrin i Kanada har likt den globala stålmarknaden haft det svårt sedan finanskrisen 2008 med minskade volymer, ökad global konkurrens och sjunkande vinstmarginaler.<sup>28</sup>

Stålföretagen i Europa befinner sig i en svår situation. Efterfrågan minskade kraftigt i spåren av den finansiella krisen 2008–2009. Efter en viss återhämtning möter branschen nu ytterligare svårigheter i form av stort utbud av stål på världsmarknaden, inte minst från Kina där efterfrågan gått ned. Att investera i högvärdiga stål och ny produktionsteknik är en central fråga för branschens framtid i Europa, men i dagens läge är det svårt att hitta kapital för stora nyinvesteringar. Denna allmänna bild påverkar också möjligheterna att satsa på nya metoder med väsentligt lägre klimatpåverkan.

<sup>24</sup> <https://www.washingtonpost.com/news/wonk/wp/2015/03/16/u-s-steel-plants-are-on-a-layoff-spree-heres-why/>

<sup>25</sup> <http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeefiles/pdf/industrial/SteelBenchmarkEnglish.pdf>

<sup>26</sup> Intervju: Joseph Galimbert, President Canadian Steel Producers Association

<sup>27</sup> <http://canadiansteel.ca/>

<sup>28</sup> [http://store.marketline.com/Product/canada\\_steel?productid=MLIP1500-0005](http://store.marketline.com/Product/canada_steel?productid=MLIP1500-0005)

### 3.3 FoI-initiativ – hur satsar länderna?

#### 3.3.1 Kina – universiteten samarbetar med företagen

Huvuddelen av Kinas forskning sker i dag direkt i stålföretagen. Detta är en stor förändring jämfört med 1960- och 70-talet då forskningen genomfördes av statliga organisationer. Staten har fortfarande en viktig roll men främst genom att bestämma inriktningen av forskningen vid universiteten och genom att stödja teknikutvecklingen i företag.

En av de största aktörerna inom forskning på stålproduktion i Kina är China Iron and Steel Research Institute (CISRI). Det är ett statligt företag som bedriver forskning inom nya material, automatisering och prövning av ny utrustning. Fyra universitet har den största verksamheten inom stålforskning och det mest omfattande samarbetet med industrin: Beijing University of Technology and Science, Central South University, North Eastern University och Harbin University.

Många företag, särskilt stora statligt ägda bolag (SOE:s) såsom Baosteel, har väl etablerade kontakter och samarbeten med akademien. Baosteels Central Research Institute utvecklar ny teknologi (till exempel nya material och förbättrar teknologi som genererar elektricitet från rökgaser) i samarbete med universitet och andra forskningsinstitut.<sup>29</sup> Baosteel satsade år 2014 cirka 1,9 procent av sina intäkter på FoI. Capital Steel har liknande samarbeten fördelat på elva forskningsenheter, varav av ett av laboratorierna är ett nationellt forskningscentrum. Forskningsverksamheten involverar storskaliga pilotprojekt och simuleringsmodeller som används för att optimera den totala energianvändningen på företagets fabriker.<sup>30</sup> Baosteel, Anshan Steel och Capital Steel är de företag i Kina som varit ledande inom FoU under de senaste åren. De områden som prioriteras är stålåtervinning, effektiviseringsåtgärder, utveckling av kompositier och smarta tillverkningsprocesser.<sup>31</sup>

#### 3.3.2 Japan – COURSE 50

I Japan har innovation för järn- och ståltillverkning identifierats som ett prioriterat område för att nå landets klimatmål år 2050. Av detta skäl har man tagit fram initiativet COURSE 50: ”CO<sub>2</sub> Ultimate Reduction in Steelmaking Process by Innovative Technology for Cool Earth 50”. Målet är att minska utsläppen av koldioxid med 30 procent till år 2050. Initiativet kom från början från Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation (NSSMC), en av världens största stålproducenter. I dag ingår fem stålföretag och ett ingenjörföretag i initiativet.

Forskningsinitiativen inom COURSE 50 fokuserar på teknisk utveckling av den nuvarande masugnprocessen, snarare än på att utveckla helt nya processer. Det anses mest rimligt för att lyckas reducera utsläppen redan till år 2050, på grund av att masugnarna är en mycket etablerad teknik där man gjort stora investeringar och på grund av att de har möjlighet att hantera stor genomströmning. Initiativet har två fokusområden – att använda vätgas som reduktionsmedel och att använda koldioxidavskiljning.

<sup>29</sup> Samarbete sker bland annat med Shanghai Jiaotong University, Northeastern University, University of Science and Technology Beijing och Central Engineering and Research Incorporation of Iron and Steel Industry. Baosteel (2015), “Technological innovation”, [http://www.baosteel.com/group\\_en/contents/2887/40017.html](http://www.baosteel.com/group_en/contents/2887/40017.html)

<sup>30</sup> Shagang Steel (2015), “New Product Development”, <http://www.shasteel.cn/eng/NewProductDevelopment.html>

<sup>31</sup> China Iron and Steel Association (2015)



En första fas av COURSE 50 påbörjades år 2008 och i den genomförs tester i en mindre experimentell masugn. Man förväntas bland annat testa hur vätgas och koldioxidavskiljning kan kombineras. En andra fas kommer att pågå mellan år 2017 och 2030. I denna fas planeras verifikation av utvecklade tekniker, tester i en storskalig experimentell masugn och viss industriell kommersialisering. Vid projektets slut 2030 vill man ha utvecklat teknik som är redo för kommersiell implementering inom industrin. Förutsättningar för detta är att det är ekonomiskt lönsamt och att det finns goda och tillgängliga metoder för koldioxidlagring.<sup>32</sup>

### 3.3.3 USA – stöd till hela innovationskedjan

DOE:s Office of Advanced Manufacturing (AMO) har ungefär 90 miljoner dollar per år avsatta till stöd för FoI-projekt som rör ny teknik inom samtliga industrigrenar. Tidigare var budgeten uppdelad per gren (stål, cement med mera) men nu konkurrerar alla projekt med varandra.

AMO gör återkommande översikter av status på industrins energianvändning och utsläpp av växthusgaser samt behovet av forskning och utveckling för fortsatt effektivisering. I den senaste översikten från 2011 identifieras flera tekniker som skulle kunna leda till genombrott på längre sikt, däribland vätereduktion och elektrolytisk reduktion av järn respektive CCS.<sup>33</sup> AMO medfinansierar nu flera projekt på de områdena. Man håller på att ta fram en ny statusrapport eller forskningsöversikt för stålindustrin som enligt planen ska publiceras under år 2016.

Stöd från AMO kan ges till alla delar i innovationskedjan, från grundforskning till demonstration. Stödandelar och krav på motfinansiering beror bland annat på vilken mognadsgrad tekniken har (ju närmare labbet, desto högre stödandel) och på om motparten är en forskargrupp eller ett företag.

Stål- och metallindustrin i USA är jämfört med många andra branscher inte särskilt forskningsintensiv. Branschens egen budget för forskning och utveckling uppgick 2012 bara till 0,5 procent av omsättningen, sammanlagt 741 miljoner dollar.

En del av branschens forskningsmedel kanaliseras via branschorganet AISI som driver gemensamma projekt, ofta med medfinansiering från DOE. AISI:s forskningsbudget uppgår till cirka 5–10 miljoner dollar per år. Under 2008-2011 drev man programmet ”CO<sub>2</sub> Breakthrough” för banbrytande tekniker för ståltillverkning med radikalt lägre utsläpp av koldioxid, med sikte på den långsiktiga omställningen av stålindustrin.

### 3.3.4 Kanada – forskningsfinansiering från provinser och federalt

Kanadas stålindustri befinner sig i en svår situation och branschorganet Canadian Steel Producers Association (CSPA) förespråkar därför endast en hållbar omställning av stålindustrin som inte påverkar dess konkurrenskraft internationellt, för att Kanada inte ska gå miste om jobb och ekonomisk tillväxt.

Sedan 2010 har den samlade kanadensiska stålindustrin investerat 13 miljarder kronor för att utveckla nya produkter och förbättra stålprocesser.<sup>34</sup> På federal nivå får forskning och utveckling inom stålindustrin stöd via Scientific Research and Experimental Development och ”tax credit”, med skattelättnader som skapar incitament för stålindustrin att öka

<sup>32</sup> Taniyama, NEDO.

<sup>33</sup> Meeting Energy Efficiency and Emissions Reduction Goals in the US Steel Industry. DOE 2011

<sup>34</sup> <http://canadiansteel.ca/key-initiatives/skills-and-innovation/>

investeringarna i forskning och utveckling. Programmet berör inte bara stålindustrin utan alla företag i Kanada har möjlighet att söka forskningsstöd. Årligen utbetalas cirka 20 miljarder kronor i stöd till 20 000 företag.<sup>35</sup> Denna form av skattelättnader har mottagits väl av den kanadensiska stålindustrin som tror att ökade skattelättnader för forskning kommer att leda till en snabbare hållbar omställning.<sup>36</sup>

Det finns också forskningsprogram på provinsnivå som direkt stödjer forskning inom stålindustrin, där företag kan söka medfinansiering till projekt. En av de största investeringarna som gjorts under de senaste åren på provinsnivå i Kanadagäller Federal Economic Development Agency for Southern Ontario (FedDev Ontario) som stödjer stålföretaget Essar Steel Algoma Inc i att modernisera deras forskningsanläggning i Ontario. Moderniserings syfte är att öka effektiviteten i stålproduktionen och ge utrymme för forskning om nya stålprocesser. Det ekonomiska stödet till Essar Steel Algoma Inc uppgår till ungefär 1,5 miljarder kronor fram till år 2020, och av dessa bidrar FedDev Ontario med cirka 240 miljoner kronor. FedDev Ontario finansierar projektet för att det skapar jobb i provinsen och samtidigt stöder forskning inom hållbar utveckling i stålindustrin, ett högt uppsatt mål för provinsen.<sup>37</sup>

Canmet Materials är den största statliga forskningsinstitutionen i Kanada med inriktning mot stål- och metallteknologi. Canmet Materials är en del av Natural Resources Canada med huvudanläggningen i Hamilton i Ontario, i anslutning till Hamilton University. Målet med forskningen är att förbättra processer och material med ett fokus på att främja konkurrens och hållbar utveckling i den kanadensiska metallindustrin, men man bedriver även forskning om transport, energi och tillverkning.<sup>38</sup>

### 3.3.5 Europa – ULCOS och NER300

Europeiska stålföretag, bland annat SSAB och LKAB, har tillsammans med EU-kommissionen, universitet och forskningsinstitut bedrivit ULCOS-projektet i två etapper. Målet var att utveckla teknologi för att minska koldioxidutsläppen med 50 procent. Det huvudsakliga projektet har handlat om recirkulation av masugnsgas till masugnen, så kallad *top gas recycling*, som kombinerat med avskiljning och lagring av koldioxid kan ge stora utsläppsminskningar. Budgeten för första etappen under 2004–10 var ungefär 700 miljoner kronor. EU bidrog med 40 procent av budgeten genom det sjätte ramprogrammet för forskning och utveckling samt forskningsfonden för kol och stål. I den andra etappen genomfördes lyckade försök med att demonstrera top gas recykling i försöksskala i LKAB:s experimentmasugn. Efter de lyckade försöken planerades teknologin demonstreras i fullskala i AcelorMittals anläggning i Floranges. Dock har konsortiet bakom ULCOS, som en konsekvens av AcelorMittals beslut att lägga anläggningen i Florange i malpåse och bristande finansiering för demonstrationsskala beslutat att lägga ner planerna på ett demonstrationsprojekt.

Inom ULCOS fortsätter dock diskussionerna om andra möjligheter att demonstrera tekniken samtidigt som forskning pågår på alternativa reduktionsprocesser.

<sup>35</sup> <http://www.cra-arc.gc.ca/txcrdt/sred-rsde/menu-eng.html>

<sup>36</sup> Intervju: Joseph Galimbert, President Canadian Steel Producers Association

<sup>37</sup> <http://news.gc.ca/web/article-en.do?nid=1006469>

<sup>38</sup> <http://www.nrcan.gc.ca/mining-materials/materials-technology/8234>

### 3.3.6 Indien – nytt initiativ för att stärka FoI inom stålsektorn

Indiska stålföretag, särskilt de privata, har mycket låga nivåer av FoI-investeringar. I den nya stålpolitiken vill regeringen stärka FoI-insatserna i sektorn och har föreslagit ett samfinansierat initiativ kallat Steel Research and Technology Mission of India (SRTMI), som ska stötta FoI inom sektorn. Men tidigare försök att använda medel från Steel Development Fund har inte varit särskilt framgångsrika, vilket regeringen anser beror på bristande kapacitet (kunskap och faciliteter) inom den privata sektorn.

## 3.4 FoI-initiativ – vilka lösningar satsar man på?

### 3.4.1 Elektrifiering och vätgas

Reduktion av järnmalm med vätgas för produktion av järnsvamp bildar vattenånga istället för koldioxid som i nuvarande kolbaserade reduktionsprocesser. Denna alternativa process har dock inte prövats i industriell skala, och det är många tekniska svårigheter som kräver lösning. Detta kräver dock tillgång på stora mängder koldioxidfri elektricitet för att tillverka vätgasen.

I Japan satsar man på ökad användning av vätgas som reduktionsmedel samt på koldioxidavskiljning; det är två fokusområden för att minska stålproduktionens utsläpp av koldioxid på längre sikt.

Målet med forskningen med vätgas är att denna delvis ska ersätta koks som reduktionsmedel i masugnen. När vätgas används i reduktionsprocessen bildas vatten som biprodukt istället för koldioxid, vilket är fallet när koks används. Tanken är att blanda koksgasen med vätgas. Man forskar även på att ändra sammansättningen av koksen för att bättre passa den nya processen.

Även i USA drivs ett forskningsprojekt för stålproduktion med vätgas, alternativt naturgas, genom så kallad ”flash ironmaking” där järn produceras direkt från finkrossad järnmalm.

I USA pågår även forskning med elektrolys (molten oxide electrolysis) där järnmalm direkt omvandlas till järn. Processen innebär att koldioxidutsläppen helt kan försvinna givet att elektriciteten produceras utsläppsfritt. Under processen produceras andra ämnen såsom mangan och krom. Utmaningen med elektrolys är att hitta material för elektroder och reaktorkärl som klarar den heta och aggressiva miljön i processen. Tekniken har avknoppats från MIT till ett utvecklingsbolag som tar projektet vidare till kommersialisering, bland annat genom stöd från National Science Foundation.

### 3.4.2 Koldioxidavskiljning och lagring

Stålproducenten ArcelorMittal var drivande i ULCOS, och deras CCS-projekt i regionen Lorraine i norra Frankrike var det enda som klarade NER300:s finansieringskriterium för stålverk. År 2012 beslutade företaget dock att inte gå vidare med projektet. Demonstrationsprojektet skulle infånga ett halvt ton koldioxid per år som genom en pipeline skulle transporteras tio mil för lagring i marken.

Det så kallade Hisarna-projektet är en del av ULCOS i EU och innebär att kolhalten i järnmalmen minskas i ett bad av smält metall, en process som kallas för HIs melt. Teoretiskt kan detta minska koldioxidutsläppen med 20 procent jämfört med en masugn. Processen är dock planerad för att integreras med koldioxidavskiljningen, vilket innebär att utsläppen minskar med 80 procent. Indiska Tata Steel har redan gjort en pilotanläggning i IJmuiden i Nederländerna som del av ULCOS. Företaget vill nu göra en storskalig demonstrations-

anläggning på samma plats. Totalkostnader skulle bli ungefär tre miljarder kronor. Tekniska risker och marknadsrisker kan dock inte bäras av företaget eller branschen självt utan en statlig medfinansiering behövs.

I Storbritannien har det också funnit långt gånga planer på att genomföra ett CCS-projekt vid ett stålverk i Teesside. Ägarna Tata Steel, alltså samma som ägare som till pilotanläggningen i Nederländerna, har dock beslutat att lägga ner anläggningen. I stället kan det bli aktuellt med projekt vid stålverken i Scunthorpe och i South Wales.

Det finns även långt gånga planer på större anläggningar med Hismelt-processen i Kina och Indien.

Företaget Shandong Steel har tagit över en pilotanläggning som Rio Tinto drev i Australien och är på väg att använda CCS-teknik vid sin anläggning i Laiwu. De senaste tio åren har CCS rönt allt mer uppmärksamhet i Kina på grund av landets stora beroende av kol från framför allt nationella fyndigheter. Detta beroende förväntas fortsätta och hälften av energitillförseln bedöms vara kolbaserad år 2050. Samtidigt är målsättningen att växthusgasutsläppen ska minska från år 2030.<sup>39</sup>

År 2013 presenterade regeringen (genom NDRC) en plan för att främja integrerade pilot- och demonstrationsprojekt kring CCS i Kina. Planen handlade bland annat om pilotprojekt inom olika industrisektorer, såsom energi, kol, kemi, cement och stål. Inom ramen för nästa femårsplan har det indikerats att cirka 650 miljoner kronor kommer att allokeras till FoU och till demonstrationsanläggningar av CCS. Den totala budgeten blir dock större eftersom de företag som får del av stödet kommer att behöva skjuta till runt tio gånger summan av de statliga stöden.

Kina har utöver detta en mängd CCS-projekt för att testa alla aspekter av teknologin (avskiljning, lagring, användning) inom flera industrier. Lagringsanläggningen i Ordos är en av de mer kända. Dessa projekt illustrerar både Kinas höga ambitioner på området och de problem som är relaterade till CCS. Det finns även många exempel på forsknings-samarbeten på området, bland annat med USA.

Indiska Jindal Steel & Power planerar att tillsammans med kinesiska Shandong Steel att bygga en större anläggning med Hismelt-processen i Angul, i indiska delstaten Odisha.

I Tyskland är CCS en kontroversiell fråga, främst på grund av osäkerheten kopplat till långtidseffekterna av att trycka ner stora mängder koldioxid i marken. Miljömyndigheten UBA anser inte att CCS är ett alternativ för att göra Tyskland koldioxidneutralt.<sup>40</sup>

I Japan ingår både CCS och en energieffektivare ståltillverkningsprocess i de 21 prioriterade områdena inom Cool Earth Innovative Energy Technology Program från år 2008. Regeringen studerar därför möjligheterna att implementera CCS i landet, inte bara i anknytning till stålindustrin utan även inom andra industrier, framför allt kraftproduktion. Pilotprojekt är under konstruktion, men fortfarande finns en del barriärer som behöver utredas för att förstå den fulla potentialen.

År 2003–05 gjorde Japan ett första projekt med injektion av koldioxid i marken, i Nagaoka i västra Japan. Detta var ett litet projekt och få lärdomar kunde göras. Ett fullskaligt demonstrationsprojekt påbörjades sedan i Tomakomai i norra Japan år 2012, och under

<sup>39</sup> Muntligt medd. Dr Xian Zhang, The Administrative Centre for China's Agenda 21, Ministry of Science and Technology, Peking, 2015-10-29

<sup>40</sup> Umweltbundesamt (2014) Climate Change Germany in 2050 – a greenhouse gas-neutral country

2016 förväntas anläggningen vara färdig och koldioxid kunna lagras i marken. Huvudsyftet är att skapa ett fungerande helhetssystem för att fånga in och lagra koldioxid. Man vill även undersöka lämpligheten av de statliga riktlinjerna för urval av plats, skapa en större kunskap kring konsekvenser av naturliga jordbävningar och se om injektion av koldioxid i marken påverkar risken för jordbävningar.

Tomakomai valdes ut som lämplig plats för projektet, i konkurrens med 115 platser som alla gick igenom noggranna undersökningar ledda av en specifik kommitté utsedd av staten. Under tre år, mellan 2016 och 2018, planerar man att injicera 100 000–200 000 ton koldioxid i marken per år. Efter detta test kommer man att övervaka resultatet i ytterligare två år, fram till 2020, då den slutgiltiga utvärderingen genomförs.

Vid år 2020 beräknar den japanska regeringen att ha tillräckligt med kunskap och information för att praktiskt implementera CCS. Man ämnar även ha identifierat tre lämpliga lagringsplatser genom seismologiska undersökningar av cirka tio potentiella platser.

Sammanfattningsvis finns barriärer på både företagsnivå och regeringsnivå för storskalig implementering av CCS. Förutom krav på teknisk utveckling, främst för att fånga in koldioxid, är brist på ekonomiska incitament ett av de största hindren. Förmågan att kunna integrera koldioxid i värdekedjan för andra produkter kan bli avgörande för CCS framgång i Japan. För att få en storskalig kommersiell implementering av CCS kan det bli nödvändigt att beskatta och ta ut avgifter för koldioxidutsläpp inom i dag undantagna industrier, liksom att göra stora statliga investeringar på utredningar av infrastruktur, säkerhet och lagringsplatser.

USA bedriver sedan flera år omfattande och långsiktiga program för CCS. Flera av dessa program inkluderar användning av koldioxiden, till exempel genom injektion i oljefält, snarare än lagring. Fokus ligger på att minska elsektorns utsläpp men industrin ingår också i program. Insatserna koordineras av DOE. Utöver teknisk forskning och utveckling finns det ett samarbete med delstater och kommuner för att testa förutsättningar och skapa lokal acceptans. Ungefär hälften av delstaterna har infört regelverk som möjliggör lagring av koldioxid. Det finns flera första generationens anläggningar i full skala, för att avskilja och lagra omkring en miljon ton per år. Ett antal är klara eller under färdigställande, men många projekt har också drabbats av förseningar och eskalerande kostnader eller lagts ned.

DOE stödjer hela kedjan från grundforskning, framtagande och verifiering av ny teknik, med byggande av test- och pilotanläggningar, till demonstration av tekniken i full, kommersiell skala. Det övergripande målet är enkelt uttryckt att successivt driva ned kostnaderna för CCS och minska riskerna som är förknippade med lagring. På sikt vill man att USA ska kunna fortsätta sin omfattande användning av fossila resurser och att CCS ska ge flexibilitet och valmöjligheter för energisektorn.

Även stålindustrin har tidigare varit engagerad i CCS-projekt. Med stöd av finansiering från DOE genomförde AISI under några år flera studier som tittade på möjligheten att producera järn, samtidigt som koldioxiden från processen lagrades i slagg och andra restprodukter. I andra varianter blev koldioxiden kvar i en särskild slags magnesiumhaltig malm. Projekten resulterade dock i låga verkningsgrader och hög energiåtgång och

avslutades 2007 respektive 2008.<sup>41</sup> AISI följer CCS-frågan men gör inte i dagsläget några insatser.<sup>42</sup>

CCS är i dagsläget i drift vid tre större anläggningar i Kanada, och två till är under konstruktion och förväntas vara i drift 2017.<sup>43</sup> Det är kostsamt att installera CCS-teknologi till energi- och basindustrin, men Natural Resource Canada framhåller att CCS är en nödvändig komponent för att minska Kanadas utsläpp av koldioxid och för att nå uppsatta klimatmål.<sup>44</sup> Kanadas stora naturtillgångar av kol, naturgas och olja utgör ett annat incitament för Kanada att använda CCS och sprida teknologin internationellt för att kunna använda resurser med mindre utsläpp. Kanada har positionerat sig som en ledande aktör inom CCS-teknologi, och utvecklingen sker framför allt hos den statliga forskningsmyndigheten CanmetENERGY tillsammans med aktörer från industrin och Natural Resources Canada. De framhåller fyra nyckelpunkter i sin CCS-strategi.<sup>45</sup>

- Implementera storskaliga demonstrationsanläggningar för CCS för att visa fördelarna med teknologin och utveckla teknologin ytterligare.
- Flytta fram CCS:s position internationellt genom att dela kunskap och information om möjligheterna med teknologin.
- Minska kostnaderna för CCS genom forskning och utveckling.
- Stöd innovation i Kanadas miljötekniksektor.

En viktig investeringsfond för CCS-teknologi på federal nivå är EcoENERGY Technology Initiative som investerat 900 miljoner kronor i fem demonstrationsanläggningar. En annan viktig finansiär är Clean Energy Fund Program som sedan år 2009 investerat 3 miljarder kronor i tre CCS-anläggningar i Alberta.

CanmetENERGY är den största forskningsinstitutionen för hållbar energiproduktion i Kanada med 450 forskare utspridda på fem högteknologiska anläggningar.<sup>46</sup> Forskarna arbetar nära tillsammans med industrin och universiteten, och CanmetENERGY är finansierat av Natural Resources Canada. I Ottawa finns en anläggning som är specialiserad mot CCS och som bedriver forskning inom de senaste CCS-teknologierna. Ett av de mest intressanta projekten är Near-Zero Emissions Oxy-Fuel Combustion som syftar till att öka den koldioxidandel som går att avskilja från industriutsläpp. I dagsläget kan cirka 90 procent av koldioxiden avskiljas men förhoppningarna är att andelen ska öka i framtidens CCS-system.<sup>47</sup> Kanada har också bilaterala avtal med Storbritannien, Norge, Japan, Kina och Korea för att dela information och kunskap om CCS.<sup>48</sup>

<sup>41</sup> AISI Breakthrough Programme

<sup>42</sup> Intervju Lawrence W. Kavanagh, President Steel Market Development Institute, AISI

<sup>43</sup> <http://www.globalccsinstitute.com/projects/large-scale-ccs-projects>

<sup>44</sup> Intervju: James Lauren, Ansvarig för industri och gruvnäring, Natural Resources Canada

<sup>45</sup> <http://www.cslforum.org/publications/documents/regina2015/Chui-OverviewCCSCanada-TG-Regina0615.pdf>

<sup>46</sup> <https://www.nrcan.gc.ca/energy/offices-labs/canmet/5715>

<sup>47</sup> <https://www.nrcan.gc.ca/energy/coal/carbon-capture-storage/4307>

<sup>48</sup> <http://www.cslforum.org/publications/documents/regina2015/Chui-OverviewCCSCanada-TG-Regina0615.pdf>

### 3.5 Nya material

Stål får allt större konkurrens av andra material, inte minst inom bilindustrin där lätta material efterfrågas för att få ner bränsleförbrukningen. Detta märks i Europa, USA och Japan men börjar också bli en fråga i Kina. Resultatet är bland annat satsningar från regeringar på att ta fram effektivare sätt att använda kolfiber och andra okonventionella material, och bilindustrin har ökat användningen av aluminium i karosser. Ett exempel är Fords storsäljande pickup F150 i USA som förra året kom i ett aluminiumutförande. Den ökande användningen av aluminium innebär också ett ökat behov av höghållfaststål, för att bygga lätta men starka stommar för aluminiumdelarna. För stålbranschen kan övergången till andra material å ena sidan betyda en minskad efterfrågan på traditionellt stål, å andra sidan en ökad efterfrågan på höghållfast specialstål. Minskade volymer kan åtminstone delvis kompenseras av stål som har högre lönsamhet.<sup>49</sup>

I Kina pågår forskning för att utveckla nya stålkompositer, men materialforskningen är i de flesta fall inte riktad mot utveckling av ersättare till stål. Hittills har sökandet efter substitut till olika metaller i Kina drivits av strategier för att undvika importberoende och effekter av prisfluktuationer. Exempelvis har man använt aluminium i stället för koppar, palladium i stället för platina och tackjärn i stället för nickel. Flera företag undersöker även möjligheterna att öka användningen av skrot, vilket bland annat skulle kunna reducera deras importberoende.

Även i Kina forskar man kring ett skifte från stål till aluminium och kolfiber, särskilt inom fordonsindustrin. Det krävs dock stora mängder energi för att tillverka bilar av aluminium eller kolfibrer, samtidigt som priserna på dessa fordon är för höga. Dessutom finns ännu inget återvinningssystem av kolfibrer.<sup>50</sup>

---

<sup>49</sup> Intervju Colin P Carroll, Director Environment, Health and safety, AISI

<sup>50</sup> <http://asia.nikkei.com/Business/Trends/Ford-F-150-s-new-aluminum-body-sends-shivers-through-steel-industry?page=2>

## 4 Vad kan Sverige lära?

Den svenska basmaterialindustrin är starkt exportorienterad och påverkas därför av hur efterfrågan på dessa produkter utvecklas internationellt. Den globala efterfrågan på basmaterial förväntas att öka. Däremot är det svårare att bedöma efterfrågan på enskilda basmaterial.

Utvecklingen för den svenska produktionen av basmaterial beror på hur anläggningarna i Sverige står sig i den internationella konkurrensen. Det främsta skälet till att lokalisera energiintensiv industri i Sverige är tillgången på naturresurser, utbildad arbetskraft, utvecklad infrastruktur och energi samt att det finns ett förutsägbart rättsystem.

Utvecklingen inom enskilda branscher i den energiintensiva industrin avgör hur stora utmaningarna kommer att bli med omställningen till ett ekologiskt hållbart energisystem. Framtida val och byten av energibärare påverkas av flera faktorer, framför allt den faktiska och förväntade framtida utvecklingen av relativpriser för olika energibärare, tillgången till olika energibärare, teknikutvecklingen kopplad till möjligheten att använda andra energibärare i industriella processer och den politiska ambitionen.<sup>51</sup>

### 4.1 Sverige saknar utvecklad strategi

Sverige har inte någon utvecklad strategi för att hantera stålindustrins utsläpp av växthusgaser. Energimyndigheten finansierar forskning och innovation inom området och betalade ut drygt 20 miljoner kronor under 2014. Energimyndigheten kan dessutom bara finansiera energirelevant forskning, vilket innebär att bara den del av CCS-tekniken som har energikoppling kan få stöd. I Sverige finns det inte heller några kraftfulla styrmedel som skapar efterfrågan på ny teknik i stålindustrin. Eftersom sektorn är utsatt för internationell konkurrens har staten valt att undanta den från energiskatter, och industrin får delvis gratis tilldelning av utsläppsrätter inom EU:s handelssystem.

Sammanfattningsvis innebär den svenska strategin att näringslivets kortsiktiga behov av utveckling får FoI-stöd och att stålindustrin är kortsiktigt konkurrenskraftig genom att den inte betalar energiskatt eller för koldioxidutsläpp. Utifrån denna situation bör man fråga sig om Sverige kan ha en konkurrenskraftig stålindustri år 2050 eller om Sverige inte menar allvar med att den globala temperaturökningen ska understiga 2 grader. Troligtvis är den svenska strategin inte förenligt med ett 2-gradersmål och en svensk stålindustri som är näst intill koldioxidneutral år 2050.

Samtidigt är den relativt svaga strategin för att minska stålindustrins utsläpp inte förvånande. OECD har konstaterat att Sveriges innovationspolitik inte prioriterar de stora samhällsutmaningarna i tillräckligt stor utsträckning,<sup>52</sup> och Tillväxtanalys har dragit samma slutsats för energiforskningen.<sup>53</sup> Båda dessa studier efterfrågar en prioritering från statens sida bland de långsiktiga samhällsutmaningar som behöver lösas. Studierna efterfrågar också en policymix som driver både teknikutvecklingen och efterfrågan på den nya tekniken.

<sup>51</sup> Energimyndigheten (2015) Industrins långsiktiga utveckling i samspel med energisystemet. ER 2015:18

<sup>52</sup> OECD (2015) OECD reviews of innovation policy: Sweden 2015.

<sup>53</sup> Tillväxtanalys (2015) Forskning och Innovation för omställning av energisystemet – en analys av Energimyndighetens FoI-verksamhet. Rapport 2015:08.



## 4.2 Viktiga delar i en strategi för att minska stålindustrins utsläpp av växthusgaser

Olika länder kommer att ha olika strategier för att hantera omställningen till en mer hållbar stålindustri. Detta är en konsekvens av att de nationella förhållandena skiljer sig åt. En svensk strategi behöver utgå från förhållandena i vårt land, och omfatta tidsatta mål för omställningen som fastställs utifrån när investeringsbehoven kommer att uppstå. Om Sverige vill skapa en klimatneutral stålindustri till år 2050 finns det några viktiga frågor att besvara:

- Ska strategin vara inriktad mot en specifik teknisk inriktning eller vara mer generell?
- Hur kan en strategi skapas som stimulerar både utveckling av teknik och efterfrågan på den nya tekniken?
- Ska Sverige bygga upp en helt egen innovationsstrategi eller samarbete i internationella projekt?

Inget land har en klar strategi för att kraftigt minska utsläppen av koldioxid inom stålindustrin. Japan har dock den mest utvecklade strategin med tydliga mål och medel, men ambitionen är sannolikt inte förenlig med en strategi om att begränsa temperaturökningen i atmosfären med 2 grader. Några länder såsom USA, Kina, Storbritannien, Nederländerna och Norge har ambitioner om att använda koldioxidavskiljning och lagring för att minska utsläppen. CCS-strategierna skapades dock inte för stålindustrins behov utan bygger på nationella intressen i utvinning av olja och naturgas.

En svensk strategi behöver hantera avvägningen om den ska vara i specifik i valet av lösningen eller mer generell. Att nå samförstånd mellan näringslivet och staten i denna avvägning är en utgångspunkt för en nationell svensk strategi. Näringslivet är bäst lämpat att göra de tekniska valen men samtidigt måste staten ta ställning till den långsiktiga genomförbarheten. Både CCS och elektrifiering kräver omfattande kringinvesteringar för att de ska kunna bli aktuella för industrin. Dessa investeringar kommer att påverka miljön och andra systemval, till exempel förutsättningarna för att använda CCS i kraftvärmeverk i Sverige.

En fråga för staten är också hur efterfrågan på den nya tekniken ska stimuleras. CCS kan bara motiveras av klimatskäl medan vätgas och elektrifiering också kan motiveras energipolitiskt. Detta innebär att efterfrågan på CCS enbart kan stimuleras av priset på utsläppsrätter från EU:s handelssystem.<sup>54</sup> Det finns en risk att priset på utsläppsrätter inte är tillräckligt högt för att motivera investeringar i CCS omkring år 2030. Detta i sig kan få en CCS-strategi att falla. Denna risk saknas för en konvertering till el eller vätgas eftersom efterfrågan på dessa energibärare kan skapas av styrmedel som är energipolitiskt motiverade. Möjligen skulle Sverige även kunna motivera detta genom hänvisning till artikel 192 i Lissabonfördraget.

I en långsiktig strategi är det särskilt viktigt att ta ställning till hur teknikutveckling ska stödjas. Ny teknik behöver troligen testas i stor skala som ett större demonstrationsprojekt, åtminstone innan 2030. Det är dock osäkert om en sådan demonstrationsanläggning ska ligga i Sverige eller om ett samarbete ska tas fram för att stödja en anläggning i ett annat land där kunskapen är mer utvecklad. En anläggning utomlands kräver dock att svenska

<sup>54</sup> För anläggningar som ingår i EU:s handelssystem för utsläppsrätter får det inte finns andra klimatpolitiskt motiverade styrmedel.

stålproducenter kan vara med och bestämma utformandet för att få relevanta lärdomar av projektet. Det skulle kunna innebära att det bara är masugnsprojekt som är intressanta.

Sammantaget verkar en vätgasstrategi för att kraftigt minska utsläppen av växthusgaser från stålindustrin vara den som är mest sannolik att vara framgångsrik för Sverige. Industrin verkar vara inriktad mot att söka en teknisk lösning som bygger på vätgas framställt från el. Dessutom har staten större möjlighet att utforma styrmedel som minskar marknadsrisken. En satsning på användning av vätgas för framställning av järnsvamp som sedan smälts i ljusbågsugnar skulle kräva tillgång till stora mängder koldioxidfri elektricitet. För att konvertera dagens järnframställning i svenska masugnar skulle motsvarande cirka 20 TWh elektricitet behövas på årsbasis.

De länder som har en tydligare vision för stålindustrin har också ett utvecklat samarbete mellan företag, universitet och regering, vilket är en viktig framgångsfaktor. Regeringarna i dessa länder är tydliga med att de vill behålla sin industri samtidigt som de kommer att behöva ställa allt högre miljökrav. Strategierna verkar bygga på att man gör detta till en gemensam utmaning.



**Tillväxtanalys, myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser, är en gränsöverskridande organisation med 60 anställda. Huvudkontoret ligger i Östersund och vi har verksamhet i Stockholm, Brasilia, New Delhi, Peking, Tokyo och Washington D.C.**

**Tillväxtanalys ansvarar för tillväxtpolitiska utvärderingar, analyser och internationellt kontaktskapande och därigenom medverkar vi till:**

- stärkt svensk konkurrenskraft och skapande av förutsättningar för fler jobb i fler och växande företag
- utvecklingskraft i alla delar av landet med stärkt lokal och regional konkurrenskraft, hållbar tillväxt och hållbar regional utveckling

**Utgångspunkten är att forma en politik där tillväxt och hållbar utveckling går hand i hand. Huvuduppdraget preciseras i instruktionen och i regleringsbrevet. Där framgår bland annat att myndigheten ska:**

- arbeta med omvärldsbevakning och policyspaning och sprida kunskap om trender och tillväxtpolitik
- genomföra analyser och utvärderingar som bidrar till att riva tillväxthinder
- göra systemutvärderingar som underlättar prioritering och effektivisering av tillväxtpolitikens inriktning och utformning
- svara för produktion, utveckling och spridning av officiell statistik, fakta från databaser och tillgänglighetsanalyser
- tillhandahålla globala mötesplatser och främja internationellt kontaktskapande inom tillväxtpolitiken

#### **Svar Direkt:**

I serien Svar direkt redovisas de uppdrag vi får i dialog med Regeringskansliet eller med samarbetsmyndigheter och som ska redovisas med kort varsel. Här återfinns våra redovisningar av aktuella händelser, trender och utvecklingsmönster från vår omvärld. Layouten ska tydligt signalera snabbhet och hög aktualitet.

#### **Övriga serier:**

Rapportserien – Tillväxtanalys huvudsakliga kanal för publikationer.

Statistikserien – löpande statistikproduktion.

PM – metodresonemang, delrapporter och underlagsrapporter är exempel på publikationer i serien.