

UlcOS-programma

reduceert CO₂-emissie bij staalproductie

De Europese staalindustrie startte eind 2004 een grootschalig R&D-programma dat tot staalproductie met minimale CO₂-emissie moet leiden. In het door de EU meegefinancierde Ulcos-programma (Ultra-Low CO₂ Steelmaking) worden vier belangrijke alternatieven uitgewerkt voor het huidige hoogovenproces. Eén daarvan is de cycloontechnologie die eind vorige eeuw door Corus IJmuiden werd ontwikkeld. Volgend jaar gaat een praktijkproef van start.

In West-Europese hoogovens gaat voor iedere ton geproduceerd staal anderhalve ton CO₂ de lucht in.

Dat is beduidend beneden het mondiale gemiddelde – energie-efficiëntie staat in Europa al jaren hoog op de agenda – maar dat neemt niet weg dat de industrietak een grootverbruiker is van fossiele koolstof (vooral steenkool). Deze is verantwoordelijk voor zo'n 4 % van de CO₂ die de mens in de atmosfeer brengt. Door Ulcos moet dat cijfer flink gaan dalen.

De afgelopen jaren is al veel gedaan aan het optimaliseren van de bestaande technologie, bijvoorbeeld door warmteterugwinning in schoorstenen, het plaatsen van expansieturbines boven in de hoogovens en terugwinning van gas in staalconverters. Maar vanwege de fysische en thermodynamische aspecten van de procesvoering in de bestaande installaties, is de grens nu vrijwel bereikt. "Als we erg ons best doen, dan kunnen we met hele grote investeringen 10%, hooguit 15% CO₂-reductie realiseren", zegt ir. Koen Meijer. "Dan komen we op het absolute theoretische minimum. Maar we willen verder, richting 50% reductie en méér. Dat kan alleen door een radicaal andere productiemethode toe te passen."

Meijer – werkzaam bij Corus Research, Development en Technology – heeft een volle dagtaak aan het coördineren

van de bijdrage van de Nederlands/Britse staalfabrikant aan Ulcos. Corus draagt voor ongeveer zes miljoen euro bij aan Ulcos en geeft leiding aan ruim de helft van de twaalf subprojecten. Meijer heeft zelf de leiding over de Ulcos-groep die zich buigt over de HIsarna-technologie. Die is gestoeld op de cycloontechnologie van de Cyclone Converter Furnace (CCF) die het toenmalige Hoogovens al in de eerste helft van de jaren 90 ontwikkelde.

Cokesvrij

Meijer zet uiteen dat Hoogovens Staal, maar ook andere bedrijven, destijds vooral de nieuwe technologie ontwikkelde om het gebruik van cokes te vermijden. Cokesproductie is duur vanwege de vele milieumaatregelen die noodzakelijk zijn en bovendien werd het in de jaren 90 steeds duurder omdat steeds meer cokesfabrieken gesloten werden. De behoefte aan cokes is gedeeltelijk te verminderen door de hoogoven van onderaf te voeden met poederkool, gas of biomassa. Bij hedendaagse state-of-the-art hoogovens wordt hiermee in bijna 50% van de koolstofbehoefte voorzien. IJmuiden is wereldwijd koploper in deze technologie.

Geheel cokesvrij produceren is echter een heel ander verhaal. Het poreuze gepyrolyseerde steenkool participeert namelijk in het chemische reductie-

proces om zuiver ijzer uit ijzererts te winnen. Bovendien heeft het in de hoogoven een structurele functie. Zonder de cokes zou de inhoud van de hoogoven verweken tot een puddingachtige massa waarin de vorming van zuiver ijzer snel zou smoren. Om volledig zonder cokes te kunnen produceren, zijn dus geheel nieuwe reductiemethoden nodig.

Toen in 2002 de voorbereidingen voor Ulcos van start gingen, was er daarom al een hele aardige 'basket' aan technologie beschikbaar. "Om daar een keuze uit te kunnen maken, werd eerst een geavanceerd rekenmodel ontwikkeld", aldus Meijer. "Dat maakte het mogelijk voor allerlei technologie-opties zowel de milieu-aspecten als de bedrijfseconomische parameters vast te stellen voor de volledige route van ijzererts tot een rol staal van de warmbandwalserij."

Meijer vertelt dat het een hele klus was. Het ontwikkelen van zo'n rekenmodel op zich is al een 'tour de force', maar daarna moest het ook door alle participerende partijen geaccepteerd worden. Vervolgens werden meer dan 200 verschillende productieroutes doorgerekend.

Uiteindelijk bleken vier innovatieconcepten de beste kansen te bieden op CO₂-emissiereducties van 50% of meer. Twee daarvan – topgasrecycling en HIsarna – zijn sterk geënt op de huidige geïntegreerde staalproductie en zijn daarom voor de Europese staalbedrijven op de korte en middellange termijn (tot 2020 of daaromtrent) het meest relevant. De andere twee – advanced direct reduction en elektrolyse – zijn veel minder doorontwikkeld en lijken daarmee vooral van belang voor de echt lange termijn.

HISARNA



1. Via een gesloten, emissieloze dubbelschroefsreactor worden kolen toegevoerd aan de gesmoltenbadconverter. De kolen worden voorverhit ter verbetering van de thermische efficiëntie van het proces.

2. In de bovenliggende cyclonoven worden zowel ijzererts als zuivere zuurstof tangentiaal ingespoten. De zuurstof zorgt voor een volledige verbranding van de gassen uit de onderliggende converter en de vrijkomende warmte smelt het ijzererts. Dit druipet langs de wanden van de cyclon naar beneden. Daarbij vindt een eerste reductie plaats door een reactie met opstijgend CO en H₂ uit de converter.

3. In de converter zorgen de toegevoerde kooldeeltjes voor de verdere reductie van het ijzererts. Dit gebeurt in een vloeibare slaklaag die boven op het bad van gesmolten ijzer drijft. De voor de reactie benodigde hitte ontstaat door de verbranding van het CO-gas dat bij de reductie vrijkomt. De benodigde zuurstof wordt ingespoten via zuurstoflansen boven de slaklaag.

4. Vloeibaar ijzer wordt afgetapt en naar de staalfabriek getransporteerd.

5. Het procesgas dat boven in de installatie arriveert bestaat grotendeels uit CO₂. De CO uit het reductieproces is vrijwel volledig omgezet door de verbranding met de zuivere zuurstof boven de slaklaag en de reactie met het gesmolten ijzererts in de cyclon. De hoge CO₂-concentratie maakt CO₂-afvang en -opslag mogelijk zonder additionele scheidingsstappen. (illustratie: www.ulcos.org)

Overigens is de doelstelling van 50% CO₂-reductie alleen haalbaar als de nieuwe technologie gecombineerd wordt met afvang en ondergrondse opslag van de geproduceerde CO₂. De nieuwe processen bieden daartoe veel betere mogelijkheden dan de huidige hoogoventechnologie.

Topgasrecycling

Het topgasrecycling-concept gaat uit van een scheiding van de gassen boven in een verder conventionele hoogoven. De nuttig bruikbare componenten (net name koolmonoxide en waterstof) worden teruggeleid, hetgeen een vermindering van de benodigde hoeveelheid cokes met zich meebrengt. Wordt in de hoogoven

bovendien gebruikgemaakt van zuivere zuurstof in plaats van lucht, dan raken de afgassen niet verdund met stikstof. Dat maakt het afvangen van geconcentreerd CO₂ relatief gemakkelijk.

Koen Meijer vertelt dat met dit concept verrassende resultaten zijn behaald in een pilot-schaal hoogoven bij onderzoeksinstituut Mefos in Zweden. “De experimenten verliepen zo goed als probleemloos gedurende de testperiode van zes weken. Bovendien lukte het direct de emissiedoelstellingen te realiseren.” De gebruikte installatie had een gering productievolume van slechts 1,5 ton ruwijzer per uur ofwel zo’n

13.000 ton per jaar. Toch geven de resultaten de technologen zoveel vertrouwen dat ze nu op zoek zijn naar een ‘kleine’ industriële oven (circa 1 miljoen ton ruwijzer per jaar) om die in de tweede fase van Ulcos (na 2010) met topgasrecycling uit te rusten. “Dit is een zeer kansrijke aanpak”, aldus Meijer. “Hier gaat zeker iets uitkomen.”

Cycloontechnologie (Hisarna)

Ook over de nieuwe Hisarna-technologie zijn de verwachtingen hooggespannen. Het is een kansrijk concept voor een efficiënte hoogoven zonder cokes. Het concept integreert een eerste reductiestap van ijzererts in een cyclon met de vorming van

► zuiver ijzer in een vloeibaarbad-smelter. Per ton ijzer verbruikt het proces relatief weinig kolen en daardoor is de CO₂-emissie zeer laag. Bovendien is het een flexibel proces dat niet alleen op kolen kan draaien, maar ook volledig op biomassa. Hlsarna moet de kroon worden op het werk van Corus op het gebied van de cycloontechnologie (zie ook Metaal en Kunststof 1/2 1997, pagina 40). Hoogovens beproefde de cycloon in 1994 tot op een schaal van 20 ton per uur (175.000 ton per jaar). Maar tot een complete hoogoven volgens wat toen het 'Cyclone Converter Furnace' heette, kwam het niet. Het bedrijf vond toen geen partners om die ontwikkeling gezamenlijk aan te pakken. Daar brengt Ulcos nu verandering in.

Vorig jaar september kondigde het Ulcos-consortium aan de krachten te bundelen met het Brits/Australische mijnbouwconglomeraat Rio Tinto. In Australië beschikt Rio Tinto in een joint venture met bedrijven uit Amerika, Japan en China over een productielocatie volgens de Hismelt-technologie. Hierbij worden ijzerertsdeeltjes in een vloeibaar bad gereduceerd met kolen en zuurstofrijke lucht tot vloeibaar ijzer. Het plan is de CCF-cycloon van Hoogovens te combineren met zo'n Hismelt-converter. De naam Hlsarna is een combinatie van Hismelt en Isarna; de oorspronkelijke Ulcos-projectnaam, afgeleid van een oud Indo-europees woord voor ijzer.

"Dankzij de samenwerking met Rio Tinto kunnen we gebruikmaken van kennis en ervaring met vloeibaarbad-technologie", zegt Koen Meijer. Dat vloeibare bad is een essentieel onder-



Ir. Koen Meijer werd onlangs, samen met Huib den Hartog, genomineerd voor de European Inventor of the Year Award 2008, in de categorie Industrie voor de ontwikkeling van de Cyclone Converter Furnace (foto: Corus)

deel van het CCF-concept, maar is door Corus nooit op industriële schaal beproefd. "Door de cycloon met Hismelt te combineren, kunnen we de installatie opbouwen met componenten die we technologisch gezien in de vingers hebben."

Pilot-installatie

De Hlsarna-combinatie koppelt een goede CO₂-prestatie aan andere voordelen zoals relatief lage investeringen, compacte installaties en de mogelijkheid minder hoogwaardige ijzererts en steenkool toe te passen. In principe, tenminste. In Völklingen (D) moet de 'claim to fame' bewezen worden met een 65.000 ton pilot-installatie waarvan de bouw inmiddels van start is gegaan. Over ruim een jaar zal daar op het terrein van Saarstahl het eerste Hlsarna-ijzer gaan vloeien, waarna een drie jaar durende testfase is voorzien. Op de korte termijn heeft topgasrecycling de meeste potentie voor een halvering van de CO₂-reductie. Maar méér dan 50% reductie zit er niet in, onder andere omdat de productie van cokes noodzakelijk blijft. "Met Hlsarna zouden we wel eens op een reductie van 80% kunnen uitkomen", denkt Meijer. Maar vóórdat die belofte ingelost zal worden, is het volgens hem zeker al 2020 geweest. ■

Corus Ilmuiden ontwikkelde de cycloontechnologie al in de jaren 90 van de vorige eeuw. Deze technologie is nu één van de alternatieven voor het huidige hoogovenproces (foto: Corus)

Ultra-Low CO₂ Steelmaking

Het Ulcos-programma is een initiatief van de gezamenlijke Europese staalindustrie; 48 bedrijven en onderzoeksorganisaties uit vijftien landen nemen er aan deel onder aanvoering van ArcelorMittal. Gedurende de eerste fase met een looptijd van zes jaar, geven ze zo'n 33 miljoen euro uit. Het totale budget bedraagt 59 miljoen euro dankzij medefinanciering van de Europese Unie uit het zesde kaderprogramma voor onderzoek en technologische ontwikkeling en uit het onderzoeksfonds voor kolen en staal (RFCS).

Het ambitieuze doel is technologie te ontwikkelen om bij de productie van staal uit ijzererts de CO₂-emissie met 50% te kunnen reduceren, vergeleken met de huidige meest CO₂-vriendelijke installaties. Dat is niet alleen uit verantwoordelijkheid of idealisme, maar ook ingegeven door de harde realiteit.

Corus' Ulcos-coördinator Koen Meijer: "Voor onze afnemers, vooral in de bouwsector en de automobielenindustrie, worden de CO₂-aspecten van materialen steeds belangrijker. Verder komen er forse CO₂-emissieheffingen op ons af, die onze internationale concurrentiepositie kunnen bedreigen. En tenslotte is het milieuintago ook een belangrijke motivatie om de CO₂-emissie flink te reduceren." Het zit de staalindustrie in dat opzicht niet méé, vindt Meijer: "We werken er al jarenlang heel hard aan. We hebben het stofprobleem getackled, de problemen rond zwavel opgelost en de geluidsoverlast geminimaliseerd. En dan opeens is de CO₂-emissie mondiaal milieuprobleem. Het Ulcos-project laat zien dat we ook deze uitdaging oppakken."

Crisis

Het Ulcos-programma ging van start toen de Europese staalindustrie er bedrijfseconomisch gezien prima voorstond. Staalprijzen schoten omhoog, afzetvolumes stegen en bedrijfseconomisch zag de toekomst er gunstig uit. Dat veranderde vorig jaar in rap tempo en Corus nam zelfs de beslissing één van de Ilmuidense hoogovens tijdelijk buiten bedrijf te stellen. Zal de crisis gevolgen hebben voor de uitvoering van het Ulcos-programma? Koen Meijer denkt van niet. "Natuurlijk is niemand blij met de huidige economische situatie. Onderzoeksbudgetten staan ook flink onder druk. Maar de projecten in het kader van Ulcos dragen bij aan een schone en duurzame toekomst van de staalindustrie in Europa. De deelnemende bedrijven hebben zich aan deze visie gecommitteerd. Vooralsnog wordt alles volgens plan uitgevoerd."

www.ulcos.org
www.hismelt.com

