

# Programbeskrivning

Kompetenscentrum KCK  
Chalmers

(Katalys)

Etapp 2010-2013 (4 år)

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Programmets inriktning</b>	<b>4</b>
2.1	Vision.....	4
2.2	Syfte .....	4
2.3	Mål .....	4
2.4	Framgångskriterier .....	6
2.5	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden.....	6
2.6	Energirelevans .....	10
2.7	Samhälls- och näringslivsrelevans.....	11
2.8	Miljöaspekter .....	11
2.9	Projektgenomförare/projektdeltagare .....	12
2.10	Avnämare/intressenter .....	13
2.11	Arbetssätt .....	14
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Genomförande</b>	<b>18</b>
4.1	Tidplan .....	18
4.2	Budget och kostnadsplan .....	18
4.3	Ansökningskriterier och hantering av ansökningar .....	19
4.4	Programråd/programstyrelse.....	19
4.5	Kommunikationsplan och resultatspridning .....	20
4.6	Syntes.....	21
4.7	Utvärdering .....	21
<b>5</b>	<b>Avgränsningar</b>	<b>23</b>
5.1	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden.....	23
5.2	Andra anknyttande program inom Energimyndigheten.....	23
5.3	Andra anknyttande aktörer.....	24
5.4	Forsknings- och utvecklingsområden – översikt .....	24
5.5	Internationell samverkan.....	26
<b>6</b>	<b>Ytterligare Information</b>	<b>27</b>

# 1 Sammanfattning

Kompetenscentrum katalys, KCK, Etapp 2010-2013 är ett fyraårigt forskningsprogram finansierat av Energimyndigheten, Chalmers tekniska högskola och medlemsföretagen AB Volvo, Scania CV AB, Volvo Car Corporation AB, GM Powertrain Sweden AB, Rymdbolaget och Haldor Topsøe A/S. Från Chalmers deltar avdelningarna Kemisk fysik, Kemisk reaktionsteknik och Teknisk ytkemi.

Visionen är att med katalytiska tekniker skapa en bättre miljö. Programmets mål är att KCK skall vara ett interdisciplinärt internationellt etablerat forskningscentrum inom områdena katalys för emissionsrening och energirelaterad katalys. KCK skall ha en hög produktion av vetenskapliga artiklar och vara en effektiv och attraktiv partner som initierar och utför projekt tillsammans med industrin och andra akademiska grupperingar. Vidare skall KCK, inom sitt definierade verksamhetsområde, bedriva forskning inom hela spektret från grundläggande forskning till uppdrag för industri och annan offentlig verksamhet.

En viktig uppgift för centret är att utbilda forskare som är attraktiva för industrin såväl som akademien. KCK skall även på andra sätt bidra till kunskapsöverföring mellan universitet och industri.

Forskningen i KCK är organiserad i tre närliggande huvudprogram med starka synergi där de gemensamma nämnarna är energi, miljö och katalys. I det första programmet utvecklas metoder för att reducera kväveoxider i syreöverskott vilket är väsentligt för att kunna utnyttja bränsleffektiv mager förbränning utan ökad miljöbelastning. I det andra programmet studeras oxidation av bl.a. kolväten och partiklar. Det tredje programmet är inriktat mot katalytisk teknik för energiomvandling.

Förutom projekt finansierade av Energimyndigheten driver KCK en rad projekt med finansiering från EU, Vetenskapsrådet och andra statliga organ eller från industrin. Den breda finansieringen breddar och fördjupar centrets verksamhet.

Energimyndigheten följer upp programmet med hjälp av resultatmått och indikatorer.

## **2 Programmets inriktning**

### **2.1 Vision**

Visionen är att med ny- och vidareutvecklad katalytisk teknik bidra till ett uthålligt transport-, energi- och miljösystem.

Kompetenscentrum katalys skall vara en internationellt uppmärksammas forskningsorganisation både inom akademi och näringsliv och ett av världens främsta centra för forskning, utbildning och teknikutveckling inom katalytisk emissionsrening och katalys för uthålliga energisystem.

### **2.2 Syfte**

Syftet med forskningsprogrammet Kompetenscentrum katalys är att utveckla en excellent forskningsmiljö, som bedriver högkvalitativ forskning inom området katalytisk emissionsrening och katalys för uthålliga energisystem.

Programmet syftar till att utveckla ny katalysbaserad teknik med fokus på reduktion av emissioner från transport- och processindustri. Forskningen bör också bidra till att i) öka energieffektiviteten vid transporter och industriella processer, ii) att öka användningen av förnybara bränslen, och iii) explorativt bidra till andra områden där katalytisk teknik kan medverka till ett uthålligt energisystem.

### **2.3 Mål**

Programmets övergripande mål är att KCK inom områdena katalys för emissionsrening och katalys för uthålliga energisystem skall vara ett internationellt etablerat interdisciplinärt forskningscentrum som utvecklar kunskap för förbättring av den lokala och den globala miljön samt främjar utvecklingen mot ett uthålligt energieffektivt samhälle.

KCK skall ha en hög produktion av vetenskapliga artiklar. KCK skall vara en effektiv och attraktiv partner för både industri och akademi, som initierar och utför projekt tillsammans med industrin och andra akademiska grupperingar. KCK skall bedriva såväl grundläggande som tillämpad forskning. KCK skall utbilda forskare som är attraktiva för industri och för akademien. KCK skall bidra till överföring av kunskap mellan universitet och industri. Ett ytterligare mål är att KCK skall bidra till att fler kvinnor rekryteras som examensarbetare, forskarstuderande och till tjänster på högre akademisk nivå för att möjliggöra en jämnare fördelning mellan män och kvinnor inom universitet och företag.

Uppföljningsbara indikatorer för Kompetenscentrum katalys Etapp 2010-2013 är:

- Nya koncept av relevans för medlemsföretagen avseende exempelvis systemdesign, reglerprocesser eller material
- Nya modeller, teorier, experimentella metoder eller instrument
- Patentansökningar
- Artiklar i välrenommerade vetenskapliga tidskrifter
- Presentationer, speciellt inbjudna sådana, vid nationella och internationella vetenskapliga konferenser
- Citeringar i den vetenskapliga litteraturen
- Licentiat- och doktorsexamina, samt examensarbeten
- Befordran till docent, till biträdande professor och till professor.
- Utbildade doktorer, licentiat- och civilingenjörer som anställs i medlemsföretagen (person och kunskapsöverföring)
- Utvecklande av nya kurser inom högskolan
- Utvecklande av nya kurser öppna för företag
- Doktorander, postdoktorer och seniora forskare som på eget initiativ söker sig till KCK
- Finansiering till KCK-baserad och relevant verksamhet från andra finansieringskällor, t.ex. EU-program
- Industrisamarbets- och uppdragsprojekt utöver de med medlemsföretagen
- Förtroendeuppdrag i internationella organisationer relaterade till KCK:s verksamhet

Projekten i KCK drivs huvudsakligen som stora öppna program där flera företag, som konkurrerar på samma marknad, deltar. Det blir då naturligt att de resultat som kommer fram ofta blir av mer generisk natur och leder till vetenskapliga publikationer snarare än patentansökningar. Det hindrar inte att det angeläget att skydda patenterbara resultat och att medverka till att idéer som ej naturligt tas om hand av medlemsföretagen kan bidra till bildandet av nya företag.

## 2.4 Framgångskriterier

Programmet har följande kriterier på framgång:

Berörda delar av näringslivet upplever KCK som en attraktiv forskningsmiljö för samverkan, problemlösning och långsiktig kompetensutveckling.

Uthålligt och engagerat deltagande från näringslivet i ledning, genomförande och finansiering av forskningsprogrammet.

Förstärkt kompetensprofil inom området katalys för emissionsrening, där KCK redan är internationellt uppmärksammat, samt ny och starkare kompetensprofil inom området katalys för energiomvandling.

Breddad intressentkrets inom svenskt näringsliv.

Att KCK utöver anslag från Energimyndigheten, Chalmers och medlemsföretagen även erhålla externa forskningsanslag från nationella och internationella företag inom och utom centret, EU, forskningsråd och stiftelser, Vägverket m.fl.

Fortsatt och vidareutvecklad samverkan med Chalmers grund- och forskarutbildning.

Kurser för företag inom KCK:s verksamhetsområde.

Forskningsresultat som medlemsföretagen integrerar/exploaterar i sin egen FoU- och/eller produktutveckling.

Utökat samarbete med välrenommerade forskargrupper, forskningsinstitutioner och centra nationellt och framförallt internationellt, inte minst inom EU-finansierade forskningsprojekt.

## 2.5 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden

Kompetenscentrum katalys, Etapp 2010-2013, omfattar följande tre delområden:

- Katalytisk reduktion av kväveoxider i syreöverskott
- Katalytisk oxidation vid låg temperatur
- Katalytisk teknik för energiomvandling

Dessa områden utgör centrets huvudprogram under perioden. Varje program är i sin tur uppdelat i projekt. Forskningsprogrammets inriktning följs upp och uppdateras kontinuerligt av KCK:s styrelse. Eventuella nya eller modifierade

inriktningar väljs efter noggrann intern analys och efter rekommendation från KCK:s vetenskapliga råd, samt efter synpunkter från kommande internationella utvärderingar av centret.

Projekten består av en blandning av tillämpningsdrivna projekt och projekt för uppbyggnad av kunskaps- och teknologiplattformar som t.ex. nanoteknikbaserade modellkatalysatorer. KCK:s ledning ansvarar för att en harmoniserande blandning av och balans mellan dessa typer av projekt vidmakthålls. Detta är viktigt för att samtidigt möta medlemsföretagens behov i närtid och utveckla kunskapsplattformar och metoder för framtida behov, samt för att hävda en stark position vid den internationella forskningsfronten. Nedan följer en beskrivning av KCK:s huvudprogram.

### **2.5.1 Katalytisk reduktion av kväveoxider i syreöverskott**

Programmet syftar till att utveckla och förbättra metoder att reducera kväveoxider i syreöverskott, s.k. magra förhållanden. Detta är mycket viktigt för dagens och framtida motorkoncept, baserade på bränsleeffektiv förbränning av konventionella eller förnybara bränslen i överskott av syre. Det finns flera sätt att åstadkomma mager  $\text{NO}_x$ -reduktion. I huvudsak består problemet i att tillsätta ett reduktionsmedel som selektivt reagerar med kväveoxiderna men inte med syret i avgaserna. Samtidigt måste mängden reduktionsmedel vara tillräckligt låg för att minimera det s.k. bränsletraffet (d.v.s. undvika lägre bränsleeffektivitet). För att åstadkomma detta finns för närvarande tre huvudkoncept, samt kombinationer av dessa, som kommer att studeras under Etapp 2010-2013.

#### $\text{NO}_x$ -lagringskatalysatorer

Med denna metod lagras kväveoxiderna i katalysatorn som relativt stabila nitrater. När katalysatorn är mättad med nitrater frisätts och reduceras dessa till kväve genom att luft/bränsleförhållandet till motorn styrs så att en syrefattig, fet, avgas-sammansättning temporärt bildas. Efter regenereringen kan katalysatorn åter lagra  $\text{NO}_x$ . Ett stort problem i sammanhanget är deaktivering av katalysatorerna, särskilt av svavelföreningar från bränsle och smörjolja. Viktiga frågeställningar är framförallt förståelse av mekanismerna för lagring, regenerering och deaktivering av  $\text{NO}_x$ -lagringskatalysatorer.

#### Kontinuerlig reduktion av $\text{NO}_x$

Här försöker man finna kombinationer av katalysatormaterial och reduktionsmedel som är effektiva för  $\text{NO}_x$ -reduktion i syreöverskott. Av stor betydelse är inverkan av katalysatorns bärarmaterial för reduktionen av  $\text{NO}_x$ . Reduktionsmedlet är i allmänhet bränslet i sig eller derivat/reformat av bränslet. Zeolit-baserade katalysatorer och katalysatorer baserade på silver-aluminiumoxid är särskilt lovande i detta sammanhang.

### Selektiv reduktion av NO<sub>x</sub> med urea/ammoniak

Med denna metod reduceras kväveoxiderna med hjälp av ett externt tillsatt reduktionsmedel med hög selektivitet att reducera kväveoxider (selective catalytic reduction, SCR). I allmänhet används ammoniak eller ämnen som bildar ammoniak när de sönderdelas som t.ex. urea och fasta ammoniumföreningar. Vanligtvis används katalysatorer baserade på vanadinoxid. Av miljöskäl är detta ett mindre önskvärt val av katalysator, och att hitta alternativ till vanadinoxid är därför en prioriterad uppgift under Etapp 2010-2013. KCK har bl.a. tillgång till metoder baserade på s.k. "high throughput screening" (HTS) för att utvärdera ett större antal potentiella SCR-katalysatorer. Vidare är tillförseln av urea/ammoniak till katalysatorn av stor betydelse för effektiv reduktion av NO<sub>x</sub> och kommer därför att studeras under perioden. Transient tillförsel av reduktionsmedlet är här ett lovande koncept för zeolitbaserade SCR-katalysatorer.

### **2.5.2 Katalytisk oxidation vid låg temperatur**

Programmet syftar till att finna sätt att oxidera kolväten, kolmonoxid, oxygenater, samt sot och partiklar vid låga temperaturer. En starkt drivande utveckling mot allt mer bränsleeffektiva motorer som ger kallare avgaser ökar kraven på framtidens efterbehandlingsystem för avgaser. När bränsleeffektiviteten ökar minskar avgastemperaturen och katalysatorns kritiska arbetstemperatur (under vilken den inte fungerar tillfredsställande) måste sänkas. På motsvarande sätt ökar kraven på reningssystem för emissioner från kemiska processer för energieffektiv rening. I bägge fallen är katalysbaserade system som är effektiva vid låga temperaturer attraktiva lösningar för att möta både dagens och framtidens lagkrav och undvika extra energitillförsel för att höja arbetstemperaturen. Under Etapp 2010-2013 kommer främst följande metoder och koncept för ökad aktivitet vid låga temperaturer att studeras:

#### Sammansättning och fördelning av aktiv fas

Fokus på denna metod är katalysatorns sammansättning av aktiva komponenter. Ädelmetaller utgör den viktigaste gruppen material med hög aktivitet vid låga temperaturer. Genom att placera ädelmetallerna på lämpligt sätt (icke homogent) i katalysatorn kan katalysatorns effektivitet avsevärt förbättras. Det kan göras genom att optimera den axiella och radiella fördelningen av aktivt katalysatormaterial samt den lokala koncentrationen av ädelmetaller i monolitbaserade bilavgaskatalysatorer. Promotering av ädelmetaller med metalloxider kan också avsevärt förbättra aktiviteten vid låga temperaturer.

#### Styrning av avgassammansättningen

Med den här gruppen av metoder styrs avgasens sammansättning eller temporärt adsorberas specifika avgaskomponenter före katalysatorns aktiva säten för att uppnå ökad lågtemperaturaktivitet. Gruppen innefattar adsorbenter för t.ex. kolväten och vatten vid kallstart av motorer, periodisk styrning av avgassammansättningen samt tillsats av oxidationsmedel. Zeoliter är goda exempel på adsorbenter som, beroende på kemisk sammansättning, kan adsorbiera antingen vatten eller kolväten. Periodisk styrning kan t.ex. innebära en kontrollerad,



temporär, ökning eller minskning av luft/kolväteförhållandet i avgasen. Vidare bidrar oxidation av NO till NO<sub>2</sub> i dieselavgaser till ökad aktivitet för oxidation av sot och partiklar vid regenerering av partikelfilter eftersom kvävedioxid är ett starkare oxidationsmedel än syre.

#### Optimering av värmefördelningen i katalysatorn

Med ett effektivt utnyttjande av energiinnehållet i avgaserna kan man hålla temperaturen i reaktionszonen hög medan avgasernas temperatur är låg. Genom utveckling av nya material och ny design av katalysatorsystemen kan reaktionszonen isoleras termiskt från avgaserna. Man kan utnyttja effekten både transient genom att bibehålla värmet i materialet då avgastemperaturen varierar i tiden och stationärt med effektiv isolering och värmeväxling. En optimering av värmefördelningen kan utnyttjas vid oxidation av sot och partiklar i partikelfällor. Med traditionella lösningar får man en ökning av temperaturen i reaktionszonen motsvarande den adiabatiska temperaturökningen d.v.s. för 0.1% CO i avgaserna är reaktionszonen 10°C högre än i avgaserna. Med ny design och nya material som har låg värmeledning men samtidigt hög permeabilitet för reaktanterna kan man få betydligt högre temperatur i reaktionszonen.

### **2.5.3 Katalytisk teknik för energiomvandling**

Teknik baserad på katalys kan användas både för energitillförsel, ökad energieffektivitet och i energiomvandlingsprocesser. Bränsleceller är ett exempel på en energiomvandlingstillämpning där nanoteknologi och elektrokemisk katalys förenas i sökandet efter nya effektiva och stabila elektroder, som dels reducerar behovet av dyra ädelmetaller och dels ökar livslängden. Fotoelektrokemiska solceller, t.ex. Grätzelcellen är ett exempel på energitillförsel med solenergi, som utnyttjar fotokatalys i nanopartikelsystem. Försök att utnyttja en liknande process för väteframställning stimuleras av försök att efterlikna växternas fotosyntes. De senare är två exempel där långa ledtider förväntas innan omfattande praktisk användning kommer att ske. Ett mer närliggande och påträngande behov (och möjlighet) är att utnyttja katalytisk teknik för omvandling av konventionella och förnybara råvaror till bränsle som t.ex. alkoholer, etrar och Fisher-Tropschdiesel. Särskilt intressant i detta sammanhang är sk. on-boardframställning av bränslet med hjälp av katalytisk teknik.

Vätelagring, som är en av utmaningarna i ett vätgasbaserat energisystem, gynnas av kombinationer av nanostrukturer som kan katalysera sönderdelningen och rekombinationen av väte vid in- respektive utlagring av väte. Nanopartiklar erbjuder fördelen att in- och utlagring kan bli mycket snabbare. Effektiva katalysatorer behövs för omvandling av naturgas till andra bränslen.

Ett annat viktigt område är energieffektivisering i industriella processer. Detta utnyttjas redan i en lång rad storskaliga processer som t.ex. ammoniakframställning. Genom att utveckla nya och/eller bättre katalysatorer och katalytiska system kan sådana energikrävande processer utföras med allt lägre

energikostnad. Även mer okonventionella applikationer som t.ex. rening av inomhusluft och vattenrening, har betydande energibesparingspotential.

Samtliga av dessa områden kommer inte att studeras under Etapp 2010-2013. Områdena nämns i första hand för att exemplifiera hur diversifierad de möjliga användningarna av katalys för energieffektivisering är. En generell kompetensuppbyggnad inom katalysområdet av det slag som skett i KCK och ny som föreslås, skapar möjligheter att implementera denna potential i framtiden. Under perioden kommer nanoteknologi framförallt att utnyttjas för forskning inom bränsleceller. Ett område som explorativt kommer att undersökas för att få underlag för ev. fortsättning i större omfattning i senare perioder är kombinationen av normal katalys och fotokatalys för att energieffektivt använda ljus för att öka energieffektiviteten i vissa fotokatalytiska processer, där fotokatalys skulle kunna sänka den genomsnittliga arbetstemperaturen.

KCK driver flera externt finansierade projekt som rör förnybara bränslen. För närvarande är det framförallt projekt där katalytisk efterbehandling vid användning av biogas respektive dimetyleter (DME) som alternativ till konventionella bränslen studeras. Intresset för förnybara bränslen väntas öka under perioden.

## 2.6 Energirelevans

Verksamheten inom KCK har mycket stor energirelevans. Katalytisk teknik är av central betydelse vid rening av emissioner vid transporter och från industriella processer samt för miljövänlig energiteknik. Nya effektivare katalysatorer för industriella processer samt för miljövänlig teknik förväntas kunna minska energianvändningen i dessa processer. Generellt förväntas katalytisk teknik spela en viktig roll i utvecklingen av ett uthålligt energisystem och även på vägen dit genom effektivare användning och omvandling av fossila bränslen.

Kombinationen av ett ökande transportbehov och en stagnation eller minskning av oljeproduktionen driver utvecklingen mot energieffektiva transporter. Med ökande oljepris kommer även efterfrågan på alternativ till bensin, diesel, bunkerolja och flygfotogen (nu producerade från råolja) att öka. En ökande medvetenhet om klimatförändringar, kommer ytterligare att öka efterfrågan på förnybara bränslen. I mellantiden finns stor sannolikhet att kolförgasning eller kolförvätskning, med katalytisk teknik, kommer in i bilden.

KCK:s uppgift är att bedriva högkvalitativ forskning som leder fram till ny katalysbaserad teknik som bidrar till en ökad energieffektivitet, främjar användandet av förnybara bränslen och nedbringar emissioner vid transporter och från processindustri. Den kompetensbas som byggs upp inom katalys har en bredare potential på längre sikt, för energitillförsel, energiomvandling och energieffektiva processer.

## 2.7 Samhälls- och näringslivsrelevans

Generellt är samhällsrelevansen i hög grad den samma som energi- och miljörelevansen. Mer specifikt kan tilläggas att svensk fordonsindustri är mycket betydelsefull för det svenska näringslivet. I forskningsprogrammet Kompetenscentrum katalys deltar samtliga större svenska fordonstillverkare. Programmet fokuserar på centrala frågor som emissioner och energieffektivitet och är därför relevant för utvecklingen av svensk fordonsindustri. En energieffektiv rening av emissioner från förbränningsmotorer stärker konkurrenskraften för fordonstillverkarna samt deras underleverantörer i en alltmer globaliserad värld. Utveckling av bränsleekonomiska förbränningsprocesser med effektiv emissionsrening är även väsentligt för transportindustrin utöver fordonsindustrin. Programmet är därför relevant för utvecklingen av svensk transportindustri generellt. En energieffektiv emissionsrening av processgaser stärker på motsvarande sätt konkurrenskraften för kemisk processindustri.

Tillverkare av katalysatorer och katalysatorbaserade system för emissionsrening och energiomvandling gynnas av positiva resultat från forskningsprogrammet. Vidare gynnas tillverkare och producenter av förnybara drivmedel av lyckade resultat av forskningsprogrammet.

En ökad användning av förnybara bränslen bidrar starkt till ett uthålligt energisystem. Resultat som leder till förbättrad bränsleekonomi gynnar ägare och användare av fordon. Låg bränsleförbrukning är idag ett av de viktigaste kundkraven från köpare av kommersiella fordon.

Resultaten från forskningsprogrammet kan påverka lagstiftningen genom att klargöra möjligheter och konsekvenser av förändrade utsläppskrav vid transporter och för processindustrin. Förbättrad teknik för emissionsrening gynnar en bredare allmänhet i form av en bättre miljö men även svensk industris konkurrenskraft.

Den långsiktiga kompetensuppbyggnaden förväntas ha stor betydelse för framtida katalysbaserad energiteknik.

## 2.8 Miljöaspekter

Miljörelevansen är mycket hög, i själva verket en drivande faktor för KCK, illustrerad av centrets visionsformulering: "Visionen är att med ny- och vidareutvecklad katalytisk teknik bidra till ett uthålligt transport-, energi- och miljösystem". Global uppvärmning är idag ett av de stora hoten mot vår miljö. Mycket talar för att utsläpp av antropogen koldioxid utgör det största bidraget till den globala uppvärmningen. Transportsektorn står här för en stor del av koldioxidutsläppen. Med nya mer bränsleeffektiva förbränningsmotorer, elhybridteknik och bränslecellsystem kan CO<sub>2</sub>-emissionerna minskas. Genom att

även öka användningen av förnybara bränslen kan andelen CO<sub>2</sub> från icke-förnybara, fossila, bränslen ytterligare minskas. Det är därför av största vikt att utvecklingen av nya mer bränsleeffektiva motorer påskyndas samt att användningen av förnybara drivmedel ökar.

Samtidigt är det mycket viktigt att vinsten i bränsleeffektivitet inte medför ökade emissioner av skadliga ämnen som t.ex. kväveoxider, kolväten, partiklar eller växthusgaser.

Miljöhänsyn är drivkraften till praktiskt taget all verksamhet i centret. KCK:s uppgift är att bedriva högkvalitativ forskning som leder fram till ny katalysbaserad teknik som bidrar till en ökad energieffektivitet, främjar användandet av förnybara bränslen och nedbringa emissioner från transporter och processindustri till ett minimum.

## **2.9 Projektgenomförare/projektdeltagare**

Forskningen inom KCK bedrivs genom tvärvetenskapliga projekt med stark koppling till näringslivet. Projekten sträcker sig från grundforskning till direkta tillämpningar. Projekten rymmer breda frågeställningar av intresse för såväl högskolan som industrin.

KCK leds av en föreståndare och en biträdande föreståndare. Övergripande frågor om forskningsprogrammets inriktning, ekonomi och personal beslutas i KCK:s styrelse med representanter för medlemsföretagen, Chalmersavdelningarna och Energimyndigheten. Forskningsprogrammet granskas årligen av ett vetenskapligt råd som består av tre internationella experter inom programmets forskningsområde.

För att nå programmets mål är det viktigt att skapa kreativa och väl sammanhållna forskarmiljöer med tillräckligt stor kritisk massa. Genomförare av projekten i forskningsprogrammet är seniora forskare och doktorander vid avdelningarna Kemisk fysik, Kemisk reaktionsteknik och Teknisk ytkemi på Chalmers samt forskare anställda på medlemsföretagen. I den senare kategorin är särskilt industridoktorander viktiga för att få en väl sammanhållen forskarmiljö där både högskolan och medlemsföretagen deltar aktivt i forskningen. En annan viktig kategori är adjungerade professorer med förankring i medlemsföretagen. Den nära kopplingen till KCK:s medlemsföretag underlättar spridningen och vidareutvecklingen av projektresultat. *Majoriteten* av de disputerade forskarna som KCK producerat under tidigare etapper har fått anställning inom medlemsföretag eller företag nära knutna till centret.

## 2.10 Avnämare/intressenter

Avnämare till programmets resultat är primärt programmets medlemsföretag vilka är: AB Volvo, Volvo Car Corporation AB, GM Powertrain Sweden AB, Scania CV AB, Haldor Topsøe A/S och Rymdbolaget AB. Rättigheterna till programmets resultat regleras av centrets immaterialrättsavtal.

I en vidare bemärkelse är även företag utanför programmets medlemsfär avnämare då majoriteten av programmets resultat publiceras i internationella vetenskapliga tidskrifter. Tillverkare och användare av katalysatorer och katalysatorbaserade system för emissionsrening och energiomvandling gynnas av positiva resultat från forskningsprogrammet. Vidare gynnas tillverkare och producenter av förnybara drivmedel av lyckade resultat av forskningsprogrammet. På sikt kommer troligen en ökande andel av energiaktörerna på marknaden att intressera sig för katalytisk teknik för både tillförsel, omvandling, användning och miljörelaterad rening. Katalytisk teknik kommer med största sannolikhet att bli allt effektivare och därmed mera attraktiv för olika delar av processindustrin, framförallt för energieffektivisering.

En ökad användning av förnyelsebara bränslen bidrar starkt till ett uthålligt energisystem. Resultat som leder till förbättrad bränsleekonomi gynnar ägare och användare av fordon.

Resultaten från forskningsprogrammet kan påverka lagstiftarna att skärpa utsläppskraven vid transporter och för processindustrin. Skärpta lagkrav gynnar en bredare allmänhet men även svensk industris konkurrenskraft när det gäller energieffektiva lösningar för emissionsrening.

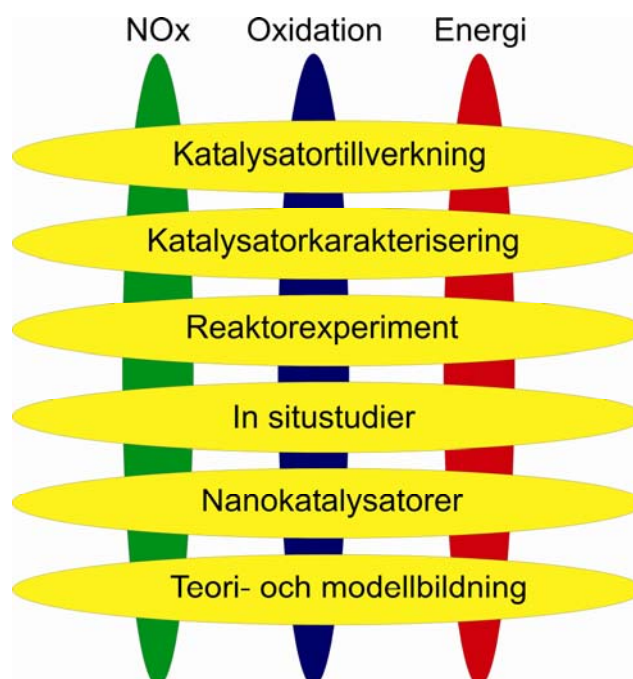
Visionen är att KCK skall vara en självklar samarbetspartner inom energi- och miljörelaterad katalys i Sverige.

## 2.11 Arbetsätt

Kompetenscentrum katalys, Etapp 2010-2013, omfattar följande tre delområden:

- Katalytisk reduktion av kväveoxider i syreöverskott
- Katalytisk oxidation vid låg temperatur
- Katalytisk teknik för energiomvandling

Dessa områden utgör centrets huvudprogram under perioden. I samtliga av dessa program ingår projekt av mer generisk karaktär, se Figur 1.



Figur 1. Aktiviteter inom KCK:s huvudprogram

För att uppnå målen i KCK:s forskningsprogram behövs ett brett angreppssätt som bygger och utvecklar kunskapsplattformar. Inom varje program behövs därför komponenter av skild karaktär.

- Tillverkning av katalysatorer
- Testning och utvärdering av katalytiska egenskaper
- Studier av reaktionsmekanismer
- Katalysator karakterisering
- Nanofabrikation och studier av strukturellt väldefinierade modellsystem
- Teori- och modellbildning

KCK har under tidigare etapper byggt upp ett arbetssätt där varje projekt innehåller flera av dessa komponenter. Detta är en förhållandevis unik forskningsmiljö som programmet avser att utveckla. Det tvärdisciplinära arbetssättet med aktiviteter från grundforskning till direkt tillämpning är av intresse för såväl deltagande forskare inom högskolan som för FoU-personal och produktutvecklare inom industrin.

Nedan följer exempel på de metoder som används inom centret.

#### Katalysator tillverkning

Tillverkning av katalysatorer sker med ett flertal metoder som t.ex. impregnering av bärmaterial med metallkomplex eller saltlösningar av föregångare till den aktiva fasen, sol-gelmetoder, och samfällning av enskilda metallsalter för att tillverka blandoxider. Mikroporösa material som t.ex. zeoliter och mesoporösa material syntetiseras med olika metoder.

#### Testning och utvärdering av katalysatorer

Mätning av aktivitet, selektivitet och stabilitet sker i olika typer av flödesreaktorsystem. Katalysatorer baserade på keramiska och metalliska monolitstommar samt pellets och pulverprover kan testas och utvärderas i dessa reaktorsystem. Temperaturprogrammerade metoder såsom reaktion (TPRS), desorption (TPD), oxidation (TPO) och reduktion (TPR) används som komplement till flödesreaktorförsöken vid katalysatorutvärderingen.

High throughput screening (HTS) utvecklades först av läkemedelsindustrin men används idag även inom forskning och utveckling av katalysatorindustrin. Angreppssättet kan beskrivas som en återkopplad trestegsprocess: (i) snabb tillverkning av katalysatorer med systematisk variation av materialegenskaper (t.ex. aktiv fas, bärmaterial, promotorer och stabilisatorer), (ii) snabb testning av det tillverkade provernas katalytiska egenskaper (t.ex. aktivitet, selektivitet och stabilitet) och (iii) snabb behandling och utvärdering av data som används vid design av följande provserier. Ett HTS-system som framförallt är anpassat till att mäta katalytiska egenskaper hos emissionskatalysatorer har byggts upp inom centret. Systemet kan även användas för mätning av motsvarande egenskaper hos prover tillverkade med kolloidal litografi, elektronstrålelitografi och mikroemulsionsteknik.

#### Studier av reaktionsmekanismer

Att utröna reaktionsmekanismer är en viktig del av katalysatorforskningen. KCK använder flera s.k. in-situmetoder för detta ändamål. Infrarödspektroskopi (FTIR/DRIFT) används för att följa bildning av adsorbat på katalysatorytan under reaktion. Dessa adsorbat ger viktig information om reaktionsvägar och mekanismer för katalysatordeaktivering. Röntgenabsorptionsspektroskopi (XANES/EXAFS) används för att studera förändringar av katalysatorns aktiva fas under reaktion. Isotoputbytesstudier används med fördel både för kinetiska och mekanistiska studier av katalysatorer.



### Katalysatorkaraktisering

Röntgendiffraktion (XRD) används för att mäta sammansättningen av kristallina faser, fotoelektron-spektroskopi (XPS/ESCA) används för att bestämma den kemiska sammansättningen på katalysatorytan och fysisorption av kväve eller argon är den vanligaste metoden för att mäta katalysatorernas totalyta och porstorleksfördelning. För att mäta ytan av katalysatorernas aktiva fas används selektiv kemisorption. Vidare används mikrokolorimetri för att mäta adsorptions-, reaktions- och desorptionsvärme. Flera olika metoder baserade på elektronmikroskopi (t.ex. TEM och SEM) används för att direkt observera olika katalysator-komponenter. Medlemsföretaget Haldor Topsøe har bl.a. ett unikt transmissions-elektronmikroskop (ETEM) för in-situmätning i närvaro av reaktiva gaser.

### Nanofabrikation

Inom KCK används flera metoder för att tillverka väldefinierade modellprover av konventionella katalysatorer i syfte att få ökad mekanistisk förståelse för hur sådana katalysatorer fungerar. Modellsystemen kan här ge nya insikter i hur förbättrade katalysatorer designas. Modellsystemen kan tillverkas genom att väldefinierade matriser av nanopartiklar, där partikelstorlek och avstånd mellan partiklarna styrs, deponeras på väldefinierade ytor av substratmaterial. Tillverkningen av sådana system kan ske med flera metoder som finns tillgängliga inom centret. I detta sammanhang är det framför allt elektronstrålelitografi (EBL), kolloidal litografi (CL), mikroemulsionsteknologi och syntes av mesoporösa material från flytande kristaller som är intressanta. För att kunna mäta katalytisk aktivitet för nanofabricserade modellprover behövs mikroreaktorer. Flera mikroreaktorkoncept utvärderas inom centret.

### Teori- och modellbildning

Modellering och simulering är integrerade verktyg inom katalysforskningen. Modellering används för att förstå experimentella observationer och för att planera nya experiment. Modeller kan dessutom även användas för design av katalysatorsystem och i en fortsättning även för processtyrning t.ex. motorstyrning. Vid byggandet av teoretiska modeller beaktas reaktionskinetik och mass- och värmetransport. På makroskopisk nivå kan ett katalytiskt reaktorsystem behandlas med hjälp av fluiddynamik där källtermer beskriver kemiska reaktioner. På mesoskopisk nivå är transporten av reaktanter och reaktionsprodukter mellan gasfas och katalysatorns aktiva säten via katalysatorns porssystem det primära. Slutligen, på mikroskopisk nivå är lokala fenomen som adsorption, ytdiffusion, ytreaktion och desorption hörnstenar vid byggandet av teoretiska modeller. Olika teoretiska angreppssätt används beroende på vilket fenomen som studeras. Dessa spänner från strömningsdynamikberäkningar till beräkningar baserade på kvantmekanik för att beskriva kemiska bindningar.



### 3 Bakgrund

Katalytisk rening av avgaser från Otto-motorer, d.v.s. bensinmotorer, är idag en väl etablerad teknik som radikalt har minskat halten skadliga ämnen i avgaser från bilar. Skadliga avgaskomponenter som produceras från varma motorer omvandlas mycket effektivt till oskadliga eller mindre skadliga ämnen i den konventionella trevägskatalysatorn. De lagkrav som drivit fram denna utveckling kommer att bli än hårdare och innefattar även dieselmotorer och fasta förbränningsanläggningar. Här finns emellertid stora vetenskapliga och tekniska problem kvar att lösa. Katalys i relation till uthålliga energisystem är ett annat område som blir alltmer aktuellt. För energiomvandling är bränsleceller ett exempel där forskning behövs för att reducera behovet av dyra ädelmetaller. Ett ökande användande av förnybara bränslen kommer att leda till nya utmaningar när det gäller emissionsrening.

Med starka industrier inom fordonsteknik samt inom energi- och miljöteknik har Sverige stora möjligheter att utnyttja katalytisk teknik i industriell verksamhet. Det industrin främst frågar efter är mer kunskap inom katalytisk NO<sub>x</sub>-rening, lågtemperaturaktivitet, transienta förlopp och katalysatorrtålighet/deaktivering. Dessa är utpräglade tvärdisciplinära forskningsområden. Det behövs kunskaper inom katalyskemi, kemisk reaktionsteknik, fysik och fysikalisk kemi, materialvetenskap, strömning, mass- och värmetransport mm. Systemaspekterna kräver kunskap om förbränningsystem, process- och reglerteknik, sensorteknik, etc.

KCK har sedan starten 1995 som övergripande mål att bedriva högkvalitativ forskning och utveckling inom områdena katalytisk teknik för rening av emissioner från fordon och industriella processer samt miljövänlig energiteknik. Verksamheten är inriktad mot rening av emissioner från fordon och fasta anläggningar samt katalys för energiomvandling. Forskningen inom katalytisk rening av emissioner innehåller forskningsprogram inom NO<sub>x</sub>-rening och lågtemperaturaktivitet. Under Etapp 2010-2013 kommer KCK att fortsätta och vidareutveckla nuvarande projekt samt initiera nya långsiktiga projekt med bäring på uthålliga energisystem. I förhållande till omvärlden är bedömningarna följande. Det finns för närvarande ingen jämförbar aktivitet i Sverige vad gäller både tvärvetenskaplighet, bredd, djup (grundforskning – tillämpad forskning), industrisamarbete m.m. beträffande katalytisk emissionsrening. Internationellt har KCK nått en ledande position inom nischområden, framförallt NO<sub>x</sub>-rening och nanoteknologi för katalys. Grunden för det senare påståendet är t.ex. en lång rad inbjudna föredrag och artiklar till framstående vetenskapliga konferenser och tidskrifter, olika internationella uppdrag såsom utvärderingar och refereeuppdrag, samt omnämnande i kartläggningar av globala centra. Det långsiktiga behovet av forskning inom centrets områden kommer att öka. Detta gäller både katalys för emissionsrening och uthålliga energisystem. Grunderna för det senare påståendet har artikulerats ovan.

## 4 Genomförande

### 4.1 Tidplan

Programmet Kompetenscentrum katalys, Etapp 2010-2013 löper över fyra år med start 2010-01-01. En utvärdering av programmet kommer att utföras av Energimyndigheten under 2013 för att utgöra underlagsmaterial för inriktning och nivå för fortsatta satsningar.

### 4.2 Budget och kostnadsplan

Budgetramen för programmet uppgår till 22 miljoner kronor per år, sammanlagt 86 miljoner kronor för hela perioden, 2010-01-01 – 2013-12-31. Chalmers och de deltagande medlemsföretagen deltar med såväl kontanta medel som naturainsatser.

#### Budgetsammanställning för KCK, Etapp 2010-2013 (2010-01-01 -- 2013-12-31)

Intäkter	Kontant kSEK/år	Natura kSEK/år	Totalt kSEK/år	Totalt kSEK
Energimyndigheten	7000		7000	28000
Chalmers	750	6520	7270	29080
Medlemsföretagen	1900	5350	7250	29000
<b>Summa</b>	<b>9650</b>	<b>11870</b>	<b>21520</b>	<b>86080</b>

#### Företagsinsats för KCK, Etapp 2010-2013

Intäkter	Kontant kSEK/år	Natura kSEK/år	Totalt kSEK/år	Totalt kSEK
AB Volvo	400	950	1350	5400
Volvo Car Corporation	400	950	1350	5400
GM Powertrain Sweden	400	950	1350	5400
Scania CV	400	950	1350	5400
Haldor Topsøe	250	1100	1350	5400
Rymdbolaget	50	450	500	2000
<b>Summa</b>	<b>1900</b>	<b>5350</b>	<b>7250</b>	<b>29000</b>

### Specifikation av kostnader & kostnadsbärare för KCK, Etapp 2010-2013

Kostnader	Chalmers kSEK/år	Företag kSEK/år	STEM kSEK/år	Summa kSEK/år
Programkostnader				
NOx-reduktion	1970	2850	1400	6220
Lågtemperaturoxidation	1870	2200	1300	5370
Energiomvandling	170	1700	1300	4870
Gemensamma kostn	640		950	1590
Utbildning, seminarie och Postdocprogram	720		250	720
Förvaltningskostn	200	500	1800	2500
<b>Totalt</b>	<b>7270</b>	<b>7250</b>	<b>7000</b>	<b>21520</b>
Andel av finansieringen, %	33.8	33.7	32.5	100.0

### 4.3 Ansökningskriterier och hantering av ansökningar

Övergripande frågor om forskningsprogrammets inriktning, ingående projekt och ekonomi beslutas i KCK:s styrelse där representanter från KCK:s medlemsföretag, Chalmers och Energimyndigheten ingår.

Vid val av projekt är det viktigaste kriteriet att projektet väl stämmer överens med forskningsprogrammets övergripande mål. Utöver detta bedöms även projektets vetenskapliga kvalitet, intresse och medverkan från medlemsföretagen, energi- och miljörelevans, samverkan med institutioner och organisationer utanför centret och projektets kostnader.

### 4.4 Programråd/programstyrelse

KCK leds av en föreståndare och en biträdande föreståndare. Övergripande frågor beslutas i KCK:s styrelse med representanter från medlemsföretagen, Chalmers och Energimyndigheten. Styrelsens sammansättning beslutas av Chalmers rektor i samråd med Energimyndigheten.

Styrelsen för programmet har sedan 2008-09-26 nedanstående sammansättning.  
En ny eller delvis ny styrelse kommer att utses för Etapp 2010-2013:

AB Volvo	Heije Westberg
Chalmers	Bengt Andersson Krister Holmberg Bengt Kasemo, vice ordf. Eva Olsson
Energimyndigheten	Bernt Gustafsson
GM Powertrain Sweden	Tommy Björkqvist, ordf. Maria Holmström
Haldor Topsøe	Pär Gabrielsson Johanna Jonsdottir
Scania CV	Madelaine Nordqvist Jonas Hofstedt
Swedish Space Corporation	Peter Thormählen
Volvo Car Corporation	Börje Grandin Anna Hägg

#### 4.5 Kommunikationsplan och resultatspridning

Syftet och målgrupper med rapportering och resultatspridning är:

- (i) Säkerställa att forskningsresultaten sprids till industrin, där de kan utnyttjas för att utveckla ny katalysbaserad teknik som gör det möjligt att förbättra den lokala såväl som den globala miljön samt leda till ett uthålligt, energieffektivt samhälle.
- (ii) Resultatspridningen till det vetenskapliga samhället, som nås genom vedertagna kanaler såsom peer-review tidskrifter, internationella konferenser etc.
- (iii) En informationsspridning av bredare och mer lättillgänglig natur är speciellt viktig inom centrets område, eftersom de miljö- och energifrågor som centret arbetar med är av stort allmänintresse.

Följande aktiviteter underlättar spridning av resultat till industrin och andra direkta avnämare:

- Deltagande i årliga forskningsseminarier såsom Energitinget.
- Presentation av projektet i de sammanhang där Energimyndigheten så begär, varvid det skall framgå att projektet helt eller delvis finansieras av Energi-

myndigheten.

- Årlig lägesrapport skall inlämnas som beskriver hur arbetet fortskrider och eventuella avvikelser från plan samt redogör för viktigare uppnådda resultat i projekten.
- En skriftlig slutrapport med sammanfattning på svenska och engelska inlämnas till Energimyndigheten i fem exemplar. Slutrapporten skall vara populärvetenskapligt skriven.
- Direktöverföring av kunskap, metoder, kompetens i projekten och via personer som utbildats i centret och anställs av industrin.
- Centrets webbsida.

Informationsspridning och kommunikation till samhället i bred mening (allmänhet, myndigheter, politiker etc.) är viktig och samtidigt en utmaning. Personer verksamma i KCK har ett flertal engagemang i miljö- och energifrågor t.ex. i KVA- och IVA- kommittéer. Centrets medarbetare kommer på olika sätt att engagera sig i samhällsdebatten och populärvetenskapliga presentationer (t.ex. Vetenskapsfestivalen i Göteborg). Centret kommer också att utnyttja sin webbsida för dessa ändamål.

## 4.6 Syntes

Forskningsprogrammet kommer årligen att granskas av ett vetenskapligt råd som består av tre internationella experter inom programmets forskningsområde. Deras kommentarer och råd kommer att läggas till grund för en syntes som initieras av programstyrelsen mot slutet av perioden, d.v.s. 2013. I syntesen ingår även utvärderingar gjorda under tidigare etapper. Under föregående etapper har syntesarbetet bestått i att kritiskt granska och revidera det programinnehåll och de projekt som drivs. Detta har varit ett omfattande arbete över flera år.

## 4.7 Utvärdering

En utvärdering av programmet kommer att utföras av Energimyndigheten under 2013 för att utgöra underlagsmaterial för inriktning och nivå för fortsatta satsningar. Centret har vid flera tillfällen utvärderats. Resultaten från dessa utvärderingar har använts för att utveckla centrets verksamhet. En detaljerad beskrivning om framtida utvärderingsbehov är möjlig först då upplägg och önskemål från Energimyndigheten är fastlagda. I stora drag avses utvärderingen att förberedas på följande sätt.

Material som skall ställas utvärderarna tillhanda inför utvärderingsbesöket:

- Programbeskrivningen

- Mål för programmet och de enskilda projekten, genomförandet samt beskrivning av skäl för olika beslut under programmets gång. En övergripande redovisning av uppnådda resultat och avstämning av dessa mot uppsatta mål och framgångskriterier. En del av dessa beskrivs nedan.
- Information om forskningsgruppen; deltagande forskare och personal, inblandade myndigheter, industriella samarbetspartners, ekonomisk översikt, organisation och ledarskap.
- Information om vilka informationsaktiviteter som planerats och genomförts inom programmet och projekten, som konferenser, pressmeddelanden, artiklar och besök.
- Tekniska och vetenskapliga resultat samt hur resultaten implementeras; kort om nuvarande forskning och projekt (fokus, mål, nya angreppssätt och metoder), vetenskapliga rapporter, examination, utbildning, kurser och seminarier.
- Centrets roll i ett internationellt och ett nationellt perspektiv; arbetet mot långsiktiga mål, hur framgångsrik är centret i en internationell jämförelse, internationellt utbyte, roll inom universitetet.
- Avnämarnytta, påverkan på avnämare; kort sammanfattning av nuvarande medverkan från industrin och hur den har utvecklats sedan starten, arbetssätt, hur överförandet till avnämare underlättats, kommersialisering, lyckade projekt, inflytande på avnämnarnas deltagare, miljö- och energirelevans.
- Förslag på behov av och inriktning på eventuell fortsatt forskning och utveckling.

## 5 Avgränsningar

### 5.1 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden

Nyckelorden är energi-, miljö- och katalys. Verksamheten i centret är huvudsakligen inriktad mot katalys för emissionsrening och energirelaterad katalys.

Närliggande områden som inte omfattas av programmet utgörs av förbränningsmotorteknik samt förbränningsprocesser. Även med prefixet ”katalys” finns betydande avgränsningar. Industriell katalys för t.ex. kemikalieproduktion och livsmedel, oljeraffinering m.m. ingår inte generellt. Dessa områden kan dock beaktas i den mån det finns tydliga energi-effektiviseringsaspekter eller miljöaspekter, och/eller starka synergier med befintliga projekt. För att uppnå en kritisk massa inom de projekt som drivs, är det viktigt att forskningsprogrammet är fokuserat på ett begränsat antal områden som medlemsföretagen är intresserade av och som utnyttjar och utvecklar medlemsavdelningarnas intellektuella kapital.

Under programmets tidigare etapper har verksamheten varit fokuserad på rening av emissioner från fordon och från fasta anläggningar. Forskningen inom katalytisk rening av emissioner har innehållit forskningsprogram inom NO<sub>x</sub>-rening och lågtemperaturaktivitet. Under den kommande perioden kommer dessa projekt, som fortfarande har hög aktualitet för medlemsföretagen, att vidareutvecklas. Under Etapp 2010-2013 kommer verksamheten vidare att breddas med ökade aktiviteter inom området katalys för uthålliga energisystem.

### 5.2 Andra anknyttande program inom Energimyndigheten

Förbränningsmotorteknik, CERC, är ett kompetenscentrum vid Chalmers tekniska högskola som är finansierat av Energimyndigheten, Chalmers och flera medlemsföretag. CERC startade 1995 och är fokuserat på forskning inom förbränningsprocesser, särskilt bränslespraymodellering, diagnostik och flampropagering.

Förbränningsprocesser, KCFP, är ett kompetenscentrum vid Lunds tekniska högskola, finansierat av Energimyndigheten, Lunds tekniska högskola och flera medlemsföretag. Forskningen inom KCFP är fokuserad på diagnostik och modellering av förbränningsprocesser relevanta för industriella processer.

Gasväxlingsteknik, CICERO, är ett kompetenscentrum vid Kungliga tekniska högskolan finansierat av Energimyndigheten och flera medlemsföretag.

Forskningen inom CICERO är fokuserad på förbränningsmotorteknik och särskilt inriktat mot gasväxling och överladdning.

### **5.3 Andra anknyttande aktörer**

Verket för innovationssystem, VINNOVA är värd för kansliet för Fordonsstrategisk Forskning och Innovation – FFI. Svenska staten har genom myndigheterna VINNOVA, Vägverket och Energimyndigheten tecknat avtal med svensk fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter. Övergripande innebär satsningen ett samarbete för att nå samhälliga och industriella mål inom de två temaområdena Klimat & Miljö respektive Säkerhet. Bakgrunden till satsningen är att utvecklingen inom vägtransporter och svensk fordonsindustri har stor betydelse för tillväxt.

Stiftelsen för miljöstrategisk forskning, MISTRA, är en stiftelse som finansierar och organiserar forskning som syftar till att lösa strategiska miljöproblem. Ett MISTRA-program är framgångsrikt när vetenskapligt högtstående forskning kommit till praktisk användning i företag, i myndigheter eller i olika organisationer. Stiftelsen stödjer för närvarande ett drygt 20-tal stora MISTRA-program som vart och ett kan löpa under sex till åtta år.

Stiftelsen för Strategisk Forskning, SSF, är en fri, oberoende forskningsfinansierare inom det offentliga forskningsfinansieringssystemet. Enligt stadgarna ska SSF stödja forskning inom naturvetenskap, teknik och medicin. Den stödda forskningen ska hålla högsta möjliga kvalitet, men också kunna nyttiggöras inom svensk industri och samhället i övrigt.

Vetenskapsrådet, VR, är en statlig myndighet med ett nationellt ansvar för att utveckla svensk grundforskning och forskningsinformation. Där har tidigare ingått en energigrundforskningsdel.

### **5.4 Forsknings- och utvecklingsområden – översikt**

#### **5.4.1 Katalytisk reduktion av kväveoxider i syreöverskott**

Problemet att reducera kväveoxider i syreöverskott kommer att vara ett viktigt forsknings- och utvecklingsområde under många år framöver. Hårdare lagstiftning introduceras successivt runt om i världen, och det finns idag ingen riktigt bra lösning på problemet med mager NO<sub>x</sub> reduktion. Problemet är även relaterat till bildning av sot/partiklar eftersom man i motorstyrningen kan välja lägre förbränningstemperaturer som ger mindre NO<sub>x</sub> men mer partiklar. Svårigheter med NO<sub>x</sub>-reduktionen är att erhålla en hög omsättning med lång varaktighet samt valet av reduktionsmedel och det sätt som detta tillförs på. Intresset för dessa problem kommer fortsatt att vara starkt från majoriteten av centrals medlemsföretag under Etapp 2010-2013. KCK har under tidigare etapper etablerat sig som



ett internationellt välkänt forskningscentrum inom området och ligger i forskningsfronten inom bl.a. NO<sub>x</sub>-reduktion.

#### **5.4.2 Katalytisk oxidation vid låg temperatur**

Problemet med låg omsättning i katalysatorn vid kallstart av fordon är idag ett mindre problem än det har varit under tidigare perioder av centrets forskningsprogram. En ständigt förbättrad bränsleekonomi leder däremot till kallare avgaser som ändrar problemets karaktär från att ha varit ett övergående problem vid kallstart till att bli ett kontinuerligt problem under långa perioder med kalla avgaser. På motsvarande sätt är problemet att energieffektivt oxidera låga koncentrationer av emissioner från processindustrier ett aktuellt problem. Hög aktivitet, hög selektivitet och hög tålighet mot katalysatorgifter är här centrala krav på katalysatorn. Om driftstemperaturen kan sänkas utan förlust av katalytisk omsättning och utan förgiftning, innebär det stora energibesparingar.

Oxidation av sot/partiklar är ett kritiskt område för dieselfordon. Det finns här ett starkt intresse till forskning och utveckling av effektiva katalysbaserade koncept för infångning och oxidation av sot/partiklar från flera av centrets medlemsföretag. För lågtemperaturaktivitet är även okonventionella angreppssätt av potentiellt intresse, t.ex. fotokatalys och plasmaassisterad katalys.

Programmet kan relativt enkelt utökas till att även omfatta oreglerade emissioner som t.ex. metan, formaldehyd, oxygenater och inte minst växthusgasen lustgas. Framtida energieffektiva motorkoncept som t.ex. HCCI (Homogeneous charge compression ignition), vilket innebär kompressionsantändning av en fullständigt blandad bränsle/luft-blandning, accentuerar ytterligare lågtemperaturproblemet med relativt höga halter av CO och kolväten och låga avgastemperaturer. Vidare är låga avgastemperaturer ett problem för effektiv omvandling av emissioner från elhybridfordon. Problemet att katalytiskt omvandla kalla avgaser är även starkt knutet till NO<sub>x</sub>-programmet.

#### **5.4.3 Katalytisk teknik för energiomvandling**

Forskning inom bränsleceller har blivit en betydande aktivitet inom centret. KCK har lyckats få flera externa forskningsanslag inom området. Fokus är f.n. på forskning på nya nanostrukturer som elektrodmaterial för att minska behovet av platina. I denna forskning utnyttjas både litografiska tekniker och mikroemulsioner. Här sker också teoretiskt modelleringsarbete kring kinetik m.m. Forskning inom området kommer att vara intressant för majoriteten av centrets medlemsföretag under många år framöver. Andra mindre projekt inom området katalys för uthålliga energisystem, som har initierats inom centret är metanaktivering och fotokatalytisk syntes av metanol.

KCK driver flera externt finansierade projekt rörande förnybara bränslen. För närvarande är det framförallt projekt där efterbehandling vid användning av

biogas respektive diimetyleter (DME) som alternativbränsle studeras. Intresset för förnybara bränslen väntas öka under perioden.

Nya möjliga inriktningar på forskningen i centret som kommer att övervägas under Etapp 2010-2013 är produktion och lagring av väte. Nanofabricerade modellkatalysatorer som tagits fram inom centret kombinerade med aktiviteterna inom fotokatalys utgör en lovande plattform för fotokatalytisk sönderdelning av vatten till vätgas, samt för fotokatalytisk oxidation av organiska föroreningar i luft och vatten. Katalytisk vattenrening är ett annat område där KCK har haft aktiviteter. I dessa projekt har reduktion av nitrat- och nitritjoner med vätgas över Pd-baserade katalysatorer och fotokatalytisk oxidation av fenol över  $\text{TiO}_2$ -katalysatorer studerats. I ett VR-finansierat samarbetsprojekt med kompetenscentret S-SENCE i Linköping studeras adsorbat och katalytiska reaktioner på  $\text{NO}_x$ - och  $\text{NH}_3$ -sensorer. Kemiska sensorer är ett område som potentiellt kan utvecklas till en större aktivitet under perioden.

## 5.5 Internationell samverkan

Sedan starten 1995 har flera internationella företag varit medlemmar i centret (Johnson Matthey-CSD, AVL MTC, Albemarle Catalysts, Haldor Topsøe). Flera medlemsföretag har internationella ägare (Saab Automobile/GM, Volvo Cars/Ford). Till centret är dessutom flera internationella företag knutna (GM, Ford Cummins) genom externt finansierade projekt.

EU-kommissionen finansierar genom sjätte och sjunde ramprogrammen forskningsprojekt inom bl.a. hållbar utveckling.

KCK deltar i det integrerade projektet Integrated gas powertrain –Low emissions, CO<sub>2</sub> optimised and efficient CNG engines for passengers cars and light duty vehicles (INGAS), vilket har 28 deltagande organisationer och koordineras av CRF. KCK deltar även i EU-projektet Post-treatment for the next generation of diesel engines (PAGODE), vilket har 7 deltagande organisationer och koordineras av PSA och EU-projektet Inorganic oxide surfaces and interfaces (COST D41), vilket har 31 deltagande organisationer och koordineras av universitetet i Milano. KCK har tidigare deltagit i flera EU-programme som t.ex.; Green heavy duty engine (GREEN), Compressed natural gas (CNG), Low temperature active urea based selective catalytic reduction of  $\text{NO}_x$  (LOTUS), Automotive high-temperature fuel cell membranes (Autobrane) och Coordination action of research on intermediate and high-temperature specialized membrane electrode assemblies (CARISMA).

En annan viktig dimension av internationell samverkan är samarbeten med andra framstående centra och forskargrupper. Kontakterna med DTU och DTU-gruppens starka koppling till medlemsföretaget Haldor Topsøe A/S är ett exempel, där utbytet önskas växa. Ett antal centra i världen kommer att kontaktas för att utforska möjligheter till samarbete.

## 6 Ytterligare Information

Bernt Gustafsson  
Energimyndigheten  
Energiteknikavdelningen  
Box 310, 631 04 Eskilstuna  
Tel: 016 - 544 20 85  
E-mail: [bernt.gustafsson@stem.se](mailto:bernt.gustafsson@stem.se)

Magnus Skoglundh, Föreståndare för Kompetenscentrum katalys  
Chalmers tekniska högskola  
SE-412 96 Göteborg  
Tel: 031 – 772 29 74  
Mobil: 0703 – 08 80 74  
E-post: [skoglund@chalmers.se](mailto:skoglund@chalmers.se)

