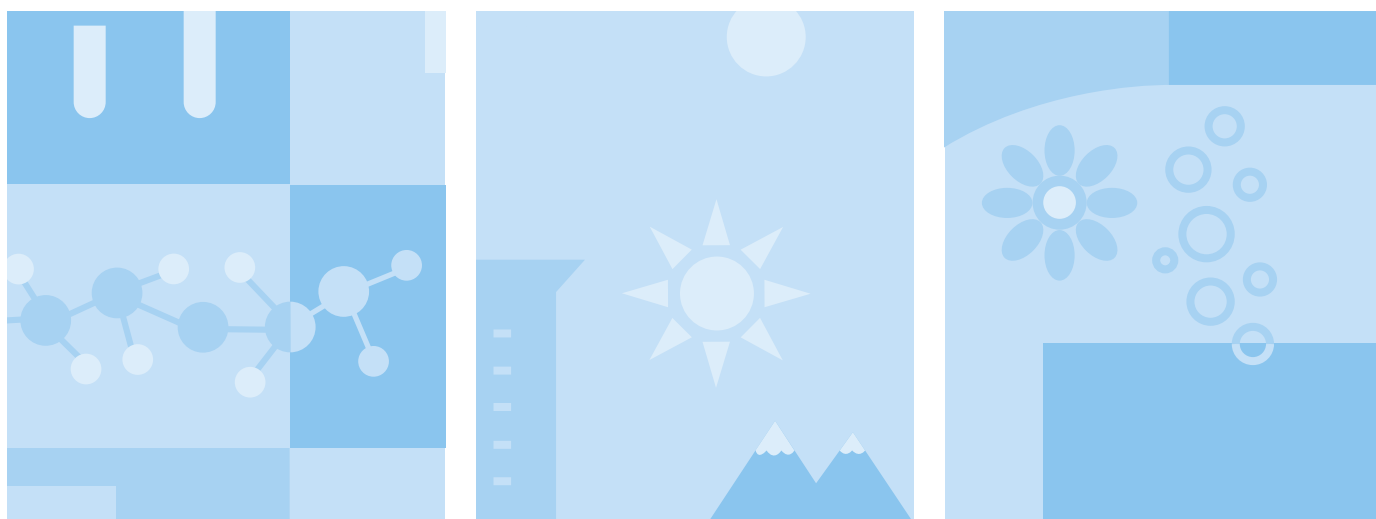


# Kemikalier och klimat

Synergier och målkonflikter mellan miljömålen  
Gifrfri miljö och Begränsad klimatpåverkan



# Kemikalier och klimat

Synergier och målkonflikter mellan miljömålen  
Giffri miljö och Begränsad klimatpåverkan

Best.nr. 510 985

Sundbyberg, oktober 2010

Utgivare: Kemikalieinspektionen©

Beställningsadress: CM Gruppen, Box 11063, 161 11 Bromma

Tel: 08-5059 33 35, fax 08-5059 33 99, e-post: kemi@cm.se

Rapporten finns som nedladdningsbar pdf på [www.kemi.se](http://www.kemi.se)

## Förord

Hoten mot klimatet och hoten mot miljö och människors hälsa från spridningen av toxiska och långlivade kemiska ämnen är två av de allvarligaste utmaningarna på miljöområdet som samhället står inför. De svenska miljömålen Begränsad klimatpåverkan och Giftfri miljö siktar, var för sig, på lösningar inom sitt område.

Kemikalieinspektionen ansvar för Giftfri miljö och ställer frågorna:

- Kan vi finna win-win-lösningar som bidrar till båda målen, när samhället utvecklar nya styrmedel och ställer krav och bidrar till ny teknik?
- Kan vi undvika målkonflikter, t.ex. så att nya klimatsmarta ljuskällor, batterier, fordon etc. samtidigt uppfyller kraven på Giftfri miljö?
- Vilken roll kan utveckling av hållbar kemikalieproduktion, Grön kemi, spela?

KemI vill med denna förstudie bidra till diskussion och fästa uppmärksamheten på två stora och svårlösta miljöfrågor om hur vi ska utveckla Sveriges miljöarbete. För slutsatser och förslag svarar författaren, miljökonsulten Per Rosander.

Kemikalieinspektionen 6 oktober 2010.

## Innehåll

1.	Sammanfattning.....	6
2.	English Summary .....	10
3.	Inledning.....	13
4.	Kopplingar mellan kemikalier och klimatutsläpp .....	15
5.	Målkonflikter och synergier .....	23
6.	Exempel på aktörer och processer.....	27
7.	Diskussion och förslag .....	30
8.	Bilagor .....	40

# 1. Sammanfattning

Ungefär en tiondel av människans utsläpp av växthusgaser beräknas komma från tillverkning och användning av kemikalier. Huvuddelen är koldioxid från den ofta energikrävande tillverkningen, men emissioner sker också när fossilbaserade produkter bryts ned i avfallsledet. Dessutom har minst ett åttiotal kemikalier i sig en kraftig klimatpåverkan. Lång livstid i atmosfären gör att sådana ämnen kan ha tusenfalt gånger högre växthuseffekt än koldioxid, räknat per kilo.

Kemikalier spelar samtidigt en viktig roll för att utveckla tekniska lösningar som minskar vår klimatpåverkan. Avancerad energiteknik - som solceller, energilagring och effektiva isoleringsmaterial - förutsätter kemikalier och material med hög prestanda och speciella funktioner. I många fall bygger energilösningar på användning av kemikalier med toxiska egenskaper, som tungmetaller i lågenergibelysning. De mycket stora omställningar och tekniksprång som behövs på klimatsidan kan därmed leda till ökad spridning av farliga kemikalier, en utveckling som står i konflikt mot Giftfri miljö.

Den här förstudien formulerar frågor kring vilken roll kemikalier har för klimatpåverkan, såväl positiv som negativ, och ger exempel på synergier och målkonflikter. Rapporten beskriver också några av de aktörer och processer som påverkar frågan. Slutligen ställs ett antal förslag upp för fortsatt arbete.

Bland synergier märks:

- Minskad användning av fossila råvaror reducerar spridningen av toxiska ämnen från fossila material (exempelvis kvicksilver som frigörs vid kolförbränning). Energieffektivisering och övergång till biobränslen är åtgärder som minskar fossilberoendet och därmed frisläppandet av toxiska ämnen bundna till jordskorpan.
- Raffinerade petroleumprodukter som bensin innehåller en mängd cancerogena och mutagena substanser. Minskad bensinanvändning reducerar utsläppen av ett stort antal toxiska ämnen, förutsatt att alternativet är mindre toxiskt.
- Forskning, utveckling och innovationer inom området Grön Kemi genererar kemiska ämnen utan miljö- och hälsofarliga egenskaper som samtidigt bidrar till effektivare energiutnyttjande, minskad resursförbrukning och klimatpåverkan.
- Utvecklingen av industriell bioteknik (baserad på biologiska processer) minskar behovet av fossila råvaror, höjer utbytet i traditionell produktion samtidigt som produkterna som framställs ofta är mindre toxiska.
- Ökad återanvändning av restprodukter i giftfria och resurssnåla kretslopp minskar behovet av såväl fossil råvara som kemikalier.
- Halogenerade ämnen med lång livstid i atmosfären har ofta både klimatpåverkande och toxisk effekt. Åtgärder som leder till minskad användning gynnar därför båda målen.

Samtidigt finns potentiella och reella målkonflikter med klimatsatsningar, effekter som kan förvärra kemikalieproblematiken. Några exempel:

- Mer intensiv odling av jordbruksgrödor för exempelvis biobränsleframställning leder troligtvis till ökad användning av kemiska bekämpningsmedel.
- Biobränslen som etanol innehåller bränsletillsatser som kan ha toxiska effekter. Ett exempel är MTBE som är svårnedbrytbart och misstänkt cancerframkallande. Även andra hälsofarliga ämnen, som formaldehyd, kan komma att öka i och med övergången till biobränslen. Nettoeffekten är oklar, eftersom även fossila bränslen innehåller dessa eller liknande ämnen.
- Dagens lågenergilampor innehåller kvicksilver vilket kan leda till att människor i högre grad exponeras för den giftiga tungmetallen.
- Sällsynta jordartsmetaller används för att höja energieffektiviteten i bland annat lampor, solceller och batterier. Metallresurserna är begränsade och leder till miljöstörningar vid produktionen. Solcellteknik i synnerhet riskerar att leda till ökande toxiska flöden, bland annat av kadmium. Produktionen av kisel, den dominerande materialet för solceller idag, genererar farligt avfall vid framställning.
- Nanomaterial används allt mer för effektivisering och energialstring. Toxiska effekter av nanoämnen är dåligt kända.
- Återvinning av produkter och material som innehåller giftiga ämnen riskerar sprida dessa ytterligare.
- Hur kan samhället styra bort från dessa målkonflikter och samtidigt se till att klimatinvesteringar också gynnar arbetet för en giftfri miljö? Ambitionen bör vara att driva kemikalieutvecklingen mot allt mer klimateffektiva lösningar, samtidigt som kemiindustrin så långt möjligt ersätter sin egen fossila råvaruanvändning med förnyelsebara material, ökar energi- och materialeffektiviteten i processer, samt optimerar användningen av restprodukter. Kombinerat med detta måste kemikaliesektorn (och även övriga sektorer) fasa ut sin användning av särskilt farliga ämnen, som långlivade och bioackumulerande ämnen, så att de toxiska riskerna mot hälsa och miljö minskar i linje med *Giftfri miljö*.

Som en del av förstudien ordnades en workshop, där förslag till gemensamt synergimål för *Giffri miljö* och *Begränsad klimatpåverkan* diskuterades. Som synergimål föreslogs följande:

**Synergimål (på längre sikt):**

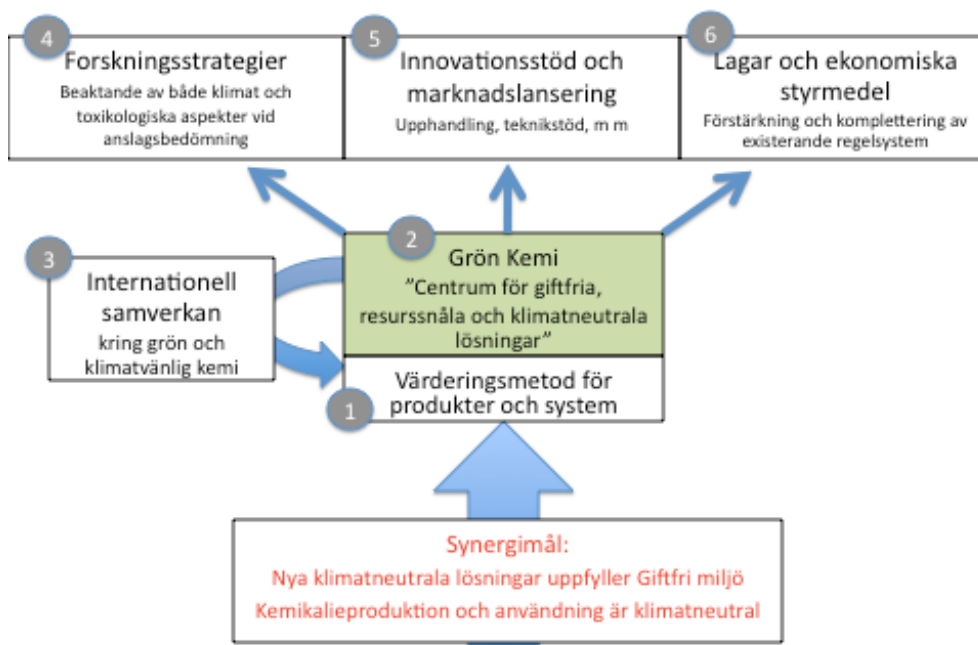
- Ny klimatneutrala lösningar uppfyller målet Giffri miljö.
- Kemikalieproduktion och användning är klimatneutral

*Dessa två villkor kan vara utgångspunkter för att formulera ett miljöpolitiskt etappmål för kemikalier och klimat.*

**Synergimål (på väg mot slutmålet):**

- Tillämpning av principer för grön kemi i utveckling av klimatsmart teknik bidrar till hållbar teknikutveckling.
- Biobaserad råvara och giftfria produkter minskar klimatpåverkan och ger giftfri produktion och konsumtion.

I rapporten presenteras också förslag till åtgärder. Eftersom detta är en förstudie är förslagen preliminära och i första hand tänkta att leda till vidare analys kring kemikaliers roll i förhållande till klimatförändringar. Förslagen är indelade i sex områden, enligt figuren nedan:



Förslagen i korthet:

1. Utveckla en gemensam *värderingsmetod* som kan användas för att bedöma om produkter och produktionssystem ligger i linje med synergimålet. (Sammanställ information från olika kriteriesystem och eftersträva konsensus.)
2. Skapa ett nationellt centrum för Grön Kemi som stödjer utvecklingen av ”giftfria, resurssnåla och klimatneutrala lösningar” i linje med synergimålet. Använd centrat för att främja Grön Kemi-strategier inom olika delar av samhället.
3. Främja internationellt kunskapsutbyte kring kemikalier och klimat.
4. Stöd arbetet för en gemensam forskningsstrategi: Formulera kriterier att beakta vid bedömning av forskningsanslag. Se exempelvis till att kemikalieaspekter beaktas vid bedömning av klimatrelaterade projekt och omvänt.
5. Stöd innovationsupphandling och marknadsintroduktion av gröna produkter.
6. Identifiera nyckelområden för att förstärka och komplettera lagstiftningen och införa lämpliga ekonomiska styrmedel för att styra i riktning mot synergimålets uppfyllande.



## 2. English Summary

On synergies and conflicts between *Reduced Climate Impact* and *A non-toxic Environment* - A Preparatory Study

The manufacture and use of chemicals accounts for about one tenth of all anthropogenic greenhouse gas emissions. Today's chemicals are almost exclusively made from fossil materials – leading to CO<sub>2</sub>-emissions when degrading. Chemicals manufacture is generally energy intensive and heavily dependent of fossil fuels. In addition, several manmade chemicals degrade only slowly in the atmosphere, causing greenhouse effects by themselves. The effect of such long-lived substances might in extreme cases be several thousands times higher than that of carbon dioxide, per unit.

But chemicals are also crucial for evolving technical solutions to curb climate change. Advanced energy technology for instance - such as photovoltaic cells, energy storage equipment, and insulation materials – requires high efficiency chemicals to deliver. Some of these solutions are making use of clearly toxic chemicals - such as mercury in energy efficiency light bulbs. Large scale climate investments in various technological solutions might therefore lead to widespread emissions of toxic chemicals. On the other hand, the transition from a fossil fuel based production towards bio-based sources creates opportunities to introduce less toxic chemicals, e g by mimicking biological processes through “white biotechnology” processes.

These aspects make it crucial to discuss chemicals production and use not only from a toxicological perspective, but also in relation to climate change. Questions should be raised regarding what kind of feedstock to be used, how chemicals with GHG potential can be avoided, etc.

The relation between climate and chemicals has not been thoroughly investigated or discussed. The Swedish Chemicals Agency (KEMI) has therefore requested this preparatory study to be produced, to consider various aspects of chemicals in relations to the climate issue. The report describes both synergetic and conflicting issues. The report also suggests measures to take the issue forward on the national (Swedish) and international arena.

Examples of synergies include the following:

- Reduced extraction of fossil materials decreases the release of toxic compounds bound to the earth crust. One example being mercury present in trace amounts in fossil coal. Increased energy efficiency and transforming society to use more bio-based fuels will decrease the release of toxic substances from fossil materials.
- Refined petroleum products, such as *gasoline*, contain a broad mixture of cancerogenic and mutagenic substances. Reducing the use of gasoline will reduce the output of health threatening chemicals, given that the alternatives used are less toxic.
- The development of “*industrial biotechnology*” (which is based on biological processes) reduces the need for fossil fuels as feedstock, increases the yield in conventional production. Simultaneously, products generated tend to be less toxic.

- Enhanced *reuse and recycling* of materials in non-toxic and resource lean cycles diminish the need for juvenile fossil materials *and* chemical input.
- *Halogenated substances* with long lifetime in the atmosphere exhibit both toxic *and* GHG properties. Measures to reduce the use of such chemicals therefore support both environmental aims.

Climate investments also create potential conflicts to the goal of reducing toxic pollution:

- Intensive crop growing for the purpose of producing e.g. biofuels is likely to lead to increased use of *pesticides*.
- Biofuels, such as ethanol, contains *chemical additives* that might pose toxic risks. One example is the persistent and suspected cancerogenic substance MTBE, which is added to bioethanol used in Sweden. Other substances, such as formaldehyde, might increase due to the transformation to biofuels. The net effect is however uncertain, since also fossil fuels contain these or similar substances.
- Low energy light bulbs contain *mercury*, leading to risks of exposure under and after use.
- *Rare earth metals* is used to enhance energy efficiency in lightning, photovoltaic cells and batteries. The resources of these materials are scarce and production is linked to toxic contamination. Photovoltaic technology in particular tends to cause toxic chemical flows, e.g. of cadmium. The production of polysilicon, a common material in current cells, are known to generate significant amounts of hazardous waste during production.
- *Nanomaterials* are increasingly used to meet energy efficiency demands. Potential toxic effects of these materials are not well understood. Harmful effects might become known after extensive and widespread use over many years.
- *Recycling* of materials and products containing toxic ingredients (triggered by energy and material efficiency targets) could cause these hazardous substances to be dispersed even further throughout society and the environment.

### **Proposed measures**

How can society avoid these conflicts and make sure that climate investments advance the work towards a non-toxic environment? Chemicals should be employed in the development towards more energy efficient solutions. At the same time, the chemical industry also needs to i) replace their fossil fuel feedstock with renewable materials, ii) increase the energy and material efficiency of processes, and iii) optimize their use of waste material. In combination with this, the chemicals sector (and other sectors as well) must phase out their use of highly toxic substances (such as persistent,

and bio-accumulative). Such a phase out is necessary in order to meet the environmental target “*a non-toxic environment*”.

This preparatory study puts forward a number of proposals for further action. The purpose is to deepen the analysis of the link between chemicals and climate change, but also to initiate measures that bring the two environmental issues closer.

*Proposals in short:*

Develop a “synergetic goal” that sets a generic objective for work towards both “*reducing climate impact*” and creating “*A non-toxic environment*”.  
Based on this goal:

1. Develop a mutual and coherent method for evaluating whether products and production systems are in line with the defined goal.
2. Create a national center for Green Chemistry, which promotes the development of “non-toxic, resources lean and climate neutral solutions”. Make use of this hub to engage and promote actions in various parts of society.
3. Strive to increase international exchange of knowledge about the relation between chemicals and climate change.
4. Promote more comprehensive research strategies. Define criteria for evaluating research applications from various aspects. For instance, make sure that toxicology aspects are thoroughly considered when examining climate related projects, and reversely.
5. Promote the development of *innovation procurement projects*, a practice where major procurement actors joins together to prescribe desired (environmentally related) properties of a product or system to be purchased. A supplier that is able to develop and deliver the most optimal solution is given the contract and is also granted payment for expenses to “invent” the solution.
6. Identify key opportunities for strengthening and supplementing legislation. This might include adding chemical requirements to energy/climate legislation, and the reverse.

### 3. Inledning

Klimatförändringarna är ett av de allvarligaste hoten mänskligheten har mött. Drastiska åtgärder krävs under kort tid för att dämpa temperaturhöjningen och undvika extrema klimatförändringar. Det kommer ställa oerhörda krav på strukturförändringar, teknikutveckling och sociala omställningar. Ett annat av de allvarligaste hoten står spridningen av toxiska ämnen för. Särskilt bekymmersamt är de smygande effekterna på arters fortplantning, inklusive människan, på grund av ämnen som är hormonstörande eller som påverkar arvsmassan och fortplantningen.

Samhället har i detta perspektiv två stora utmaningar att möta: Dels måste vi finna vägar bort från särskilt långlivade, bioackumulerande och toxiska substanser, ämnen som idag utgör ett allvarligt hot mot hälsa och miljö. Samtidigt behövs kemikalier som bidrar till utvecklingen av nya och effektivare produkter och system som hjälper till att minska samhällets klimatpåverkan.

Kanske är det så att de allt högre kraven på avancerade tekniklösningar ökar risken för kemikalieproblem i framtiden? Extrema krav på material och produkters funktionalitet förutsätter kemikalier med mycket specialiserade egenskaper. Egenskaperna är ofta främmande ur ekologisk synvinkel och därmed skapas toxiska risker.

Hastigheten på teknik- och produktionsutvecklingen kan vara hisnande. Washington Post berättar om hur Kina snabbt håller på att fördubbla den globala produktionen av polykisel som används för solceller. Vid tillverkningsprocessen bildas giftigt avfall med höga halter kisel-tetraklorid. På grund av den uppdrivna produktionsstakten och kostnadspress dumpar många företag avfallet på mark med stora hälsofaror som följd.<sup>1</sup>

Å andra sidan driver klimatfrågan fram en utveckling av mer biobaserade kemikalier och material som kan ha positiva miljöegenskaper jämfört med ämnen producerade från fossila material. Kanske är klimatvänliga kemikalier också mer giftfria?

Följdfrågorna är också många: Hur kan satsningar på biobränslen, grön kemi och bioraffinaderier utformas så att båda målen gynnas? Hur kan lagstiftning, ekonomiska styrmedel, forskningsstöd och industriella satsningar utvecklas så att klimatsmarta lösningar också blir bra lösningar ur kemikaliesynpunkt? Vilka kemikalier och material kan industrin utveckla för att hjälpa till att minska växthusutsläppen i andra samhällssektorer?

#### **Denna rapport**

Kemikalieinspektionen (KemI) har ansvar för att bevaka utvecklingen av miljömålet *Giftfri miljö*. KemI ser ett behov att av relationen mellan kemikalie- och klimatpolitik diskuteras och har därför beställt denna förstudie. Syftet är att göra frågorna mer synliga och diskutera möjligheter och hinder som finns att ta fram gemensamma mål och strategier för båda politikområdena. Förslagen kan sedan tjäna som underlag för KemI och andra aktörer att arbeta vidare med frågan.

---

<sup>1</sup> "Solar Energy Firms Leave Waste Behind in China", Washington Post, 9 mars 2010.

Det är viktigt att påpeka att en förstudie som denna inte kan täcka in alla relevanta frågeställningar. Det är en första analys av ett område som kräver fortsatt arbete på olika nivåer. Förstudien bygger på litteratursökningar och samtal med experter inom miljökemi, energiforskning, miljöekonomi, Grön kemi, statskunskap, med mera. Vid intervjuer och möten har målkonflikter och synergifaktorer särskilt efterfrågats.

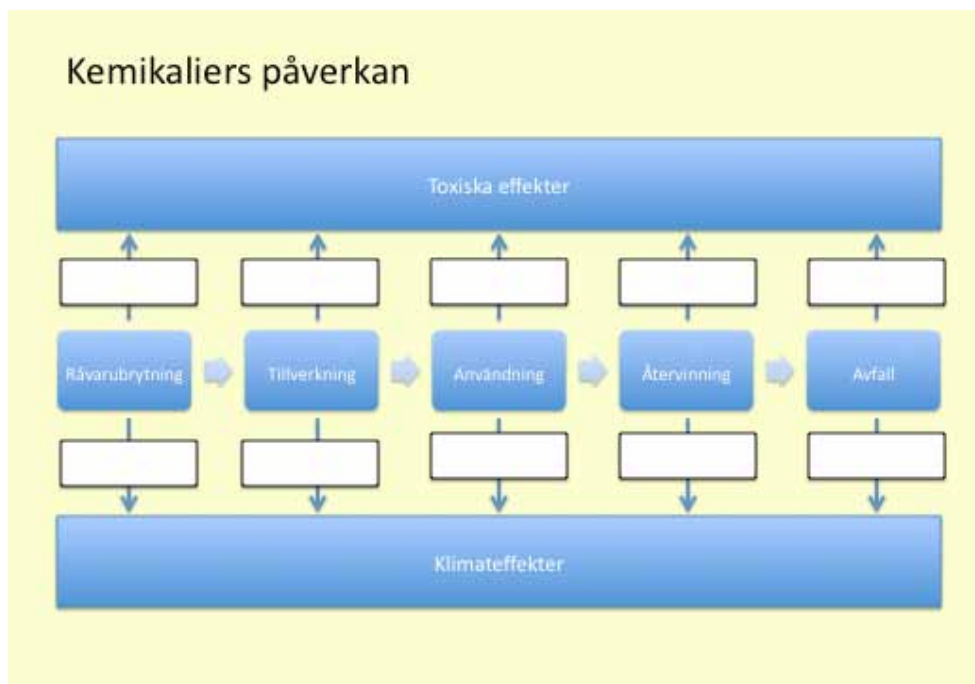
För att få in synpunkter anordnades i januari 2010 en workshop med personer från i huvudsak myndigheter och universitet. Vid mötet diskuterades behovet av gemensamma mål och åtgärder. Workshopen skisserade ett antal synergimål för miljömålen Giftfri miljö och Begränsad klimatpåverkan. Kommentarer och förslag som kom fram under mötet beskrivs i bilaga 1.

En första version av rapporten skickades på remiss till deltagarna efter workshopen. Fakta och förslag har också presenterats och diskuterats vid två möten inom Kemikalieinspektionen (ledningsgruppmöte och allmänt möte). Kommentarer från möten och intervjuer har sedan inarbetats i rapporten.

Ansvarig för arbetet med förstudien har miljökonsult Per Rosander, EnviroAction, varit. Han är också författare till rapporten och ensam ansvarig för dess innehåll.

## 4. Kopplingar mellan kemikalier och klimatutsläpp

Kemikalier är ett vitt begrepp som omfattar ämnen som tillverkas av människan för olika ändamål. Den största mängden kemikalier ingår i varor som tillverkas och används i samhället. Figuren visar schematiskt hur kemikalier kan orsaka såväl klimatpåverkande som toxiska utsläpp under olika delar av livscykeln från framställning till avfall.



Kemikalieanvändningen innebär både negativa och positiva effekter för utsläppen av klimatpåverkande ämnen - här beskrivna som "minuskonton" och "pluskonton".

*Minuskonto 1: Kemikalieproduktionen baseras idag nästan helt på fossila material*

Den energi som används vid tillverkningen av kemikalier kommer nästan uteslutande från fossila bränslen. Utöver energiförbrukningen för att producera kemikalierna tillkommer de fossila material som ingår i produkterna. Dagens kemikalier och polymerer är till 99 procent baserade på fossila råvaror.<sup>2</sup> När produkterna efter användning blir avfall och destrueras eller långsamt bryts ned frigörs den koldioxid som finns bunden i det fossila materialet. Beräkningar från KemI pekar på att 40 procent av det fossila materialflödet i kemiindustrin är kopplat till innehåll i produkterna.<sup>3</sup>

Direktutsläppen från kemiindustrin utgör omkring en femtedel av de direktutsläppen från industriverksamhet totalt. Räknat över hela produktionscykeln är kemiindustrins GHG-bidrag betydande i förhållande till andra källor (se vidare faktarutan).

<sup>2</sup> Lars Drake: Kemisk industri ur ett ekonomiskt perspektiv, Kemikalieinspektionen (utkast 2009-11-26)

<sup>3</sup> Lars Drake, Kemikalieinspektionen, pers. komm.

## **FAKTARUTA:**

### **Hur stor andel av växthusutsläppen (GHG) står kemiindustrin för?**

De totala globala utsläppen år 2000 har beräknats till 42 Gt CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Stern-rapporten<sup>4</sup> uppskattar att 14 procent av dessa utsläpp sker direkt från industriproduktion. Siffran ökar till 20 procent om man räknar med energiframställningen uppströms produktionen.

Utsläppen från industrin består av:

Direktutsläpp från bränsleförbränning vid tillverkning och konstruktion (4,3 GtCO<sub>2</sub> 2000)

Direktutsläpp av CO<sub>2</sub> och andra gaser från kemiska processer som används för att tillverka kemikalier och metaller. (1,3 Gt)

Utsläpp från energiproduktionen. Industrin konsumerar omkring en tredjedel av den el och värme som energisektorn genererar och är på så sätt indirekt ansvarig för 3-3,5 Gt.

Indirekta utsläpp från transportsektorn på grund av handeln med tillverkade varor.

Av de 4,3 Gt som är direktutsläpp vid tillverkning/konstruktion kommer 18 procent från kemiindustrin. Andra stora andelar av industriutsläppen står järn/stålindustrin (26 procent) och mineralindustrin (25 procent) för.

Mycket ungefärligt kan man utifrån Stern-rapporten uppskatta kemiindustrins bidrag till runt 2 Gt (0,77 Gt enl. 1, + 0,65 Gt enl 2 + 0,6 Gt enl 3), eller runt 5 procent av de totala växthusutsläppen.

Kemibranschens egna beräkningar pekar i samma riktning. I en rapport från ICCA<sup>5</sup> uppskattas de direkt produktionsrelaterade utsläppen från kemiindustrin till 2,1 Gt CO<sub>2</sub> (år 2005). Två tredjedelar av detta var relaterad till energianvändning vid tillverkning. Till detta kommer indirekta utsläpp från energiproduktionen (motsvarande nr 3 ovan) som ICCA uppskattar till 1,4 Gt CO<sub>2</sub>e. Totalt anger ICCA kemiindustrins utsläpp 2005 till 3,3 Gt.

<sup>4</sup> The economics of climate change : the Stern review, Cambridge, UK ; New York : Cambridge University Press, 2007

<sup>5</sup> Innovations for Greenhouse Gas Reductions - A life cycle quantification of carbon abatement solutions enabled by the chemical industry, International Council of Chemical Associations, (ICCA), July, 2009

## *Minuskonto 2: Många kemikalier har i sig klimatpåverkande effekt*

Utöver koldioxidutsläpp har ett antal kemikalier i sig egenskaper att förstärka växthuseffekten.<sup>6</sup> Liksom CO<sub>2</sub> har de förmåga att reflektera tillbaka värmeutstrålning från jordytan. Många av dem är mycket långlivade och växthuseffekten per viktenhet är därför ofta betydligt högre än för CO<sub>2</sub>. I en underlagsrapport till IPCC's senaste klimatrappport listas ett antal sådana ämnen<sup>7</sup>:

- Substanser som kontrolleras av Montrealprotokollet. IPCC:s underlagsrapport listar 19 ämnen som alltså även har ozonnedbrytande effekt. I gruppen finns 6 CFC-ämnen med livstid på mellan 45-1700 år i atmosfären. GWP varierar mellan ca 5000 och 14 000. Generellt lägre GWP har HCFC-ämnena (7 stycken) med livslängd på några år till ett par decennium. Övriga ämnen är koltetraklorid, metylbromid, metylkloroform samt 3 haloner.
- HFC-ämnen. Hydrofluorkarbonerna lanserades som substitut till de ozonnedbrytande klorerade freonerna (CFC och HCFC). De uppvisar inte ozonnedbrytande egenskaper men är inte desto mindre effektiva växthusgaser. 11 HFC-ämnen listas av IPCC. GWP-värdena ligger i intervallet 100-15 000.
- Perfluorerade ämnen (PFC). Ett tydligt exempel på kemikalier som både uppvisar toxiska egenskaper och är växthusgaser. PFC har stor användning inom kemiindustrin. IPCC:s lista omfattar 11 PFC-ämnen. Störst växthuseffekt har svavelhexafluorid med GWP som når 22 800. Men även andra ämnen i gruppen är mycket kraftiga växthusgaser, bland annat kvävetrifluorid.
- Fluorerade etrar. En grupp ämnen med livstid i atmosfären från några månader upp till 136 år. Högst GWP har HFE-125 som är 14 900 gånger effektivare växthusgas än CO<sub>2</sub>.
- Perfluoropolyetrar. Ett sådant ämne, PPFMIE, finns upptaget på IPCC:s lista. GWP har uppskattats till 10 300.
- Dimetyleter, metylenklorid och metydklorid. Påvisad men relativt låg växthuseffekt.

IPCC:s lista är inte uttömmande utan redovisar de ämnen som bedömts mest relevanta. Andra källor, som amerikanska naturvårdsverket, listar ytterligare ämnen.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Vi bortser här från växthusgaser som lustgas och metangas, som visserligen används och produceras inom kemiindustrin, men som genereras i betydligt större mängd i andra typer av processer, antropogena och/eller naturliga. (författarens kommentar)

<sup>7</sup> Forster, P et.al, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press

<sup>8</sup> 63 GWP-kemikalier har listats av IPCC. Amerikanska EPA har i sitt utkast till "GHG Reporting Rules" listat ytterligare ämnen med GHG-potential. Vid jämförelse mellan listorna är 83 unika ämnen identifierade.



Gemensam nämnare för alla ämnen IPCC redovisar – med undantag för dimetyleter - är att de innehåller en eller flera halogenatomer (brom, klor, fluor eller jod). Här finns en tydlig koppling från växthuseffekt och toxiska effekter till halogenerade organiska ämnen. Dessa är klart överrepresenterade bland ämnen som är persistenta och bioackumulerande. Halogens förmåga att öka persistensen hos ett ämne är väl känt och har alltså konsekvenser både för klimatet och inom toxikologin.

I de flesta fall har GWP-effekten uppmätts långt efter att ämnet i fråga tagits i bruk. Här finns en stor osäkerhetsfaktor. Det kan förekomma kraftfulla GWP-kemikalier som processkemikalier eller i varor, exempelvis nedbrytningsprodukter av halogenerade kolväten, som ännu inte identifierats. Att nedbrytningsprodukter kan ha GWP-effekt konstateras av IPCC:s arbetsgrupp, men samtidigt säger man sig inte ha underlag att bedöma dessa indirekta effekter. Här finns ett okänt mörkertal.

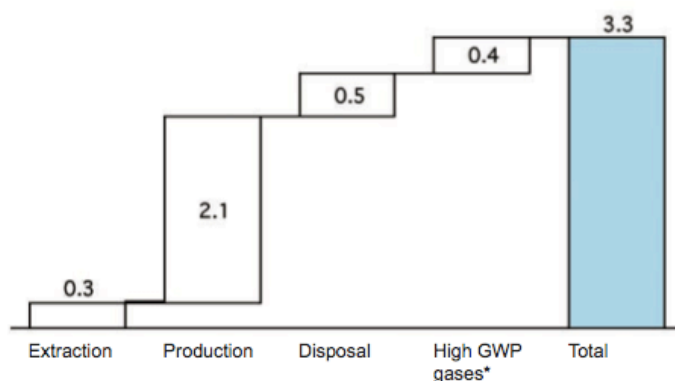
Det är svårt att bedöma det totala bidraget av dessa antropogena växthusgaser till klimatförändringarna. Här finns dels läckage från teknosfären att ta hänsyn till. Ämnen som förbjudits på grund av hög GWP fortsätter läcka ut från exempelvis kylanläggningar. Dels sker kontinuerliga utsläpp vid okontrollerad användning. Dessutom finns osäkerhet om hur korrekta de beräknade GWP-värdena är.

Som exempel beräknas att utsläppen av ett enda ämne, kylmediet HCFC-22, gav upphov till en effekt motsvarande 70 miljoner ton CO<sub>2</sub>-eqv. år 2005. Totalt sett uppskattar ICCA utsläppen från GWP-kemikalier till 0,4 Gt CO<sub>2</sub>-ekv, eller omkring 12 procent av kemiindustrins samlade klimatpåverkande utsläpp.

### Summering av minusposter

De båda minuskontona sammanräknade gör enligt kemiindustrin egna beräkningar att industrigrenen står för omkring 3,3 gigaton koldioxidekvivalenter (Gt CO<sub>2</sub>eq). Figuren visar fördelning mellan olika utsläppskällorna.

**Total life cycle CO<sub>2</sub>e emissions linked to the chemical industry amount to 3.3 Gt**  
GHG life cycle emissions of chemical products, 2005  
GtCO<sub>2</sub>e



\* HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a, HFC-227ea, HFC-236fa, HFC-4310mee, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>10</sub>, C<sub>6</sub>F<sub>14</sub>, SF<sub>6</sub>;  
GWP factors according to IPCC 1996  
Source: IEA, EPA, IPCC, WEF ("Contribution of the chemical industry to greenhouse-gas reduction" December 2007); McKinsey analysis

3,3 Gt Co<sub>2</sub>-ekv motsvarar omkring åtta procent av alla globala växthusutsläpp.

### **Pluskontot - Kemikalier som ”klimaträddare”**

Kemikalier och material har samtidigt en viktig funktion för att begränsa växthusutsläpp i samhället. Genom att utnyttja kemikalier och nya material för att skapa exempelvis energieffektivare lösningar kan kemikalier också betraktas som en del av lösningen.

Kemikalieindustrin tillskriver kemikalier stor betydelse för tekniska landvinningar att bekämpa klimatpåverkande utsläpp. Framför allt menar man att kemikalier i nya skepnader och tillämpningar har en potential att minska utsläppen i framtiden. Argumentationen utgår från att kemikalier ökar energieffektiviteten på en rad områden (se tabell nedan). Sammanlagt uppskattar ICCA att kemikalier i olika tekniktillämpningar leder till att 6 Gt utsläpp har eliminerats 2005, jämfört med en situation utan dessa "klimatsmarta" kemikaliertillämpningar. Slutsatsen enligt detta resonemang är att kemiindustrin idag ha en positiv nettoeffekt på klimatfrågan. ICCA uppskattar motsvarande potential för år 2030 till 19,6 Gt. Det motsvarar nära hälften av de nuvarande globala utsläppen.

Effektiviseringarna skulle enligt ICCA bestå av följande:

<i>Kemikalieanvändning inom område</i>	<i>Beräknad reducerande effekt på CO2-utsläpp år 2005 (Gt)</i>	<i>Beräknad reducerande effekt på CO2-utsläppen år 2030 (Gt)</i>
isolering	2,4	6,8
Konstgödning och växtskydd	1,6	2,5
Belysning	0,7	4,1
Transporter	0,3	0,5
Minskad påväxt på marina fartygsskrov	0,3	0,4
Energiproduktion	0,2	2,6
Biobränslen	0	1,0
CCS (CO2-lagring)	0	0,6
Övrigt	0,7	1,0
<b>Total Co2-besparing (Gt)</b>	<b>6,0</b>	<b>19,6</b>

Källa: ICCA 2009

Dessa beräkningar är naturligtvis mycket osäkra och kan ifrågasättas. Vilket "normalläge" jämför man mot? Kan de önskade effektiviseringarna inte uppnås på andra sätt än genom kemikalielösningar? (som exempelvis att energibesparingar i hus uppnås genom passivvärmekonstruktioner snarare än effektivare isoleringsmaterial) Kanske andra industrisektorer än den traditionella kemiindustrin kan leverera de klimateffektiva lösningar som krävs?

### **Biobaserade kemikalier – en win-win-lösning?**

Slutligen finns frågan om kemiindustrins potential att leverera klimateffektiva produkter förutsätter fortsatt fossil råvarubas. Borde inte dessa funktioner kunna lösas med kemikalier som producerats av biobaserad råvara?

Debatten om hur detta kan gå till leder ofta till området industriell bioteknik (även kallat vit bioteknik). Enligt intressentorganisationen EuropaBio innebär industriell bioteknik följande:

*"Tillämpning av bioteknik för industriella ändamål, som tillverkning, alternativ energiframställning (eller 'bioenergi'), och biomaterial. Området inkluderar användning av celler eller cellkomponenter som exempelvis enzymer för att generera industriellt värdefulla produkter."*

Klimatlösningar genom bioteknik omfattar såväl ökad effektivisering i traditionella tillverkningssektorer som livsmedel och textil, som att skapa helt nya material och nya branscher. Nya, biobaserade material och kemikalier kan ersätta traditionella material som järn, stål och mineraler. Den bioteknikbaserade industrin pekar på en rad innovativa lösningar<sup>9</sup>:

<sup>9</sup> "SusChem Vision for 2025 and beyond" och EuropaBio: "How industrial biotechnology can tackle climate change" (2009)

- Intelligent material med skräddarsydda egenskaper (till exempel supraledande, optiska, mekaniska och magnetiska) för tillämpningar inom elektronik.
- Material för nya mer hållbara teknologier på energiområdet, som framställning, lagring, transport och konvertering (t.ex. solceller, bränsleceller, nanomaterial för isoleringsändamål).
- Utveckla nya metoder för kontrollerad syntes av material, exempelvis ny polymeriseringsteknik eller katalytiska processer som skapar helt nya material.

Gemensamt för lösningarna är att de bygger på biologiska processer och därmed undviker användning av fossila råvaror.

Frågan hur snabbt denna utveckling av biobaserade kemikalier och bränslen kan ske har analyserats inom det EU-finansierade forskningsprojektet BREW under ledning av Utrecht universitet.<sup>10</sup> WWF har bland annat utifrån BREW-projektets slutsatser beräknat att industriell bioteknik har potential att minska utsläppen år 2030 med mellan 1-2,5 Gt, jämfört med en situation utan dessa satsningar:

---

<sup>10</sup> Patel et. Al.: "The BREW Project: Medium and long term opportunities and risks of biological production of bulk chemicals from renewable resources – the potential for white biotechnology", 2006

<b>Utvecklingsvägar för att minska GHG-utsläpp</b>	<b>Uppskattad minskning av GHG-utsläpp till 2030 (Mt CO<sub>2</sub>-e)</b>
Effektivisering inom livsmedelsproduktion och traditionell produktion	204
Ersätta petrokemi med biobaserade material	282-668
Övergång till biobränslen	207-1024
Ökad återvinning	376-633

Källa: WWF 2009<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> "Industrial biotechnology - More than green fuel in a dIrty economy?" WWF Denmark, sept. 2009

## 5. Målkonflikter och synergier

Det finns få studier som analyserat toxikologiska effekter av klimatåtgärder, och de som gjorts behandlar oftast ämnet kortfattat. Forskare vid Chalmers har exempelvis nyligen medverkat vid en analys av hur förnybar energiproduktion påverkar övriga miljömål. På grund av brist på dataunderlag ansåg man det dock svårt att analysera just konsekvenser för Giftfri miljö.<sup>12</sup>

I arbetet med förstudien har tänkbara konflikter och synergier efterforskats. Några av de som nämnts i litteratur och vid intervjuer listas här:

### Exempel på målkonflikter

- Mer intensiv odling av jordbruksgrödor i takt med att efterfrågan på biobränslen ökar. Det kommer troligtvis leda till ökad användning av kemiska bekämpningsmedel. Behovet av bekämpning kan dessutom komma att öka ytterligare som en följd av att klimatet förändras.
- Bränsletillsatser. Den snabba tillväxten för etanolbaserade drivmedel gör att även mängden tillsatser ökar i volym. Exempel på en tillsats som nästan inte alls diskuterats i Sverige men som regleras hårt i vissa länder är MTBE. Idag förekommer enligt läkemedelsverket MTBE i närmast all drivmedelsetanol. Tillsatsämnen kan behöva ges större uppmärksamhet eftersom etanolvolymerna är stora (> 300 000 ton/år)<sup>13</sup>
- Formaldehyd från drivmedel. Ökningen av etanol- och dieselfordon riskerar även leda till att halten formaldehyd i omgivningsluften ökar. Ämnets cancerklassning har nyligen prioriterats upp, vilket gör att särskilda åtgärder kan behöva vidtas så att inte oacceptabla nivåer nås.
- Kvicksilver i lågenergibelysning är ett av många exempel på hur tungmetaller och andra toxiska ämnen får nya användningsområden inom belysningstekniken.
- Sällsynta jordartsmetaller. För att nå optimal energieffekt i exempelvis lågenergilampor, solceller och batterier används i flera fall jordartsmetaller som förekommer mycket sparsamt i jordskorpan. Genom att tillföra små kvantiteter *dysprosium* kan vikten på magneter i elmotorer minskas med upp till 90 procent. *Terbium* uppges kunna minska elförbrukningen hos lampor med 80 procent. Brytningen av de båda metallerna sker till 99 procent i Kina. På grund av efterfrågan har priset ökat kraftigt, samtidigt som arbetsmiljöproblem och miljöeffekter kan vara betydande.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Sverker Molander, Institutionen för Energi och miljö, CTH, pers. komm.

<sup>13</sup> Sektorsrapport från Läkemedelsverket, utredning i samband med utvärdering av miljömålsarbetet, Läkemedelsverket, Feb 2007.

<sup>14</sup> "Earth-Friendly Elements, Mined Destructively," The New York Times, 25 December 2009

- Solcellsteknik är relaterat till flera toxiska problem.<sup>15</sup> En allt vanligare teknik för solceller är att bygga lager bestående av indiumgalliumfosfid, galliumarsenid och indiumgalliumarsenid. Dessa ämnen har toxiska egenskaper och produceras i processer som är miljöstörande. En annan tunnfilmsteknik baseras på kadmiumtellurid som kostar en tredjedel jämfört med konventionella solceller (baserade på kisel). Kadmium är en mycket toxisk metall som kan befaras spridas när solcellerna kasseras eller återvinns. (se dock kommentar under synergier). Polykisel, ett material på stark tillväxt inom solcellsindustrin, utvinns i processer som genererar toxisk kiseltriklorid som biprodukt.
- Kvävetrifluorid (NF3) används huvudsakligen i tillverkning av halvledare. Gasen introducerades ursprungligen som ett alternativ till freoner. NF3 används framför allt vid rengöring av elektronisk utrustning, men även för plasmaetsning av LCD-skärmar och i tillverkning av tunnfilmbaserade solceller. NF3 har ett av de högsta noterade GWP-värdena, och uppskattas ha ca 17000 gånger kraftigare effekt i 100-årsperspektiv jämfört med CO<sub>2</sub>.<sup>16</sup>
- Utveckling av nanomaterial för energieffektivisering och energialstring. De toxiska riskerna är dåligt kartlagda.<sup>17</sup>

Klimatförändringarna kan också i sig befaras förvärra kemikalieproblem, exempelvis genom att ämnen som konsekvens av förändringarna sprids på nya sätt, färdas över längre avstånd, eller bryts ned på annorlunda sätt.<sup>18</sup>

### Exempel på synergier:

På många områden kan utveckling och åtgärder gynna både Giftfri miljö och begränsad klimatpåverkan. Några exempel:

- Minskad användning av fossila råvaror reducerar spridningen av toxiska ämnen från fossila material (exempelvis kvicksilver som frigörs vid kolförbränning). Energieffektivisering och övergång till biobränslen är åtgärder som minskar fossilberoendet och därmed frisläppandet av toxiska ämnen bundna till jordskorpan. På liknande sätt påverkar utvecklingen av nya energisystem (energitillförsel, nya energibärare och lagring av energi) förbrukningen av fossila material och därmed toxiska ämnen.
- GHG-effektivitet. Tendensen är driven av styrmedel för minskade koldioxidutsläpp och omfattar såväl tillförsel som användning av kolbaserad energi. I övrigt är denna faktor parallell till energieffektivitet.
- Materialeffektivisering. Strävan att använda mindre insatsmaterial per funktion gynnar i huvudsak både klimat och Giftfri miljö, men undantag finns<sup>19</sup>.

<sup>15</sup> "Toward a Just and Sustainable Solar Energy Industry" - A Silicon Valley Toxics Coalition White Paper, January 14, 2009

<sup>16</sup> "The missing greenhouse gas", Nature Report; Climate Change, Vol 2/2008

<sup>17</sup> För diskussion av nanoämnenas egenskaper Se exempelvis: "Användningen av nanomaterial i Sverige 2008 – analys och prognos", KemI PM 1/09

<sup>18</sup> "Managing Chemicals in a Changing Climate to Protect Health", Broschyr, Intergovernmental Forum on Chemical Safety (IFCS)

<sup>19</sup> Avfallsprevention och Giftfri miljö. IVL Rapport B1861. T. Rydberg et al. 2009.

- Raffinerade petroleumprodukter, som bensin. Vid en sammanställning av toxiska ”multiproblemflöden” i samhället som KemI lät göra 1993 utsågs bensin till det mest toxiska ”multiflödet”.<sup>20</sup> Inte för något annat flöde var mängden och antalet hälso- och miljöfarliga ingredienser lika omfattande. Minskat flöde av bensin kan därmed antas minska det toxiska utsläpp och ge positiva effekter på hälsa och miljö, förutsatt att de alternativa energibärande har lägre samlad toxicitet.
- Utvecklingen från petroleumbaserade kemikalier till biobaserade kemikalier som utvecklas utifrån ”ekologisk design” kan både gynna kemikalieläget och klimatet. Mindre mängd fossilt kol används och de toxikologiska effekterna av mer ”naturbaserade” ämnen är ofta mindre skadliga, även om motsatsen också kan gälla.
- Utvecklingen av industriell bioteknik gör processer mer ”gröna”, produkterna mer miljöanpassade och leder samtidigt till ökad optimering av traditionella produktionsprocesser.
- En av de beskrivna målkonflikterna ovan är att tungmetallen kadmium används i tillverkning av effektiva och kostnadseffektiva solceller. En möjlig positiv effekt av detta är att kadmium binds mycket hårt kemiskt till tellurium i den legering som används. Eftersom kadmium uppstår som biprodukt vid den industriellt viktiga brytningen av zink kan solceller ses som ett sätt att ”låsa in” en farlig metall i ett inert material, en slags slutförvaring av miljögiftet.<sup>21</sup> Samtidigt skulle förfarandet innebära en stor och svårkontrollerad spridning i teknosfären med diffusa emissioner som följd.
- Halogenerade kolväten tenderar att vara mer persistenta och mer bioackumulerande än icke-halogenerade ämnen. Förutom de toxiska effekterna (hos exempelvis högfluorerade ämnen) så är dessa ämnen i många fall växthusgaser. Gemensam ansträngning att minska användningen av halogenerade kolväten kan därför få positiv effekt på båda miljömålen.
- Forskning, utveckling och innovationer inom området Grön Kemi genererar kemiska ämnen utan miljö- och hälsofarliga egenskaper som samtidigt bidrar till effektivare energiutnyttjande, minskad resursförbrukning och klimatpåverkan.

### **Synergieffekter av ökad återvinning**

På återvinningsområdet finns betydande synergieffekter. Branschföreningen Återvinningsindustrierna uppskattar att nuvarande materialåtervinning i Sverige av papper, plast, glas, aluminium och stål sammantaget innebär att globala växthusgasutsläpp på 6,2 miljoner ton CO<sub>2</sub> undviks årligen (jämfört med om ingen återvinning alls skett).<sup>22</sup> Branschen menar vidare att ökad svensk återvinning redan på kort sikt kan minska utsläppen med ytterligare 685 000 ton per år och ger exempel på hur detta kan ske:

<sup>20</sup> A pilot Procedure to Select Candidate Substances for General Restrictions on use, Kemikalieinspektionens rapporter, nr 1/1993

<sup>21</sup> Thomas B Johansson, Internationella Miljöinstitutet, Lunds Universitet, pers. komm.

<sup>22</sup> ”Återvunnen råvara – en god affär för klimatet”, Återvinningsindustrierna, april 2007.



- Om den svenska materialåtervinningen av aluminium ökar med 10 procent kan det medföra minskade koldioxidutsläpp på omkring 100 000 ton per år.
- Om hälften av det privatimporterade glaset materialåtervinns och återvinningen av planglas ökar, kan det medföra minskade koldioxidutsläpp på omkring 20 000 ton per år.
- Om en procent av all koppar som ligger oanvänd i gamla kablar i marken skulle återvinnas, kan det medföra minskade koldioxidutsläpp på omkring 120 000 ton per år.
- Om 15 procent av det papper som idag går till förbränning i stället materialåtervinns, kan det medföra minskade koldioxidutsläpp på omkring 100 000 ton per år.
- Om den svenska materialåtervinningen av plast ökar till 15 procent, en nivå som redan uppnåtts i exempelvis Italien, Spanien och Tyskland, kan det medföra minskade koldioxidutsläpp på omkring 85 000 ton per år.
- Om den svenska materialåtervinningen av stål ökar med 10 procent, kan det medföra minskade koldioxidutsläpp på omkring 260 000 ton per år.

Återvinning i energi- och resurseffektiva kretslopp är med andra ord en viktig åtgärd för att minska klimatutsläpp. Samtidigt kan toxiska ämnen som förekommer i avfallet spridas ytterligare genom att det återvunna materialet används på nytt. Ett exempel är återvunnen gummi från bildäck som används som markbeläggning för idrotts- och lekplatser. Gummimaterialet innehåller bl.a. PAH-ämnen med hög giftighet. För återvinning krävs giftfria och resurssnåla kretslopp. Ökad återanvändning minskar behovet av ny fossil råvara samtidigt som behovet av toxiska kemikalier vid nytillverkningen minskar.

## 6. Exempel på aktörer och processer

Vad styr utvecklingen mot en mer klimatneutral och giftfri kemikalieproduktion? Det finns naturligtvis en myriad av aktörer och beslutsprocesser som påverkar utvecklingen av de frågor som här diskuterats, de allra flesta utifrån ekonomiska aspekter. När det gäller utveckling mot mer biobaserade kemiproduktion drog den europeiska BREW-studien slutsatsen att fyra nyckelkrav måste uppfyllas för att tydliga framsteg ska kunna ske:

1. Tydliga teknikgenombrott i bioprocessutvecklingen (bioraffinering)
2. Stora framsteg i utvecklingen av processer nedströms bioraffinering
3. Priset på fossila råvaror måste vara högt
4. Priset på fermenterbar biologisk råvara måste vara lågt

De två sista kraven, om prissättning på fossil och förnyelsebar råvara, är mycket svårbedömda. Här begränsar vi oss till processer som berör de två första punkterna, krav som påverkas genom forskningssatsningar och stöd till marknadsintroduktion av nya lösningar.

### Forskningssatsningar kring biobaserade kemikalier och grön kemi

Flera stora forskningsfinansiärer har uttalad ambition att stödja en övergång till mer biobaserad kemikalieanvändning. Några exempel:

- Forskningsdisciplinen *Grön Kemi* utvecklades ursprungligen i USA, men har växande spridning runt om i världen. Grön Kemi fokuserar främst på designfasen och arbetar efter ett antal önskvärda kriterier för kemikaliers egenskaper. Ambitionen med Grön kemi är att effektivt dra nytta av huvudsakligen förnybara material, minskar avfallet och undviker giftiga och/eller farliga reaktanter och lösningar i tillverkning och användning av kemiska produkter. I Storbritannien bedrivs bland annat forskning vid Universitetet i York, som också organiserar ett nätverk av forskare, Green Chemistry Network <sup>23</sup> I Sverige finns bland annat Jegreliusinstitutet för tillämpad grön kemi och forskningsgrupper vid olika universitet.
- Forskningsstiftelsen Mistra stöder projektet GreenChem som forskar på att finna nya kemitekniska produkter och produktionsmetoder anpassade för ett ekologisk hållbart samhälle. Programmet har som mål ”att initiera ett paradigmskifte inom kemiindustrin genom att visa hur det är möjligt att använda biotekniska verktyg för en miljövänlig produktion.”<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> <http://www.greenchemistrynetwork.org/>

<sup>24</sup> [www.greenchem.lu.se/](http://www.greenchem.lu.se/)

- Stiftelsen *Formas* finansierar flera projekt relaterade till kemikalieframställning ur biobaserade råvaror, bland annat smörjoljor (Kemicentrum vid Lund Universitet), och mjukgörare (SP, Borås). Ett exempel är stöd till forskare vid Uppsala Universitet för att ta fram sätt att utnyttja värdefulla kemikalier ur skogs- och jordbruksrestprodukter. Forskningsprojektet är tvärvetenskapligt och går ut på att rena fram ämnen som kan vara intressanta för t.ex. hälso-, livsmedels- och kosmetikabranschen.
- Nyligen beslutade *Europeiska forskningsrådet, ERC*, om ett stöd på 2,5 miljoner euro till forskare i kvantitativ systembiologi vid Chalmers, för att utveckla hållbara processer för framställning av kemikalier för bland annat plastproduktion. Avsikten är att med hjälp av jästbakterier att skapa en mängd olika kemikalier som kan ersätta en del av dem som idag baseras på olja.<sup>25</sup>
- Universitet i York är också ledande företrädare för forskningsprojekt *SustOil*, som finansieras av EU:s ramprogram för forskning. Programmet som pågått sedan 2008 och avslutas under 2010, har som mål att utveckla möjligheterna att använda jordbruksproducerade oljor som raps, oliv- och solrosolja som ersättning för fossilbaserade oljor.<sup>26</sup>

### Industriella drivkrafter och projekt

Liksom övriga industrigrenar har kemiindustrin tryck på sig att reducera sin klimatpåverkan. Processerna allt mer energieffektiva men ytterst lite har hänt när det gäller alternativa råvaror - endast omkring en promille av råvarorna till kemikalier utgörs idag av förnyelsebara material. Drivkrafterna från industrihåll verkar istället komma från andra industrigrenar, som exempelvis skogs- och jordbruksnäringar. I Sverige drivs ett antal industriprojekt med syfte att utveckla produkter och material ur biobaserade råvaror. Ett par exempel:

- *Processum* är ett samarbete mellan industri och myndigheter med bas i Örnsköldsvik. Tanken är att utveckla bioraffinaderikonceptet till att öka förädlingsvärdet på framför allt skogsråvaror. Det handlar bland annat om att ur växtmaterial ta tillvara värdefulla strukturer för tillverkning av nya material, att en större del av råvaran och restprodukter vidareförädlas, och att konvertera avfall till bränslen. *Processum* stödjer utvecklingen av företag genom marknadsföringsaktiviteter och satsning på nya verksamheter baserade på förnybara råvaror.<sup>27</sup>
- Flera stora industriprojekt pågår också att producera metanol ur skogsråvara. *Värmlandsmetanol*, ett samarbete mellan Stiftelsen Miljöcentrum, Hagfors kommun, LRF med flera, handlar om att bygga en fabrik i Hagfors som genom en förgasningsprocess som ska producera 120 000 ton drivmedelsmetanol per år ur skogsråvara. Miljöprovning pågår och fabriken planeras stå färdig 2013.

<sup>25</sup> <http://www.chemicalnet.se/iuware.aspx?pageid=792&ssoid=113488>

<sup>26</sup> [www.sustoil.org/](http://www.sustoil.org/)

<sup>27</sup> [www.processum.se](http://www.processum.se)

På det europeiska planet finns flera organisationer som driver en politisk agenda kring ”hållbar kemi” och förnyelsebara råvaror. Några exempel:

- EuropaBio (European Association for Bioindustries) är en intresseorganisation startad 1996 för vad som sammantaget kallas bioteknikindustrin inom EU. Syftet är att främja en innovativ och dynamisk utveckling av bioteknikindustri i Europa. Medlemmar är ett brett spektrum av företag och organisationer som omfattar både traditionell kemiindustri, läkemedelsindustri som jord- och skogsbruksföretag. Europabio producerar studier och policydokument kring hur EU genom olika politiska åtgärder kan främja ökad användning av förnyelsebar råvara och biotekniska processer i olika industrigrenar. Genom att medlemsbasen är så bred är rekommendationerna i praktiken ofta allmänna och rör exempelvis om patentfrågor och näringsutvecklingsstöd.<sup>28</sup>
- Andra industriella intresseorganisationer på EU-nivå är SusChem eller ”European Technology Platform for Sustainable Chemistry”. Här används begreppet hållbar kemi mera för att driva kemiindustrins intressen generellt som exempelvis på EU-politiska åtgärder som gynnar kemiindustrins internationella konkurrenskraft. Industriell bioteknik finns med som ett projekt.

Uppräkningen av liknande forsknings- och industriprojekt kan göras lång. Men en relevant fråga är i vilken mån projekten långsiktigt kommer medverka till en strukturomvandling. Andra faktorer, som prissättning och konkurrens från traditionell tillverkning kan i praktiken stoppa utvecklingen. Den växande kritiken mot att efterfrågan på biobränslen tränger ut livsmedelsproduktion och leder till skogsskövling gör att det blivit än svårare att se hur livsmedelsproducerande mark ska tas i anspråk för tillverkning av råvaror till kemiindustrin. Troligare är att skogsmarken kommer stå för råvaran till denna industri.

---

<sup>28</sup> [www.europabio.org](http://www.europabio.org);

## 7. Diskussion och förslag

Kemikalieanvändningen står för en betydande andel - runt en tiondel - av växthusutsläppen. Samtidigt är kemikalier viktiga för utvecklingen av nya och energieffektiva lösningar som kan mildra människans klimatpåverkan. Dessa båda faktorer gör kemikaliesektorns utveckling till en mycket relevant fråga för klimatpolitiken.

Att valet av klimatlösningar påverkar kemikaliefrågan står lika klart. Om målen för att ställa om världens energiförsörjning och användning förverkligas innebär det en snabb och radikal förändring av produktions- och konsumtionssystem. Denna omställning innebär en stor möjlighet att även bidra till uppfyllandet av andra miljömål - som *Giffri miljö* - förutsatt att dessa kan göra sig gällande.

Ambitionen bör vara att driva kemikalieutvecklingen mot allt mer klimateffektiva lösningar, samtidigt som kemiindustrin så långt möjligt ersätter sin egen fossila råvaruanvändning med förnyelsebara material, ökar energi- och materialeffektiviteten i processer, samt optimerar användningen av restprodukter. Kombinerat med detta måste kemikaliesektorn (och även övriga sektorer) fasa ut sin användning av särskilt farliga ämnen, som långlivade och bioackumulerande ämnen, så att de toxiska riskerna mot hälsa och miljö minskar i linje med *Giffri miljö*.

### Synergimål för kemikalier, resurser och klimat

För att nå framgång är det viktigt att arbetet inom olika miljöområden inte motverkar utan samverkar med varandra. Regeringen har nyligen föreslagit att etappmål tas fram inom miljömålsarbetet, gärna gemensamma för flera miljömål.<sup>29</sup> Ambitionen att definiera synergimål har också varit en av utgångspunkterna för denna förstudie.

Det är viktigt att även ta fasta på framgångsrika arbetsmetoder inom respektive miljöområde. Inom kemikaliepolitiken har under decennier pågått arbete att utveckla principer och metoder för *substitution* av farliga kemikalier och material. Grunden är substitutionsprincipen, att farliga ämnen ska ersättas med mindre farliga när sådana finns tillgängliga. Det bristfälliga kunskapsläget gör också att försiktighetsprincipen spelar en central roll, dvs. en stark misstanke om allvarlig risk ska i sig vara tillräcklig för åtgärder. Substitutionstänkandet principer kan utgöra viktig grund även för klimatpolitikens val av åtgärder. (Dessa tankar har utvecklats av vidare av bland annat Reibstein<sup>30</sup>)

*Resurs och avfallsbegreppen* är också centrala. De behov som finns i samhället måste mötas av en allt effektivare resursanvändning. Det kräver i sin tur kräver ökad återanvändning och materialåtervinning. Ett förslag till synergimål bör därför också integrera resursaspekter.

Kemikalieinspektionen samlade i januari 2010 ett antal experter från olika områden för att diskutera förslag till synergimål och styrmedel för klimat och kemikalier. En matris användes för att fånga in frågeställningen (se figur i bilaga 1). Mötet diskuterade sedan vilka synergimål som kunde placeras in mellan de båda miljömålen. Resultatet blev följande förslag:

<sup>29</sup> Miljömålsproposition 2009/10:155 (mars 2010)

<sup>30</sup> Reibstein, R.: Using the Tools of Pollution Prevention to Reduce Greenhouse Gas Emissions, Environmental Law Reporter, 9-2009.

Synergimål (på längre sikt):

Ny klimatneutrala lösningar uppfyller målet Giftfri miljö.  
Kemikalieproduktion och användning är klimatneutral

*Dessa två villkor kan vara utgångspunkter för att formulera ett miljöpolitiskt etappmål för kemikalier och klimat.*

Synergimål (på väg mot slutmålet):

Tillämpning av principer för grön kemi i utveckling av klimatsmart teknik bidrar till hållbar teknikutveckling.

Biobaserad råvara och giftfria produkter minskar klimatpåverkan och ger giftfri produktion och konsumtion.

En kommentar vid workshoppen och enskilda intervjuer var att ett synergimål bör integrera inte bara de två nämnda miljömålen utan även andra aspekter. Framför allt nämndes behovet att inkludera frågan om resursförbrukning/ effektivitet, även om detta inte finns uttryckt i förslaget ovan.

Workshoppen diskuterade också lämpliga strategier, hot och möjligheter inom området. I bilaga 1 presenteras flera synpunkter och slutsatser som kom fram under mötet.

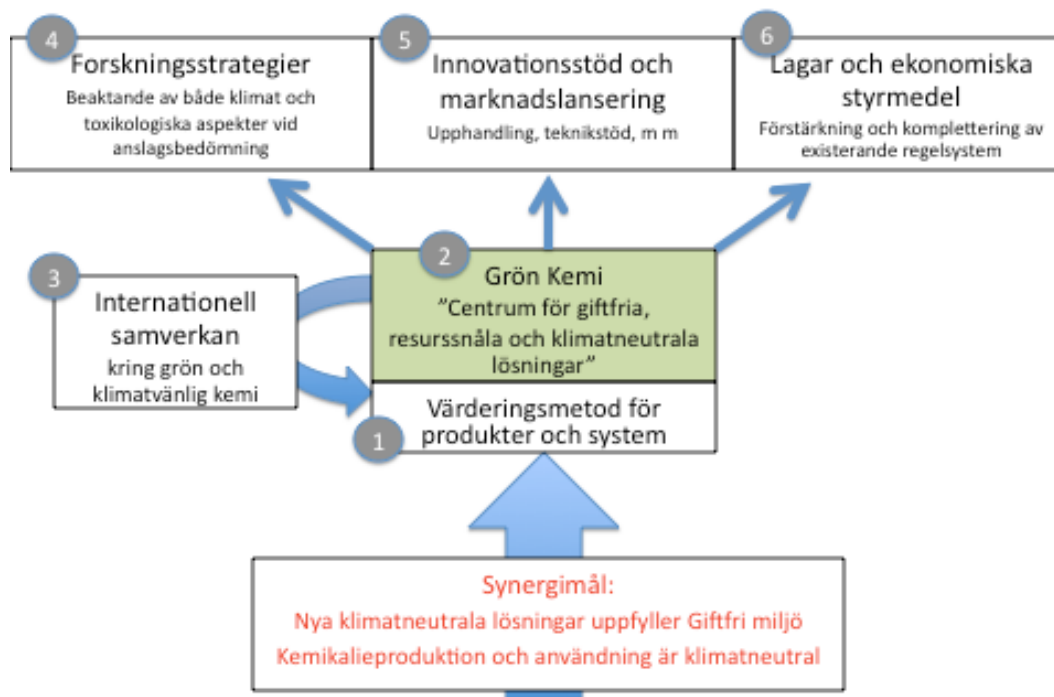
Förslag:

Verka för att det inom det nationella miljömålssystemet tas fram ett synergimål (etappmål) för miljömålen Giftfri miljö och Begränsad klimatpåverkan. Integrera även aspekten resurseffektivitet. (Workshopens förslag till synergimål kan användas som utgångspunkt.)

### **Åtgärder**

Ett tydligt och enande mål är viktigt för att ta ut kompassriktningen. Men vilka är stegen som tar oss dit? Den här förstudien har bara kunnat göra nedslag i ett begränsat antal frågor och fortsatt analys arbete behövs för att finna vägar framåt. I detta avslutande kapitel diskuteras ett antal åtgärdsområden som har betydelse för utvecklingen och där miljöpolitiska initiativ är tänkbara. För vart och ett av områdena ges kortfattade förslag till hur frågorna kan drivas vidare. Förslagen kan lämpligen vidareutvecklas inom de myndigheter som berörs av frågorna. Exempel på aktörer/arenor nämns i anslutning till förslagen.

Åtgärdsområden sammanfattas i figuren:



## 1. Gemensam värderingsmetod för hållbara produkter och produktionssystem

En övergripande målsättning för den svenska miljömålspolitiken är att produktion och konsumtion av varor och tjänster ska vara ekologiskt hållbar, att varor ska vara fria från särskilt farliga ämnen och klimatanpassade. I praktiken består utvecklingen av en myriad enskilda beslut som påverkar utformningen av kemikalier, varor och system. För att öka anpassningen av varuflödet behövs en tydlig metod för att värdera olika alternativ - en modell som hjälper till att svara på frågan vad som konstituerar en grön produkt, kemikalie eller produktionsprocess.

Frågan är inte ny - genom åren har olika "filosofier" använts som inspiration och stöd vid bedömning av om en viss företeelse eller produkt kan anses acceptabel. Här är några exempel:

Kretsloppsfilosofin (90-tal)

*Stark motivationsgrund för miljöpolitiken i början av 90-talet. Betonar principen om att alla material och produkter ska ingå i ett kretslopp, samt vara så giftfria som möjligt för att inte förorena kretsloppen. Förnyelsebara materialflöden är det enda hållbara.*

De fyra systemvillkoren  
(90-tal)

*Anger övergripande principer för miljöanpassning av samhället. Betonar termodynamikens lagar om entropi och "allt sprider sig" och har även med en social aspekt om rättvis fördelning. "Systematisk koncentrationsökning" i miljön av ämnen från berggrunden eller samhällets egen tillverkning skall undvikas. (Lanserade av föreningen Det Naturliga Steget.)*

Grön Kemi (00-tal)

*Grön Kemi bygger på 12 principer för "grön design" av kemikalier. Principerna syftar framför allt till att undvika toxiska egenskaper hos kemikalier, men även energi- och resursaspekter ingår. Bland annat skall råvaran vid tillverkning vara förnyelsebar.*

Vagga-till-vagga (00-tal)

*Koncept som utgår från att alla material genom rätt grunddesign kan bli näring antingen åt mikroorganismer eller industriella processer. Därigenom eliminerar man avfall som koncept. Målet är en cirkulär ekonomi där material aldrig förstörs eller ackumuleras och där tillväxt, produktion och konsumtion är av godo. Vagga-till-vagga har många likheter med kretsloppsfilosofin.*

De olika koncepten (eller filosofierna) bygger till stor del på samma grund, men betonar delvis olika aspekter. De kan också ses som olika kommunikationsstrategier anpassade för olika målgrupper. För att ett synergimål ska påverka utvecklingen behövs en tydlig pedagogisk modell för att bedöma om och hur en företeelse ligger i linje med synergimålet.

Med modellen som grund kan olika tekniska lösningar bedömas. Man kan också formulera de klimat- och kemikaliekrav som bör uppfyllas för exempelvis en solcell sett ur livscykelperspektiv. Den amerikanska miljöorganisationen SVTC har tagit fram en modell som kan tjäna som inspiration. Se vidare bilaga 2.



*Förslag:*

*Främja en diskussion kring vad som kännetecknar en "hållbar kemikalie", "hållbar vara" eller exempelvis "hållbar klimatåtgärd" genom att sammanställa kriterier som används i olika sammanhang (Grön Kemi, kretsloppsprinciper, systemvillkoren, "vagga-till-vagga", etc.). Använd detta för att nå konsensus kring styrande kriterier*

*Låt begreppet "Grön Kemi", i en vid betydelse, användas för att definiera en kemikalie eller kemisk process som både uppfyller kraven som "giftfri", "resurseffektiv" och "klimatvänlig".*

*Sprid erfarenheterna om metodiskt substitutionsarbete från kemikalieområdet till klimatområdet. (Genom kunskapsutbyte)*

*Arenor/Aktörer: Miljömålsrådet, Kemikalieinspektionen, Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Akademiska institutioner, Intressenter för de olika "filosofierna"*

## **2. Grön Kemi-centrum för att främja substitution bland marknadens aktörer**

Behovet av forskning kring giftfria och klimatanpassade produkter är stort. Men redan idag finns en mängd miljöanpassade produktval att göra på marknaden. I vilken mån det sker beror delvis på hur väl kommunikationen mellan säljare och köpare fungerar. Det finns behov att etablera kunskapscentra och kunskapsnav för att förmedla information om produkter och åtgärder, till rätt målgrupper.

Bland framgångsrika projekt på området finns Göteborgsprojektet "Grön Kemi" som drevs av bland annat Länsstyrelsen i Västra Götaland under perioden 2000-2006. Det hade som syfte att påverka utvecklingen mot mer hälso- och miljöanpassade kemiska produkter som samtidigt har en god funktion. Arbetet inriktades mot s.k. "högvolymprodukter" med riskabla komponenter och stor spridning i samhället. Projektet arbetade med ett antal produktfokus: smörjmedel, bildäck, alkylatbensin, båtbottnfärger, målarfärger, bilvårdskemikalier samt kemiska produkter inom sjöfarten, i de flesta fall med mycket goda resultat. Framgångsreceptet var i korthet:

*Ta först fram detaljerad kunskap om produktområdet. En viktig del är här att försöka identifiera hinder och möjligheter till förändring. Kunskapen presenteras i en rapport. Projektet försöker sedan starta en process mellan framsynta tillverkare och intresserade användare för att driva utvecklingen framåt. I förändringsarbetet utnyttjas marknadskrafterna som en i många fall effektiv väg till snabba och genomgripande förbättringar. Ett mål är att skapa goda exempel som kan spridas som ringar på vattnet.<sup>31</sup>*

---

<sup>31</sup> Se vidare: [www.gronkemi.se](http://www.gronkemi.se)

Grundbulten är att utnyttja användar- och konsumentkraften samt marknadsspelet på nationell nivå. SOU-utredningen ”Biffen, Bilen, Bostaden” föreslog att Göteborgsmodellen skulle stå modell för ett nationellt åtgärdsprogram och beskrev projektmetoden som ”en slags kopplingsverksamhet, där intresserade tillverkare skall paras ihop med motiverade användare.”

Ett annat exempel på ”horisontell kunskapsförmedling” är den s.k. Nationella Substitutionsgruppen (NSG) som skapats av ett antal landsting och universitet. Här arbetar man pragmatiskt med att informera varandra om vilka alternativ som finns att tillgå till en miljöfarlig process eller produkt. Substitut som testats och visas sig fungera listas och läggs ut för information till övriga.<sup>32</sup>

Det finns skäl att fundera på om den typ av kunskapscentra som Göteborgsprojektet och NSG utgör kan och bör initieras på nationell nivå.

Man kan också tänka sig att ett sådant kunskapscentra inte bara har i uppgift att fungera som clearinghouse för befintlig kunskap utan också främja integrationen av klimat, resurs och kemikalieaspekter i olika sammanhang, t.ex. forskning och upphandling.

*Förslag:*

- *Definiera behov och målgrupper för informationssatsning kring Grön Kemi (i betydelsen giftfri och klimatsmart kemi).*
- *Undersök möjligheterna att knyta samman befintlig kunskap från internationella, nationella och lokala projekt till ett nationellt kunskapscentrum för Grön Kemi. Utnyttja erfarenheterna från Göteborgsprojektet, m.fl. initiativ.*
- *Ge Grön Kemi-centrat i uppgift att även ge kunskapsstöd till forskningsfinansiärer (punkt 5 nedan), upphandlare (punkt 6) och lagstiftningsfrågor (punkt 7).*

Aktörer/Arenor: Myndigheter, landsting, kommuner, universitet, m.fl.

### **3. Internationellt kunskapsutbyte kring kemikalier och klimat**

Denna förstudie har bara i begränsad utsträckning sökt information i andra länder om kopplingen mellan kemikaliefrågor och klimat. De kontakter som tagits med forskare i bl.a. Storbritannien och USA tyder på aktiviteten på områden är låg. Grön Kemi som akademisk disciplin är dock utbredd i flera länder. Några exempel kan nämnas: I Kalifornien diskuteras frågan inom det s.k. ”Green Chemistry Initiative”, en satsning på delstatsnivå. I Massachusetts finns sedan lång tid tillbaka Toxic Use Reduction Institute, som samlar information om miljöanpassade kemikalier och grön kemi, och även fungerar som en kunskapsbank för industrin. I Europa finns Green Chemistry Network, med navet placerat vid universitetet i York, England.

<sup>32</sup> Se [www.vgregion.se/halsan/kemi/nsg](http://www.vgregion.se/halsan/kemi/nsg)

Även inom miljöorganisationer finns ett växande intresse för frågan, kanske tydligast manifesterat av WWF som givit ut flera rapporter i ämnet.

Det finns många skäl att öka kunskapsutbytet med andra länder, för att på så sätt finna intressanta angreppssätt och strategier i det fortsatta arbetet.

*Förslag:*

- *Kartlägg forskning och andra relevanta processer som pågår i andra länder och internationellt inom området klimat/kemikalier.*
- *Ta initiativ till en internationell workshop för att diskutera hur frågan hanteras i olika länder och undersöka intresset av samarbete.*
- *Arenor/Aktörer: Internationella aktörer, svenska myndigheter*

#### **4. Gemensamma forskningsstrategier**

Forskning kring klimatneutrala lösningar och biobaserade material är ett snabbt växande forskningsområde i Sverige och internationellt. Det är viktigt att även kemikaliefrågan beaktas när forskningsprojekt utformas och bedöms av anslagsgivare. En tydlig koppling mellan områdena kan ge en stark drivkraft för innovation och tillväxt för svensk industri.

*Förslag:*

- *Formulera kriterier som ska beaktas vid beslut om forskningsanlag. Som exempel bör toxiska aspekter integreras bättre i energi- och klimatforskning.*
- *Informera och utbyt kunskap mellan anslagsgivare, teknikutvecklare och kommunikatörer inom energi- och kemikaliesektorn.*
- *Initiera forskning för att utreda och åtgärda ämnen som både har växthuseffekt och medför toxiska risker, bland annat gruppen halogenerade kolväten.*

*Arenor/Aktörer: Vinnova, Mistra, Formas, ideella forskningsfinansiärer, anslagsgivande myndigheter.*

#### **5. Innovationsupphandling och stöd till marknadsintroduktion**

Förutom forskning är det viktigt att stödja den fortsatta lanseringen av gröna och klimatsäkra lösningar. Ett intressant område är hur stora (statliga och privata) upphandlande organisationer kan stödja en utveckling av bättre produkter.

Innovationsupphandling (tidigare kallat teknikupphandling) innebär att upphandlaren ställer upp kriterier för den produkt eller tjänst som man önskar köpa. En fragmenterad grupp av köpare - exempelvis landsting - använder tillsammans sin gemensamma köpkraft för att till marknaden efterfråga en produkt som just då inte finns tillgänglig. Processen har alltså som syfte att tidigarelägga marknadsintroduktionen av morgondagens teknik

genom att tydligt visa upp en efterfrågan och köpkraft.

Den leverantör som genom innovativ utveckling lyckas uppfylla kraven har sedan möjlighet att vinna kontrakt och därmed finansiera sina utvecklingskostnader. Systemet har framgångsrikt utnyttjats på energisidan (bl.a. för värmepumpar) och passar även väl för kemikalieaspekter. Solceller kan utgöra ett lämpligt produktområde för att inleda innovationsupphandling med fokus på både kemikalier och klimat. Det är viktigt att en uthållig finansiering finns eftersom en innovationsupphandling i snitt tar mellan 2-4 år att utföra.

Området CleanTech (Clean technology) är ett framgångsrikt koncept i steget från uppfinning till marknadsintroduktion. Sverige har höga ambitioner att stödja CleanTech-satsningar i form av marknadsintroduktion av nya hållbara produkter. Även här är det viktigt att både kemikalie- och klimat/resursaspekter bedöms så att produkter som uppfyller krav på båda områdena premieras.

*Förslag:*

- *Stöd industriella satsningar på biobaserade alternativ till traditionell kemikalieproduktion, men se samtidigt till att toxikologiska aspekter tas med i bedömning av produktionen. Se till att kontrollen även omfattar lanseringen av nya biobränslen och andra tillämpningar inom industriell bioteknik (bioraffinaderier, etc.)*
- *Undersök möjligheterna att inrätta ett nationellt program för innovationsupphandling med en tydlig statlig aktör som får i uppdrag att äga frågan och koordinera olika initiativ inom flertalet branscher och med olika fokus. Solceller kan vara en lämplig produkt att starta med.*
- *Främja en utveckling av klimatsmarta och giftfria produkter. Ge förslag för hur kemikalieaspekter kan beaktas inom Clean Tech-området*

*Arenor/Aktörer: Offentliga och privata upphandlare, Miljöstyrningsrådet, SWENTEC, SKL, Kammarkollegiet, Vinnova m.fl.*

## **6. Förstärkning och komplettering av lagstiftningen**

Svensk och internationell lagstiftning har i allmänhet utvecklats inom avgränsade politikområden som energi- eller kemikaliepolitik. Därför finns få eller inga skrivningar om energi och klimataspekter inom kemikalielagstiftningen och vice versa. Det är därför värt att undersöka hur olika lagtexter kan utvecklas för att också ta hänsyn till andra frågeställningar. Några exempel på lagar och beslutsprocesser som kan vara intressanta att påverka:

- EU:s ekodesigndirektiv för varor (Energy Using Products, EuP) har tagits fram framför allt utifrån ambitionen av minska energiförbrukningen hos varor men kan även omfatta andra aspekter som ingående kemiska ämnen, materialförbrukning, etc. Även om energifrågan var huvudaspekt vid

införandet av lagen, kan andra hänsyn komma att tas vid revideringar och utvidgning av lagens omfattning till nya produkter.

- REACH, EU:s kemikalielagstiftning, ställer krav på registrering och information om ingående ämnen och dess egenskaper. Inga krav ställs - så vitt känt - på att företag ska lämna information om ämnen ger växthuseffekter. Ett krav som är möjligt att ställa i framtida revideringar av lagen.
- EU har också en rad produktrelaterade direktiv, exempelvis för elektroniska produkter, bilar och byggvaror. Här finns också, åtminstone i teorin, möjlighet att ställa krav på såväl kemikalieinnehåll som klimatpåverkan. Till stora delar handlar dessa lagar om producentansvar för produkter.
- Klassificering och märkning av kemikalier. Dagens klassificeringssystem ställer krav på att ämnen ska märkas med farosymboler om de har olika hälso- och miljöfarliga egenskaper, exempel cancerrisk, allergiframkallande, eller skadliga för ozonskiktet. Däremot innehåller systemet ingen möjlighet att märka ämnen som är skadliga för klimatet.

Tanken att införa en särskild märkning av ämnen som har GHG-potential har förekommit inom EU. Ett förslag till ny riskfras (R69: Inducerar klimatpåverkan) lanserades av Frankrike kring millennieskiftet. Förslaget riktade i första hand in sig på kemikalier som definierats som växthusgaser inom Kyoto-avtalet och Montreal-protokollet, och föreslog att dessa skulle märkas med farosymbol och förses med riskfras. Initiativet diskuterades på arbetsgruppsmöten och stöddes av flera medlemsländer, bland annat Sverige. Initiativet ledde dock inte till något formellt förslag. Sedan dess har EU anpassat sitt klassificeringssystem enligt det globala GHS-systemet<sup>33</sup>. Det kan därför vara lämpligt att på nytt väcka frågan om en särskild klimatklassificering, denna gång på GHS-nivå.

---

<sup>33</sup> GHS = Global Harmonisation System, FN-ledd process att skapa ett globalt klassificeringssystem.

*Förslag:*

- *Utred vilka EU-lagar som kan vara intressant att få reviderade så att de täcker även andra aspekter än de ursprungliga. Ställ upp förslag för hur en sådan revidering kan gå till och prioritera dem efter angelägenhetsgrad.*
- *Arbeta för att ekodesigndirektivet även ska omfatta produkter utanför energiförbrukande varor, samt att kemikaliekraV ställs på produkterna (inte bara energirelaterade kraV). Ställ även kraV på andel biobaserad råvara*
- *Se till att RoHS/WEEE-direktiven även omfattar energialstrande produkter, mm, samt arbeta för att restriktionslistan utökas med fler ämnen.*
- *Undersök om de tematiska strategierna inom EU kan användas för att införa mål och strategier på området kemikalier/klimat. Strategier som kan bedömas är bl.a. resursstrategin, samt strategier för klimat och energieffektivisering.*
- *Undersök hur producentansvarslagar fungerar i förhållande till de båda målen, samt vilka eventuella nya kraV som bör ställas (nya produktgrupper för producentansvar, lämpliga kompletteringar av nuvarande producentansvar).*
- *Ta fram förslag till hur GHG-klassning kan ingå som kraV vid klassning av farliga kemikalier. Driv frågan inom GHS-systemet.*
- *Undersök hur Sverige i arbetet med FN:s strategi för Hållbar Produktion och Konsumtion, kan uppmärksamma koppling kemikalier och klimat.*
- *Undersök hur klimatfrågan kan uppmärksamma/föras in i internationella kemikalieförhandlingar, och vice versa.*

## 8. Bilagor

### Bilaga 1. WORKSHOP

#### 1. Deltagare i Workshop Stockholm 2010-01-15:

- \* Mats Engström, fd. ledarskribent, Aftonbladet
- \* Siv Ericsson, Stockholm Resilience Center
- \* Erik Noaksson, Jégreliusinstitutet för tillämpad grön kemi
- \* Jesper Sjöström, Malmö Högskola, fd GreenChem
- \* Thomas B Johansson, Internationella miljöinstitutet, Lund
- \* Jan Hammar, Stf generaldirektör, KemI
- \* Mona Blomdin Persson, KemI
- \* Per Nordmalm, KemI
  
- \* Christina Rudin Snöbohm, KemI
- \* Lars Drake, KemI
- \* Per Rosander, EnviroAction

#### 2. Matris som användes vid diskussionen:

År	Giftfri miljö	Gemensamma mål	Begränsad klimatpåverkan
2020	Miljön är fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.		Utsläppen av växthusgaser i Sverige, från verksamheter som ligger utanför systemet för handel med utsläppsätter, har minskat med 40 procent jämfört med 1990.
2030			
2050	Nya klimatneutrala lösningar uppfyller kraven för Giftfri miljö		Kemikalieproduktion och – användning är klimatneutral.

### 3. Förslag som formulerades vid mötet:

#### **Synergimål (på längre sikt):**

- Ny klimatneutrala lösningar uppfyller målet Giftfri miljö.
- Kemikalieproduktion och användning är klimatneutral

*Dessa två villkor kan vara utgångspunkter för att formulera ett miljöpolitiskt etappmål för kemikalier och klimat.*

#### **Synergimål (på väg mot slutmålet):**

- Tillämpning av principer för grön kemi i utveckling av klimatsmart teknik bidrar till hållbar teknikutveckling.
- Biobaserad råvara och giftfria produkter minskar klimatpåverkan och ger giftfri produktion och konsumtion.

#### *4. Deltagarna föreslog också ett antal styrmedel:*

- Forskningsstöd, både för att finna nya lösningar men också för att få ut nya lösningar på marknaden.
- Sverige kan driva sidofrågor i de internationella förhandlingsprocesserna. Exempelvis kan Sverige arbeta för att kemikalieaspekten tas upp i klimatförhandlingar.

#### *5. Analyser som behövs:*

- Vilka kemikalierisker finns med nya klimatlösningar, exempelvis nya användningar av tungmetaller?
- För vilken typ av produktion (fibrer, kemikalier, värme, drivmedel, livsmedel) är det mest lämpligt att ersätta fossila råvaror?

#### *6. Andra synpunkter:*

- Synergimål behövs inte bara mellan Giftfri miljö och Begränsad klimatpåverkan. Viktigt att även ta in andra mål i analysen, i synnerhet samverkan mellan markanvändning, biologisk mångfald och klimat.
- Målen bör inte ligga för långt fram i tid. Synergimålen bör uppnås till 2020 och slutmålen till 2030 (?)
- Utvecklingen kräver också en kunskapshöjning hos människor och insikter om behovet av förändringar. Därför bör det också finnas kunskapsmål.
- Diskussionen borde också kopplas ihop med frågan om resursanvändande. Att både energi, material och kemikalier ska användas mer effektivt.
- Teknikutveckling är viktig, men kommer inte i sig att lösa problem. Därför är det bättre att tala om hållbar omställning



- Efterfrågan på mark är avgörande. Befolkningstillväxt, städernas tillväxt, vägbyggen, ökenutbredning ger ökat tryck på åkermark. Val av vad vi odlar och vad vi äter har stor betydelse för kolförråd i mark. Det är svårt att tro att åkern ska ersätta fossila bränslen som basen i kemikalieindustrin. Det är lättare att ersätta fossila bränslen när det gäller produktion av värme och drivmedel. Men det finns en potential i grön kemi och den behöver det forskas mer om.
- Frågan om hur stor del av världens biproduktion kan vara bas för kemiindustri, och i vilken takt biproduktion kan fasas in är en central fråga – som avgörs mer av behoven och efterfrågan på mat, bränsle och fiber?
- Vad kan Sverige göra internationellt? Viktigt att ta fram exempel och strategier där Sverige kan uppnå dominoeffekter internationellt.
- I många fall har man lyckats bättre med kemikaliefrågorna än med klimatfrågorna. Klimatförhandlingarna kan lära av kemikalieförhandlingarna, t.ex. när det gäller Reach och Stockholmskonventionen. Resurseffektivitet har med kemikaliefrågor att göra och är politiskt intressant.
- När det gäller grön kemi behöver slutanvändarna kopplas närmare teknikutvecklingen. Större fokus bör riktas mot marknaden och kunderna.
- Definiera nyckelområden inom teknikutvecklingen. Fokusera sedan på dem.
- Dra nytta av att det finns mycket forskningsmedel tillgängliga för klimatområdet. Arbeta för att sådan forskning tar hänsyn till toxikologiaspekter.
- Teknikutveckling och grön kemi är viktiga men det finns också fler perspektiv när det gäller kopplingen mellan klimat och kemikalier. Att ifrågasätta behoven av vissa produkter och användningar, att se till överkonsumtionen och livsstilsfrågor. Då kan man minska både energiåtgång och kemikalieanvändning. Just nu är det fokus på klimatfrågan och det är allvarigare än vi trott. Men hur ser det ut om 40 år? Kommer människans fortplantning att vara allvarligt påverkad och kommer arter att utrotas p.g.a. kemikalier? Det finns en stor okunskap när det gäller kemikalier och deras effekter, därför är försiktighet viktig.
- Lösningarna på klimatproblemet är enkla. Det handlar om att höja priset på fossila bränslen eller koldioxidekvivalenter. Därmed inte sagt att det är lätt att få stöd för önskad politik. Att lösa kemikalieproblemet är svårare för det är en mer komplex frågeställning. En viktig del är den offentliga upphandlingen. Efterfrågan från kommun, landsting och stat är så stor
- Om vi ska lyckas lösa allt och uppnå målen innan 2050 måste det hända mycket. Politikerna är beställare av vad som ska ske. I den strukturomvandling som krävs måste både klimat- och kemikaliefrågorna finnas med.

(Andra slutsatser och kommentarer från workshopen har använts i utarbetandet av rapportens övriga kapitel.)

## **Bilaga 2: SVTCs rekommendationer kring tillverkning och användning av solceller.<sup>34</sup>**

### **A. Reduce and Eventually Eliminate the Use of Toxic Materials**

SVTC recommends that the following actions be taken by U.S. solar PV manufacturers to reduce the environmental and health risks presented by the PV industry:

- **Phase out use of chemicals already restricted by the E.U.'s Restriction of Hazardous Substances (RoHS).**

These chemicals—including cadmium, lead, mercury, brominated flame retardants, and chromium—are considered highly dangerous and should be phased out in the U.S. as well.

- **Develop chlorine-free methods for making polysilicon feedstock that eliminate the use of trichlorosilane**

(which results in waste silicon tetrachloride, an extremely toxic substance). This is the most toxic and energy-intensive phase of silicon production, and several methods are being developed to potentially replace it

- **Phase out use of sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>).** One ton of sulfur hexafluoride has the greenhouse effect equivalent of 25,000 tons of CO<sub>2</sub>.<sup>102</sup> It is imperative that a replacement for sulfur hexafluoride be found, because accidental or fugitive emissions will greatly undermine the greenhouse gas reductions gained by the use of solar power.

- **Phase out use of hydrogen selenide.** This highly toxic material is used in the production of CIS/CIGS PV. New processes to make CIS/CIGS have been developed that avoid using hydrogen selenide.

- **Phase out use of arsenic.** Arsenic, used in production of gallium arsenide PV, is highly toxic and carcinogenic.

- **Phase out phosphine and arsine.** Phosphine and arsine are highly toxic gases used in the production of GaAs crystals (although they are not found in the final PV cells).

- **Reduce fugitive air emissions from facilities.** Reduce fugitive air emissions by PV manufacturing facilities, which include such chemicals as trichloroethane, acetone, ammonia, and isopropyl alcohol and greenhouse gases such as sulfur hexafluoride and nitrogen trifluoride.

### **B. Hold the Solar PV Industry Accountable for the Lifecycle Impacts of Its Products**

The best opportunity to minimize the end-of-life hazards of solar PV lies in Extended Producer Responsibility (EPR), which makes manufacturers responsible for their products' end-of-life disposal. PV companies should take back their solar panels and recycle them responsibly without exporting waste overseas or using U.S. prison labor.

---

<sup>34</sup> SVTC: Silicon Valley Toxic Coalition, en ideell miljöorganisation i Kalifornien. Se [www.svtc.org](http://www.svtc.org)

Manufacturer take-back provides an important incentive for the reduction of toxics in manufacturing and encourages the design of products that are easier and safer to recycle. It also gives companies an incentive to recycle decommissioned and defective solar PV panels into new solar panels.

The European Photovoltaic Industry Association (through its PV Cycle initiative) and the German Solar Business Association have endorsed full lifecycle accountability and product take-back for the solar PV sector. Germany accounts for both the largest solar PV market and the largest share of production.

A few companies are already establishing take-back and recycling programs. An Arizona-based firm has adopted the world's first pre-funded take-back policy for its cadmium telluride (CdTe) solar panels. A German company has established a pilot-scale recycling facility that uses defective and used crystalline silicon (c-Si) solar panels to make new panels. Further research on recycling is being conducted on solar PV panels made from other materials and using other recovery processes.

### **C. Ensure Proper Testing of New and Emerging Materials and Processes**

All new chemicals and materials developed for use in the solar PV industry should be properly tested. The following general guidelines should be applied:

- **Policies should incorporate a precautionary approach**, requiring that those who advocate the use of new chemicals or processes prove their safety (rather than requiring communities or workers to prove their dangers).
- **Apply green chemistry principles** as a screen for PV cell technology based on organic materials and inorganic crystals and for other emerging solar cell technologies before a prototype is available for market.

In addition, more extensive testing should be conducted on new chemicals or new materials being introduced and on the chemicals already in use. The latter category includes cadmium telluride (CdTe); cadmium telluride quantum dots; copper indium selenide (CIS) crystals; gallium arsenide (GaAs); and gallium.

### **D. Expand Recycling Technology and Design Products for Easy Recycling**

To meet the challenges of solar PV recycling, manufacturers should be encouraged to:

- **Invest in recycling infrastructure.** Communicate with existing glass, electronics, and battery recycling companies to build the infrastructure and capacity to recycle solar PV.
- **Design for recycling.** Design all solar products for ease of recycling by reducing the use of toxic materials and designing products to be easily disassembled.
- **Use silicon recovered from consumer electronics products.** Because solar grade silicon does not have to be as pure as the c-Si used in computer microchips, the reuse of silicon recovered from consumer electronics (like televisions, computers, and cell phones) should be explored.
- **Develop recycling processes for all rare metals.** Develop plans to recover all rare metals such as tellurium (CdTe panels) and indium (CIS panels).

**[www.kemi.se](http://www.kemi.se)**

**Kemikalieinspektionen, Box 2, 172 13 Sundbyberg. Besöksadress: Esplanaden 3A  
Tel: 08-519 41 100, Fax: 08-735 76 98, E-post: kemi@kemi.se**