

## 10

---

### *Att stabilisera klimatet*

För en tid sedan ringde min son Brian mig; han hade råkat köra förbi en enormt stor ny vindpark vid sidan av en av huvudvägarna i västra Texas. Han beskrev raderna av vindkraftverk som sträckte sig bortom synranden. Utspridda bland dem stod oljepumptorn. Vindmöllorna snurrade och oljeborrtornen pumpade. Min son var helt fascinerad av hur det gamla och nya stod där, sida vid sida, det förflutna samtidigt med framtiden. Jag sa: ”Om du återvänder om 30 år kommer vindmöllorna fortfarande att snurra, men det är osannolikt att oljeborrtornen skulle vara igång då längre.” Vad han hade sett var energi-övergången i ett nötskal, skiftet från de fossila bränslenas tidevarv till de förnybaras.

Energi-övergången har tagit fart. När Kyoto-protokollet förhandlades fram 1997, föreföll den föreslagna 5 procentiga minskningen av koldioxidutsläppen jämfört med nivån 1990 som ett ambitiöst mål. Nu betraktas det allmänt som ett förlegat och mycket otillräckligt mål. Regeringar och lokala styrelseorgan, företag och miljögrupper lägger fram planer för nedskärningar i koldioxidutsläppen som går betydligt längre än vad man kom överens om i Kyoto, nu handlar det i stället om planer för att gå över till förnybar energi och öka energi-effektiviteten. Det finns individer och grupper som har börjat tänka ut hur man kunde minska koldioxidutsläppen med 70 procent, den mängd som forskarna menar krävs för att stabilisera klimatet. (1)

Europeiska kommissionen föreslog juli år 2005 en ny plan för att skära ner energiförbrukningen med 20 procent före år 2020 och att öka den förnybara andelen av EUs energitillgång med 12 procent före år 2010. Tillsammans kommer de här två initiativen att minska EU-ländernas koldioxidutsläpp med nästan en tredjedel. På den långa listan av åtgärder för att öka energi-effektiviteten i dessa länder finns bl.a. att ersätta gamla ineffektiva kylskåp, att byta till lågenergi-lampor och att isolera tak. För att nå målet för andelen förnybar energi krävs en ganska måttlig utbyggnad på 15 000 megawatt vindkraft, en femfaldig utvidgning av etanolproduktionen och en tredubbling av biodieselproduktionen. EU-medlemmarnas föreslagna nedskärning på 20 procent av energiförbrukningen före år 2020 står i skarp kontrast mot vad som skulle ske om man fortsatte som förut, då man beräknat att förbrukningen skulle öka med 10 procent i så fall. (2) \*

Den föreslagna planen som ska upp till slutgiltigt godkännande år 2006 har utformats så att den ska spara 60 miljarder euro före år 2020. Den har också utformats så att den ska stimulera ekonomisk tillväxt, skapa nya jobb, och, genom att den ska minska energiutgifterna, öka den europeiska konkurrenskraften på världsmarknaden. EU med sina 25 medlemmar placerar sig som tvåa efter USA när det gäller hög energikonsumtion.(3) \*\*

År 2005 tillkännagav den japanska regeringen också en landsomfattande kampanj för att dramatiskt höja energieffektiviteten i landets ekonomi, som redan var en av världens mest effektiva. Man uppmanade människor att ersätta gamla, ineffektiva apparater med nya och att köpa hybridbilar. *New York Times* beskrev detta som ”alltsammans en del av en patriotisk ansträngning att spara energi och bekämpa global uppvärmning.” Tidningen framhävde att de stora tillverkarna hoppade på energi-effektivitetståget som ett sätt att öka försäljningen av sina senaste högeffektiva modeller. (4)

Förutom denna första ansträngning har Japan satt upp mål för att ytterligare öka elektriska varors effektivitet, genom att skära ner TV-apparaters effektförbrukning med 17 procent, datorers med 30 procent, luftkonditioneringsapparaters med 36 procent och kylskåps med häpnadsväckande 72 procent. Forskare arbetar på en vakuumisolerad kylskåpsmodell som kommer att använda bara en åttondel av den el som de nya kylskåpen drog för tio år sedan. (5)

På miljörelsens nivå utvecklade David Suzuki-stiftelsen och *The Climate Action Network* en plan för Kanada, där man ville se koldioxidutsläppen minska med hälften före år 2030 och åstadkomma detta enbart genom sådana investeringar i energieffektivitet som är lönsamma. Och i början av april 2003 gav WWF ut en analys (granskad av andra vetenskapsmän och genomförd av ett forskarteam) som föreslog en sänkning på 60 procent, före år 2020, av koldioxidutsläppen från USAs elkraftverk. Detta förslag inriktar sig på en växling till mera energieffektiv utrustning för elproduktion, användning av mer energisnåla hushållsmaskiner och industriella motorer och annan utrustning, samt i vissa situationer en övergång från

kol till naturgas som energikälla. Om den verkställdes skulle det resultera i att landet skulle göra en besparing på i medeltal 20 miljarder dollar om året från och med nu till och med år 2020. (6)

I den folkrikaste kanadensiska regionen, Ontario, har energiministeriet planer på att fasa ut de fem stora kolkraftverken före år 2009. Det första, *Lakeview Generating Station* stängdes i april 2005; ytterligare tre kommer att stängas före slutet av år 2007 och det sista ska stängas i början av år 2009. Alla tre större partier stöder planen att ersätta kol med vind, naturgas och effektiviseringsvinster. Jack Gibbons, direktör för *The Ontario Clean Air Alliance*, som ger sitt stöd åt ministeriets plan, har uttalat sig om att använda kol: ”Det är ett 1800-tals bränsle som inte har någon plats i det 21:a århundradets Ontario.” (7)

Företag engagerar sig också. *Interface* i USA, världens största tillverkare av industrimattor, sänkte koldioxidutsläppen med två tredjedelar i sin kanadensiska filial under 1990-talet. Man gjorde det genom att granska varje aspekt av verksamheten – från elförbrukning till lastbilstransporter. Grundaren och ordföranden Ray Andersson säger: ”*Interface Canada* har minskat sina utsläpp av växthusgaser med 69 procent sedan de var som högst, och förtjänat bra på processen, inte minst för att våra kunder stöder att man tar ansvar för miljön.” Suzuki-planen för att sänka de kanadensiska koldioxidutsläppen med hälften före år 2030 inspirerades av lönsamheten i Interface-initiativet. (8)

Även om det är en överväldigande utmaning att stabilisera koldioxidnivån i atmosfären, så är det fullt möjligt. Med framstegen som gjorts i utvecklingen av vindkraftverk, bensin/el-hybridbilar, solcellstillverkning och effektivitetshöjningar i hushållsmaskiner, har vi vunnit den grundläggande teknologi som behövs för att snabbt växla över från en ekonomi baserad på fossilt bränsle till en baserad på förnybar energi. Målet att minska världens koldioxidutsläpp med hälften före år 2015 är fullt genomförbart. Trots att detta mål kan verka ambitiöst, är det precis vad som krävs, med tanke på det hot som klimatförändringen innebär.

## En höjning av energins produktivitet

Den enorma potentialen för att höja energins produktivitet blir tydlig när man jämför energiförbrukningen i olika länder. Vissa länder i Europa har i allt väsentligt samma levnadsstandard som USA, men förbrukar ändå knappt hälften så mycket energi per person. Men t.o.m. de länder som använder sin energi mest effektivt har långtifrån förverkligat sin fulla potential att göra detta. (9)

När Bush-regeringen i april 2001 publicerade en ny energiplan som ville se 1300 nya kraftverk uppbyggda före år 2020, svarade Bill Prindle från *Alliance to Save Energy* i Washington med att påpeka att landet skulle kunna klara sig utan dessa kraftverk och dessutom förtjäna på det. Han räknade upp flera åtgärder som skulle sänka efterfrågan på el. Förbättringar i effektivitetskraven på hushållsmaskiner skulle göra 127 kraftverk onödiga. Strängare regler för luftkonditioneringsapparater i hemmen skulle göra 43 kraftverk onödiga. Man kunde minska

kraftverken med 50 stycken om man höjde kraven på företagens luftkonditionering. Genom att använda skatterabatter och energimärkning för att höja energibesparingarna i nya byggnader skulle man spara in ytterligare 170 kraftverk. Liknande åtgärder för att göra existerande byggnader mera energisnåla skulle göra 210 kraftverk överflödiga. Dessa fem åtgärder från den längre lista som Prindle föreslog skulle inte bara spara cirka 600 kraftverk, utan skulle också spara pengar. Även om dessa beräkningar gjordes 2001, är de fortfarande giltiga helt enkelt för att det hittills gjorts så små framsteg i att höja USAs energieffektivitet sen dess. (10)

Självklart måste varje land utforma sin egen plan för att höja energieffektiviteten. Trots det finns det en rad gemensamma drag. Vissa åtgärder är mycket enkla men väldigt effektiva, som att använda mera energisnåla hushållsmaskiner, sluta använda glödlampor, gå över till bensin/el-hybridbilar och omforma städernas transportsystem för att öka effektiviteten och rörligheten.

Trots att oljeprishöjningarna på 1970-talet följdes av en rad inspirerande effektivitetsvinster för hushållsmaskinernas del, tappade världen på det hela taget intresset för detta när oljepriserna gick ner efter 1980. Ökade olje- och naturgaspriser blåser liv i detta intresse igen. Lyckligtvis har ingenjörernas landvinningar sedan dess medfört en andra våg av effektivitetsvinster, så som framhövdes ovan i Japans fall, vilket utlovar avsevärda sänkningar i elförbrukningen. Om regeringarna i olika länder skulle öka kraven på effektivitet för maskiner så att man utnyttjade den senaste tekniken fullt ut, skulle det drastiskt skära ned koldioxidutsläppen världen över.

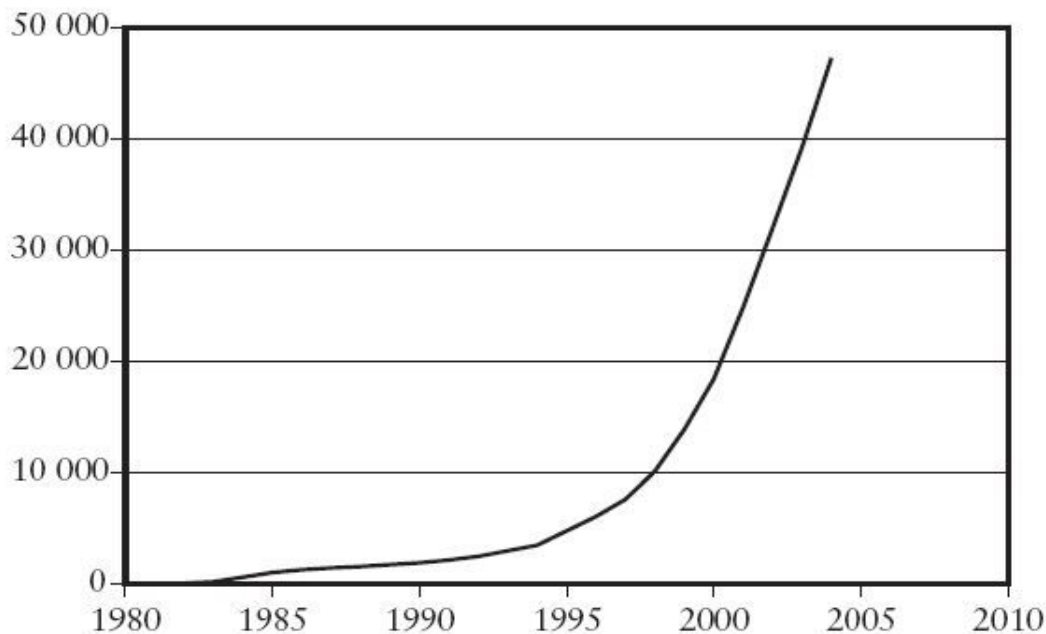
En enkelt energibesparingsåtgärd är att byta alla återstående glödlampor mot lågenergilampor, som drar bara en tredjedel så mycket el och håller tio gånger så länge. 20 procent av all el i USA används för belysning, så om varje hushåll ersatte sina fortfarande allmänt använda glödlampor med lågenergilampor skulle elen för belysningsändamål lätt kunna halveras. Kombinationen av längre livslängd och lägre elförbrukning uppväger i högsta grad det högre priset på lågenergilamporna, vilket ger en riskfri investering som betalar sig med en vinst på 25-40 procent om året. Om man världen över skulle ersätta glödlamporna med lågenergilampor under låt oss säga de tre kommande åren, så skulle detta underlätta stängningen av hundratals klimatförstörande koleldade kraftverk. (11)

Ett annat uppenbart område för att öka energieffektiviteten är fordon. Om t.ex. USA under de kommande tio åren skulle växla över från den nuvarande bilparken, med sina bensinmotorer, till bensin/el-hybrider med den bränslesnålhet en Toyota Prius har, skulle bensinförbrukningen där lätt kunna halveras. Försäljningen av hybridbilar, som kom igång år 1999 på USAs bilmärknad, hade stigit till uppskattningsvis 88 000 bilar år 2004. Högre bensinpriser och ökande oro över klimatförändringen driver upp försäljningen. När USAs biltillverkare kommer in på marknaden med ett flertal nya modeller, räknar man med att försäljningen av hybridfordon kommer att överstiga en miljon år 2008. (12)

Ett annat attraktivt sätt att höja energieffektiviteten är att omforma transportsystemen i städerna, genom att man går över ifrån det nuvarande systemet som kretsar kring den ensamme bilföraren utan passagerare till ett mera varierat system som är cykel- och fotgängarvänligt och som skulle inbegripa välutvecklade spårvägstunnelbanor som kompletteras av bussar. Ett sådant system skulle öka rörligheten, minska energiförbrukningen, och ge tillfälle till motion, en situation med tredubbel vinst. Tar man bort bilar från gatorna underlättas omvandlingen av parkeringsplatser till parker, så att man skapar trivsammare städer.

### Vindkraft på frammarsch

Världens utnyttjade vindkraftskapacitet växer med 29 procent om året och har tagit ett språng från mindre än 5000 megawatt år 1995 till mer än 47 000 megawatt år 2004, en ökning på nio gånger. (Se figur 10-1.) Vindkraftens årliga tillväxttakt på 29 procent kan jämföras med 1,7 för olja, 2,5 för naturgas, 2,3 för kol och 1,9 för kärnkraft. Det ligger sex orsaker bakom vindkraftens snabba tillväxt. Den finns i överflöd, den är billig, outtömlig, allmänt förekommande, ren och klimatvänlig. Ingen annan energikälla har alla dessa egenskaper. (13)



Figur 10-1: *Produktionskapaciteten för vindenergi i världen totalt, 1980-2004 (Megawatt) Källa: Worldwatch, GWEC*

Europa leder världen in i vindkraftsåldern. Tyskland, som tog ledningen framom USA år 1997, går i täten med 16 600 megawatt kapacitet att producera el. Spanien, som är på väg att bli en stor vindkraftsproducent i Sydeuropa, överträffade USA år

2004. Danmark, som nu får imponerande 20 procent av sin el från vindkraft, är också världens ledande tillverkare och exportör av vindkraftverk. (14)

*The Global Wind Energy Council* visade i sin prognos år 2005 att den europeiska vindkraftens produktionskapacitet skulle expandera från 34 500 megawatt år 2004 till 75 000 megawatt år 2010 och 230 000 megawatt år 2020. Bara om 15 år, förutsäger man, skulle el från vindkraft svara för hushållsbehoven för 195 miljoner konsumenter, halva befolkningen i EU. (15)

Efter att ha utvecklat det mesta av den 34 500 megawatts kapacitet man har på land, utnyttjar Europa nu sin vind också ute till havs. En utvärdering gjord år 2004 av regionens potential utanför kusterna – utförd av Garrad Hassans vindenergi-konsultgrupp – kom fram till att om ländernas regeringar gör slag i saken och utvecklar sina enorma resurser till havs skulle vindkraften kunna stå för all hushållsel i Europa år 2020. (16)

Det går snabbt framåt i Storbritannien idag, där man utvecklar vindkraftsproduktionen utanför kusterna – man godkände i april 2001 anbud som projekterats för anläggningar med produktionskapacitet på 1500 megawatt. Regeringen tog i december 2003 in anbud på ytterligare 15 anläggningar ute till havs med en produktionskapacitet som skulle kunna överskrida 7000 megawatt. Detta krävde investeringar på över 12 miljarder dollar, men dessa vindkraftverk utanför kusterna skulle kunna svara för behovet av hushållsenergi för 10 miljoner människor (av en befolkning på 60 miljoner). Vid slutet av år 2004 hade Storbritannien en havsbaserad produktionskapacitet på 124 megawatt, med ytterligare 180 megawatt under uppbyggnad. (17)

Satsningen på vindkraftsutveckling i Europa sporras av oron för klimatförändringen. Rekordvärmeböljan i Europa i augusti 2003 som brände skördarna och krävde 49 000 liv har skyndat på ansträngningarna att ersätta klimatförstörande kol med rena energikällor. Andra länder som går in för vindkraft är bl.a. Kanada, Brasilien, Argentina, Australien, Indien och Kina. (18)

Till det som gör vindkraften så attraktivt hör den rikliga tillgången. När USAs ministerium för energi gav ut sin första inventering av vindresurserna år 1991, påpekades i den att tre vindrika delstater – North Dakota, Kansas och Texas – hade mer än tillräckligt mycket vind för att kunna svara för hela USAs behov av el. De som hade trott att vinden var en energikälla av marginell betydelse, blev självfallet överraskade av detta faktum. (19)

När vi ser tillbaka kan vi konstatera att inventeringen gjorde sig skyldig till en grov underskattning av vindkraftens potential, eftersom den grundade sig på den teknologi som fanns år 1991. Framstegen inom vindkraftstekniken har sedan dess gjort det möjligt för kraftverken att fungera med lägre hastigheter, att omvandla vind till el mera effektivt och att utnyttja ett mycket större vindomfång. År 1991 kan vindkraftverken ha haft en medelhöjd på knappt 40 meter. Idag är nya vindkraftverk 100 meter höga, vilket möjligen tredubblar den vind som kan utnyttjas.

Vi vet att USA har tillräckligt mycket vind som kan utnyttjas för att inte bara svara för hela landets *elbehov*, utan för hela landets *energibehov*. (20)

När vindkraftsindustrin kom igång i Kalifornien i början av 1980-talet, kostade vindproducerad el 38 cent per kilowattimme. Sedan dess har priset sjunkit till 4 cent eller mindre för el från de främsta vindkraftslägena. Och vissa av de amerikanska långtidskontrakten för el-leverans har tecknats till priset 3 cent per kilowattimme. Vindkraftsparker på de främsta platserna kan kanske producera el för bara 2 cent per kilowattimme före år 2010, vilket skulle göra den till en av världens billigaste elkällor. (21)

Billig el från vindkraft kan användas till elektrolys av vatten för att producera vätgas, vilket skapar en möjlighet att både lagra och transportera vindenergi. På natten, när elförbrukningen sjunker, kan vätgasgeneratorer kopplas på för att bygga upp reserver. När man väl lagrat vätgasen kan den användas till bränsle i kraftverk. Vindkraftsproducerad vätgas kan på det sättet bli en reserv för vindkraften, med el från vätgas som ersättare när vindkraften inte räcker till. Vindkraftsproducerad vätgas kan också fungera som ett alternativ till naturgas, i synnerhet om stigande priser gör att gasen blir alltför dyr att använda till elproduktion.

Den huvudsakliga kostnaden för vindkraftselektricitet är startkapitalet som ska läggas ut för att bygga upp den. Eftersom vinden är ett gratis bränsle, är den enda löpande utgiften underhållet av vindmöllan. Utgår man ifrån den senaste tidens mycket föränderliga priser på naturgas, är vindkraftens stabila priser särskilt tilltalande. Då det är nästan säkert att naturgasen kommer att kosta ännu mera i framtiden, kommer man kanske en dag att använda naturgaseldade kraftverk endast som reserver till vindproducerad el.

USA släpar efter i utveckling av vindkraft, helt enkelt därför att den skattelättnad, som el producerad med vindkraft fått, har fallit bort tre gånger på fem år. Skattelättnaden var på 1,5 cent per kilowattimme och infördes år 1992 för att ge vindkraften motsvarande villkor som subventionerade fossila bränslen. Osäkerhet om skatterabatten har skapat störningar i planeringen inom hela vindkraftsbranschen. Men med den två-års förlängning av skattelättnaden, som fastslogs i mitten av 2005 fram till slutet av 2007, går tillväxten inom investeringarna i vindkraft raskt framåt. (22)

Med tanke på vindkraftens enorma potential och de därmed sammanhängande fördelarna för stabiliseringen av klimatet, är det dags att överväga en helhjärtad satsning på att utveckla vinden som resurs. I stället för att fördubbla elproduktionen med hjälp av vindkraft ungefär var trettionde månad, kanske vi skulle fördubbla den varje år under de närmaste kommande åren, i samma raska takt som antalet datorer kopplades upp till Internet, d.v.s. en fördubbling varje år från 1985 till 1995. Kostnaderna skulle då sjunka snabbt, och på det sättet ge vindkraftsproducerad el en ännu större fördel framom fossila bränslen. (23)

Energikonsulentsen Harry Braun påpekar att eftersom vindmöllor liknar bilar i det avseendet att de alla har en elgenerator, en växellåda, ett elektroniskt kontroll-

system och en broms, så kan de masstillverkas på löpande band. I själva verket är överkapaciteten hos den amerikanska bilindustrin tillräcklig för att producera en miljon vindkraftverk om året. Den lägre kostnad som uppkommer vid massproduktion skulle kunna sänka kostnaden för vindkrafts-el till under 2 cent (cirka 13 öre) per kilowattimme. Löpande bandproduktion av vindmøllor i lika högt tempo som om det gällde en mobilisering vid krig, skulle snart minska luftföroreningarna i städerna, koldioxidutsläppen och hoten om krig för oljans skull. (24)

Den ekonomiska sporren för en sådan tillväxt kunde till en del ligga i att man helt enkelt gav en ny struktur åt de globala energisubventionerna – alltså ifall man strök de årliga subventionerna på 210 miljarder dollar till fossila bränslen och övergick till att utveckling vindkraft och andra förnybara energikällor i stället. Investeringarna skulle kunna komma både från den privata kapitalmarknaden och från företag som redan verkar inom energisektorn. *Shell* har exempelvis blivit en av de större aktörerna inom världens vindkraftsekonomi. År 2002 tog *General Electric*, ett av världens största företag, steget in på vindkraftsmarknaden och blev över en natt en av de största vindmølltillverkarna. (25)

Dessa mål kan förefalla långsökta, men här och i hela världen börjar ambitiösa projekt ta form. En 3000 megawatts vindmøllepark är på det tidiga planeringsstadiet i USA. Byggplatsen ligger i South Dakota, nära gränsen till Iowa. Projektet startades av *Clipper Wind* under ledning av James Dehlsen, en av vindkraftspionjärerna i Kalifornien. Detta projekt är utformat med tanke på att leverera el till den industrialiserade Mellanvästern runt Chicago och det är inte stort bara med vindkraftsmått mätt, det är faktiskt ett av de största energiprojekten av något slag i världen idag. I de östra delarna av USA planerar *Cape Wind* en 420-megawatt stor vindmøllepark utanför *Cape Cod* i Massachusetts. (26)

Ungefär 24 delstater har nu kommersiella vindkraftsparker som levererar el till det amerikanska elnätet. Även om det enstaka gånger händer att det i samband med etableringen uppkommer ett problem med att någon reagerar med ett ”inte här hos oss”, så är reaktionen ”gärna här hos oss” mycket vanligare. Detta är inte överraskande, eftersom en enda stor vindmølla lätt kan producera el för 100 000 dollar på ett år. (27)

Konkurrensen om vindkraften är intensiv bland jordbrukare i områden som Iowa eller bland ranchägare i Colorado. Jordbrukare brukar vanligen – utan den minsta investering för egen del – få 3000-5000 dollar om året i royalties från det lokala elbolaget för att låta sätta upp en enda stor högteknologisk vindmølla, som tar upp ungefär en 1000 kvadratmeter mark. Denna jord skulle annars producera 1400 liter majs värt 120 dollar, eller när det gäller boskapsuppfödare, nötkött för kanske 15 dollar. (28)

Förutom den ytterligare inkomst, skatteintäkt och de arbetstillfällen vindkraftsparkerna medför, stannar de pengar som getts ut för el från dessa kvar i lokalsamhället och skapar så ringar på vattnet igenom hela ekonomin. Inom några få år



skulle tusentals lantbruk med djurhållning förtjäna bra mycket mera på att sälja el än på att sälja boskap.

Frågan är inte *om* vinden är en potentiell enorm källa till klimatvänlig energi som kan användas för att stabilisera klimatet. Det är den. Men kommer vi att utveckla den *tillräckligt snabbt* för att avstyra de ekonomiska avbräck som klimatförändringen ställer till med?

## Hybridbilar och vindkraft

Nu när oljepriset har stigit till över 60 dollar fatet (i skrivande stund, september 2005), och det råder allt större instabilitet i Mellanöstern, och världens oljeekonomi står nästan utan marginaler, samtidigt som det blir allt varmare, är vi i stort behov av en ny energi-ekonomi. Till all lycka har grunden redan lagts till en ny energi-ekonomi för transporterens del, tack vare två nya teknologiska landvinningar – bensin/el-hybrid-motorerna, som Toyota var först ute med, och de högteknologiska vindkraftverken. (29)

Sätter man bägge dessa landvinningar i arbete kan de tillsammans dramatiskt minska världens oljeförbrukning. Så som vi redan konstaterat skulle USA lätt kunna halvera sin bensinförbrukning genom att konvertera den amerikanska bilparken till hybridbilar lika effektiva som Toyota Prius. Ingen förändring i antalet fordon eller i antalet körda mil – bara genomföra det med den mest effektiva teknologi som finns på dagens marknad. (30)

Faktum är att det nu finns en hel rad bensin/el-hybridbilsmodeller på marknaden förutom Priusen, bl.a. Honda Insight och en hybridversion av Honda Civic. Enligt EPA (miljöskyddsmyndigheten i USA) kan en Prius – en medelstor bil med spjutspetsteknologi – komma ner till en häpnadsväckande bränsleförbrukning på 4,3 liter på 100 km under blandad stads- och landsvägskörning i jämförelse med 10,7 liter per 100 km för en ny genomsnittsbil. Då kan man knappast förvåna sig över de långa listorna av ivriga köpare, som är beredda att vänta i många månader på leverans. (31)

Nyligen presenterade Ford en hybridmodell av sin Escape SUV och Honda en hybridversion av sin populära Accord. General Motors kommer att erbjuda hybridversioner av ett flertal av sina bilar och börjar med Saturn VUE år 2005, följd av Chevy Tahoe och Chevy Malibu. (32)

Tidigare i detta kapitel visade vi i stora drag hur USAs bensinförbrukning kan skäras ner med hälften genom att övergå till bensin/el-hybridfordon under det kommande årtiondet. När vi väl gått över till dessa bilar är det upplagt för nästa steg att minska bensinförbrukningen, nämligen att utnyttja vindproducerad el som bränsle i fordonen. Om vi lägger ett andra batteri till bensin/el-hybriderna för att höja deras kapacitet att lagra el, och en inpluggningsfunktion så att batterierna också kan laddas upp via elnätet skulle bilisterna kunna pendla, åka och handla och ta bilen för andra korta resor, nästan bara med hjälp av el. Bensin skulle bara

behövas för enstaka långa resor. Ännu mera spännande är att en uppladdning av batterierna med el från vindkraft under lågförbrukningstimmarna skulle vara så billig att det motsvarade ett bensinpris på omkring en krona per liter. Denna modifiering av hybriderna skulle minska den återstående bensinförbrukningen med kanske ytterligare 40 procent, (eller 20 procent av den ursprungliga förbrukningsnivån). (Av den ursprungliga bensinförbrukningen skulle då bara återstå 60 % av 50 % =  $0,60 \cdot 0,50 = 0,30 = 30\%$ . Ö.a.) Man skulle på så sätt nå en minskning av dagens bensinförbrukning med 70 procent. (33)

Detta är inte de enda tekniska metoderna som drastiskt kan sänka bensinförbrukningen. Amory Lovins, en mycket ansedd pionjär när det gäller att upptäcka sätt att minska energiförbrukningen, påpekar att de flesta ansträngningar att skapa mera bränslesnåla bilar kretsar kring att göra motorerna effektivare, men på det stora hela förbiser man hur mycket bensin det går att spara genom att minska bilens vikt. Han konstaterar att om man använder högteknologiska polymerkompositerna i stället för stål när man konstruerar bilens stomme, så kan det ”i stort sett fördubbla effektiviteten hos en hybrid med normal vikt, utan att i någon väsentlig grad höja tillverkningskostnaden.” Om vi bygger bensin/el-hybrider och använder de nya högteknologiska polymerkompositerna, så kan vi skära ner de återstående 30 procenten av bensinförbrukningen med ytterligare hälften, vilket alltså ger en total reduktion på 85 procent. (34)

I motsats till den mycket omdiskuterade modellen med transporter som drivs med väte/bränsleceller, kräver modellen med bensin/vindkrafts-el-hybridbilar inte någon dyr ny infrastruktur, eftersom nätverket av bensinstationer och elnätet redan finns på plats. För att kunna utnyttja denna teknologi fullt ut skulle USA behöva integrera sina svaga regionala elnät till ett starkt, som inbegrep hela landet, vilket ändå skulle behöva göras, för att minska risken för elavbrott. Detta i kombination med en uppbyggnad av tusentals vindkraftsparker över hela landet, skulle göra det möjligt att låta landets hela bilpark gå på nästan bara vindkraft. (35)

En av de få svaga punkterna hos vindkraften – dess oregelbundenhet – motverkas på det hela taget av bensin/el-hybrider som har inpluggningsfunktion, eftersom bilens batterier blir ett lagringssystem för vindenergin. Och dessutom har ju bilarna alltid en tank bensin i reserv.

Denna modell – en kombination av bensin/el-hybrider med ett andra lagringsbatteri och inpluggningsfunktion tillsammans med utveckling av vindkraftsresurserna och utnyttjande av högteknologiska polymerkompositerna för att minska bilarnas vikt – har här diskuterats i samband med förhållandena i USA, men det är en modell som kan användas i hela världen. Den är synnerligen givande i länder som har vindenergi i överflöd, som t.ex. Kina, Ryssland, Australien, Argentina och många av de europeiska länderna. (36)

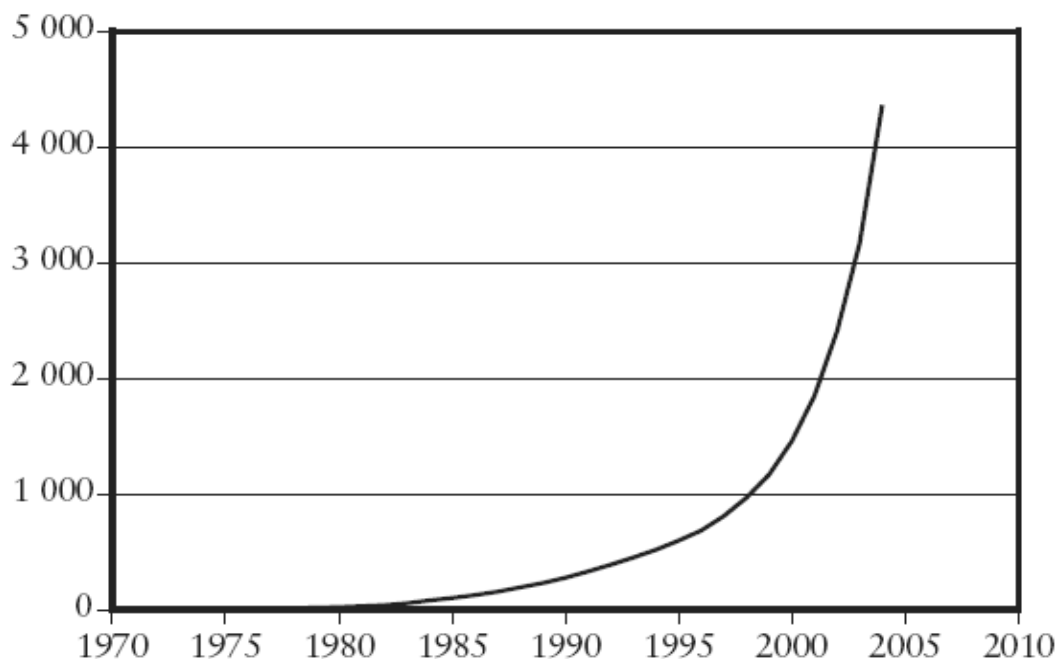
En övergång till högeffektiva bensin/el-hybrider med inpluggningsfunktion, i kombination med en uppbyggnad av tusentals vindkraftsparker över hela landet, som kan mata in el på ett nationellt nät, som är starkt och väl sammanknutet, skulle

kunna skära ner USAs bensinförbrukning med 85 procent. Det skulle också för-  
yngra landsbygdens samhällen och krympa USAs underskott i handelsbalansen.  
Och ännu viktigare, det skulle kunna sänka bilarnas koldioxidutsläpp med cirka  
85 procent, och därmed göra USA till ett gott exempel för andra länder.

### Solsken blir el

Vinden är inte den enda utnyttjade energikällan. När ett tremanna forskarlag i  
Princeton New Jersey 1952 upptäckte att solljus som träffade en silikonyta kunde  
skapa elektricitet, öppnade de dörren för en annan, nästintill gränslös, energikälla,  
solceller. ”Inget land använder så mycket energi som finns i solljuset som träffar  
landets byggnader varje dag,” skriver Denis Hayes, tidigare direktör på den  
amerikanska regeringens *Solar Energy Research Institute*. (37)

Försäljningen av solceller i hela världen steg med fenomenala 57 procent år 2004  
och fick upp den elproduktionskapacitet som installerades under året till 1200  
megawatt. Med detta tillskott är världens solcellers elproduktionskapacitet, som har  
fördubblats de senaste två åren, nu mer än 4300 megawatt, d.v.s. i stora drag lika  
mycket som 13 koleldade kraftverk. (Se figur 10-12)



Figur 10-2: *Världens kapacitet att producera el med hjälp av solceller  
1971-2004 (Megawatt). Källa: Maycock*

För cirka 10 år sedan hade USA ungefär hälften av världsmarknaden, men  
andelen har nu sjunkit till 12 procent när Japan och Tyskland har gjort snabba  
framstötter med ambitiösa solenergi-program. (38)

Solceller används antingen i självständiga system eller i system som kan förse elnätet med el. I den första utvecklingsfasen dominerades solcellsindustrin av användningen utanför nätet, för att förse kommunikationssatelliter och avlägsna orter med el, t.ex. naturskyddsområden, fyrar till havs, sommarstugor i fjällen eller på öar.

Under de senaste tio åren har solcellsinstallationer som överför el till elnätet ökat snabbt som ett svar på de stimulerande åtgärder olika regeringar satt igång och nu står de för mer än tre fjärdedelar av alla nyinstallationer. Nettomätare, som gör det möjligt för elbolagens konsumenter att överföra sin överskottsdel till nätet enligt fast taxa, har sporrat en snabb ökning i användningen av solceller. En lag i USA *The U.S. Energy Policy Act of 2005*, fastslog rätten till nettomätare hos varje kund som ville ha en sådan. Vissa länder har ett lagstadgat pris som elbolagen måste betala för elen som matas in på nätet. I Tyskland har priset satts klart över marknadspriset för att visa värdet av ren el och för att ge solcellsindustrin luft under vingarna. (39)

Solceller för hemmabruk ökar med halsbrytande fart i vissa länder. I Japan, där företagen har gjort ett material för solceller på taket kommersiellt gångbart, har idén att göra taket till hemmets elkraftverk blivit alltmera populär. Detta i kombination med den japanska "70 000 tak"-kampanjen, som startades 1999 för att subventionera installationerna, gjorde att landet kom igång med fart, så att det blev det främsta i världen ifråga om el alstrad genom solenergi. (40)

År 1998 tog Tyskland initiativet till ett "100 000 tak"-program, som gav konsumenterna ett 10-årigt lån till köp av solcellssystem till nedsatt ränta. Detta avslutades 2003 när målet 100 000 solcellstak hade uppnåtts. Med en så snabbt växande marknad har kostnaden för solceller nu sjunkit till en nivå där tyska tillverkare stått sig väl i den internationella konkurrensen. (41)

Inom USA erbjuder Kalifornien attraktiva incitament att installera solceller i hemmen. I ett klimat där toppkapaciteten heta sommardagar frestar på gränserna till vad elnätet klarar, betraktar man solceller som ett alternativ till kraftverk som går på fossila bränslen, vanligen gaseldade, vilka är igång endast under dagtid när efterfrågan är som störst. Lyckligtvis alstrar solcellerna mest el under de varmaste timmarna på dagen, vilket gör dem idealiska för att leverera el vid efterfrågetoppar. (42)

Solcellsinstallationer blir möjligen ännu mer ekonomiska i större byggnader. I Manchester i England, kommer en 40 våningar hög kontorsbyggnad, som är i behov av reparation, att kläs in med solcellspaneler. När tre sidor av detta 120 meter höga hus kläs med sådant material blir det en väldigt stor energialstrande yta. En tjänsteman på *Co-operative Insurance Society*, som äger huset och har kontor där, konstaterade med ett leende att det skulle producera tillräckligt med el för att koka 9 miljoner koppar te om året. (43)

De senaste åren har en bred ny marknad för solceller utanför nätet öppnats i byar i utvecklingsländerna, där kostnaden för att bygga ett centraliserat kraftverk och ett nät för att överföra relativt små mängder el till enskilda konsumenter utgör ett stort

hinder. Vartefter priset på solceller minskar blir det emellertid numera ofta billigare att erbjuda el genom att installera solceller än från en centraliserad källa.

I byar i Anderna ersätter solcellsinstallationer levande ljus som ljuskälla. För byborna som betalar för installationen under 30 månader är utgiften per månad i stort sett den samma som för en månads förbrukning av ljus. Så snart solcellerna är betalda har byborna en i princip kostnadsfri kraftkälla – som kan producera el i årtionden. På samma sätt är det med byarna i Indien, där belysningen nu kommer från fotogen av importerad olja, vars pris i och med galopperande höjningar kan göra att oljan kostar betydligt mer än solceller. (44)

Idag får mer än 1 miljon hushåll i byar i utvecklingsländerna sin el från solceller, men detta representerar mindre än 1 procent av de 1,7 miljarder människor som ännu inte har el. Den huvudsakliga stötestenen när det gäller spridningen av solcellsinstallationer är inte själva kostnaden, utan bristen på småskaliga kreditprogram, som skulle kunna finansiera dem. Om denna kreditbrist kan övervinnas snabbt, kommer inköpen av solceller i byarna att stiga brant. (45)

Framtiden ser lovande ut för solceller. Japan t.ex., där hushållens installationer överskred 1000 megawatt i slutet av år 2004, planerar att få 10 procent av sin el från solceller före år 2030. Tyskland har nu 700 megawatts kapacitet installerad och den växer snabbt. På tredje plats ganska långt efter kommer USA, där man införde en skatterabatt för solenergi i lagstiftningen år 2005 (*Energy Policy Act*). Det var den första rabatten av det slaget på 20 år och den ser ut att lova en förnyring av USAs solenergibransch. (46)

Priset på solceller har stadigt sjunkit under många årtionden och förväntas fortsätta att falla under en obestämd framtid. Med varje fördubbling av den samlade produktionen, minskar stordriftsfördelarna priset med ytterligare 20 procent. Dessutom utvecklar man i många forskningsanläggningar i åtskilliga länder teknikerna för tillverkning av solceller som omvandlar mera solljus till el och till ett lägre pris. (47)

Solens energi kan inte bara utnyttjas till att generera el via solceller, utan kan också koncentreras för att koka vatten samt producera ånga och driva en turbin som ger el. Det finns olika modeller som används till termiska solkraftverk, bl.a. konkava speglar och sådana som består av en upphöjd anläggning som innehåller vatten som upphettas med hjälp av en uppsättning speglar. Spegelarna ändrar läge, styrda av datorer, allteftersom jorden vrider sig i förhållande till solen; detta för att maximera solljuset som träffar vattenpannan. Ungefär 350 megawatts genereringskapacitet har fungerat bra i Kalifornien ända sedan nio solkraftverk byggdes i mitten av 1980-talet och början av 1990-talet. Nya initiativ som utvecklar solkraftverken är nu på gång i Spanien. (48)

Ett av de allra populäraste sätten att utnyttja solenergi är att använda solfångare på taken för uppvärmning av både vatten och inomhusmiljön. Janet Sawin på *World Watch Institute* rapporterar att de globalt räknat 150 miljoner kvadrat-

metrarna som installerats (frånsett den fjärdedel som används till swimmingpooler) ger vatten och värme åt 32 miljoner hushåll. (49)

I årtal har både Israel och Cypern, länder rika på solsken, uppmuntrat solfångare till att värma vatten som en metod att minska behovet av importerat fossilt bränsle. Tyskland, som har 5,4 miljoner kvadratmeter solpaneler för vattenuppvärmning, kommer tvåa i installerad kapacitet. Denna panyta motsvarar 540 hektar. (50)

Kina som ligger i täten, långt före alla andra inom denna teknologi, planerar att fyrdubbla sina 52 miljoner kvadratmeter solpaneler före år 2015, rapporterar Sawin. Spanien, som är en av de främsta tillverkarna av solvärmepaneler, strävar efter att gå upp i ledningen för denna industrigren genom att kräva solvärmepannor på taken till alla nya byggnader, enskilda hem såväl som kommersiella, från och med år 2005. En två meter lång panel på ett enfamiljshus kan minska den årliga vattenuppvärmningsräkningen med 70 procent. I själva verket ersätter Spanien sin importerade olja med sitt överflöd av solsken. (51)

Teknikerna för att omvandla solljus till el eller för att värma vatten och ge inomhusvärme är idag välutvecklade. Och de ekonomiska aspekterna faller på plats. Det som behövs för att sätta ökad fart på detta, är en uppsättning incitament i alla länder som uttrycker värdet för samhället i att oljeberoendet minskar och koldioxidutsläppen sjunker.

## **Energi från jorden**

När vi tänker på förnybar energi tänker vi vanligen på de källor som direkt eller indirekt har solen som upphov. Men jorden själv är en värme-energikälla (i huvudsak från radioaktivitet djupt inne i jorden), som gradvis får utlopp antingen genom varma källor och gejsrar, som för med sig den inre värmen till jordens yta. Den geotermiska energin är outtömlig och kommer att finnas så länge själva jorden finns.

Förutom att vara en idealisk källa för den grundläggande (kontinuerliga) energin, är den geotermiska ekologiskt attraktiv av ett flertal anledningar. Utsläppen av koldioxid, svaveldioxid och kväveoxider är antingen försumbara eller obefintliga. Vattenåtgången till produktion av el från geotermik är bara en procent av vad som krävs för naturgaseldade kraftverk. (52)

Den geotermiska energins potential är osedvanligt stor. Enbart Japan har en beräknad produktionskapacitet för geotermisk el på 69 000 megawatt, tillräckligt för att motsvara en tredjedel av landets elbehov. Till länderna som är rika på geotermisk energi hör de som omger Stilla havet i den s.k. "Ring of Fire". Här ingår (i öster) Chile, Peru, Ecuador, Colombia, alla centralamerikanska länder, Mexiko, västra USA och Kanada, samt (på västra sidan) Ryssland, Kina, Sydkorea, Japan, Filippinerna, Indonesien, Australien och Nya Zeeland. Andra geotermiskt rika länder är bl.a. de längs det östafrikanska förkastningssystemet (från Etiopien till Moçambique) och länder vid östra Medelhavet. Lyckosamt nog har många

länder numera tillräcklig erfarenhet och teknologisk kapacitet att dra nytta av denna enorma resurs. (53)

Liksom solenergi används geotermisk energi både indirekt för att generera el och direkt för att värma upp byggnader, växthus och fiskodlingsdammar. Den används också som värmekälla för industriella ändamål. Sedan Italien som första land började använda geotermisk energi för att producera el år 1904 har den indirekta metoden spridits till ungefär 25 länder. Världens samlade kapacitet år 2003 på 8400 megawatt motsvarar en 44 procentig tillväxt jämfört med de 5800 megawatt som stod till buds år 1990. (54)

Två länder – USA med 2000 megawatt och Filippinerna med 1900 megawatt – står för sammanlagt hälften av världens produktionskapacitet. På Filippinerna ger geotermiken 27 procent av landets elutbud, vilket är högsta andelen i världen. Kalifornien, som är den folkrikaste delstaten i USA, får 5 procent av sin el från geotermiska kraftverk. Största delen av den återstående geotermiska energiproduktionen är koncentrerad till fem länder: Italien, Mexiko, Indonesien, Japan och Nya Zeeland. (55)

Den direkta användningen av geotermisk värme för olika uppvärmningsändamål världen över är ännu större, motsvarande 12 000 megawatts elproduktion. Allra mest används den i värmepumpar som utviner och koncentrerar värmen från varmt vatten till olika ändamål. Mer än 30 länder utnyttjar geotermisk energi till uppvärmning. (56)

Island och Frankrike leder. På Island uppvärms 93 procent av hushållen med geotermisk energi, vilket sparar över 100 miljoner dollar om året i uteblivna kostnader för importerad olja. Geotermisk energi står för mer än en tredjedel av Islands totala energiförbrukning. Efter de två stora oljeprishöjningarna på 1970-talet konstruerades ungefär 70 geotermiska uppvärmningsanläggningar i Frankrike, från vilka man får både värme och varmvatten till uppskattningsvis 200 000 personer. Enskilda hem i USA får geotermisk värme direkt levererad i Reno i Nevada och i Klamath Falls i Oregon. Andra länder som har omfattande fjärrvärmesystem baserade på geotermik är bl.a. Kina, Japan och Turkiet. (57)

Geotermisk energi är en idealisk värmekälla för växthus, speciellt i nordliga klimat. Ryssland, Ungern, Island och USA använder alla geotermiskt uppvärmda växthus för att få fram färska grönsaker under vintern. Med ökande oljepriser, som höjer transportkostnaderna för färskvaror, kommer detta alternativ troligen att bli populärare de kommande åren. (58)

Omkring 16 länder använder geotermisk energi för vattenbruk. Till dessa hör Kina, Israel och USA. T.ex. i Kalifornien använder 15 fiskodlingar varmt underjordiskt vatten till att producera tilapia, strimmig havsabborre och havskatt. Detta varmare vatten gör att fisken kan växa utan avbrott under vintern och bli fullvuxen snabbare. Tillsammans producerar dessa odlingar i Kalifornien 4500 ton fisk om året. (59)

Antalet länder där man börjat ta till vara geotermisk energi både för el och direkt användning ökar snabbt. Det gör även spektret av olika typer av användning. När man väl har upptäckt den geotermiska energins värde, diversifieras ofta användningen snabbt. Rumänien använder t.ex. sin geotermiska energi till fjärrvärme, till växthus och till att förse hem och fabriker med hett vatten. Med värmepumpar kan jorden fungera både som värmekälla och kylare som ger värme på vintern och svalka på sommaren. (60)

Geotermisk energi används mycket allmänt för bad och simhallar. T.ex. Japan har 2800 spa-anläggningar, 5500 offentliga bad och 15 600 hotell och gästgiverier som använder varmt geotermiskt vatten. Island använder geotermisk energi för att värma upp ungefär 100 offentliga simbassänger. De flesta av dem ligger utomhus och är öppna året runt. 1200 simbassänger värms upp med geotermisk energi i Ungern. (61)

Indonesien med en befolkning på mer än 222 miljoner människor, skulle lätt kunna utvinna all sin elektricitet från geotermik. Beläget på Stilla havets västra kust, med 500 vulkaner, 128 av dem aktiva, har Indonesien en generalplan för 11 geotermiska kraftverk med en kapacitet på dryga 300 megawatt var – tillsammans på 3400 megawatt. Denna plan övergavs som en följd av den asiatiska finanskrisen 1997, men anhängare av den försöker nu återuppliva den. Eftersom oljeproduktionen sjunker behöver Indonesien snabbt utveckla alternativa energikällor. I motsats till investeringar i olja, utnyttjar de som görs i geotermisk energi en källa som alltid kommer att bestå. (62)

### **En snabb nedskärning av koldioxidutsläppen**

Det allra billigaste och snabbaste sättet att sänka koldioxidutsläppen är utan tvekan att höja effektiviteten i energiförbrukningen. Det är inte bara billigt, det är till och med ofta lönsamt. Det andra alternativet är att utveckla förnybara energikällor. Med den här utgångspunkten är den kanske mest komplexa frågan vilket alternativt fordonsbränsle man ska utveckla. Fram till helt nyligen var biobränslen det enda alternativet som var uppe till mer allmän diskussion efter oljeprishöjningarna på 1970-talet. Men nu, när det har tagits fram bensin/el-hybridbilar med inpluggningsmöjlighet, blir el från vindkraft en attraktiv valmöjlighet, för den är allmänt tillgänglig och billig.

Det är imponerande hur liten landyta vindkraften tar i anspråk. Inom USA kan en yta på cirka en tiondels hektar i majsodlingsområdena utnyttjas till att ställa upp en vindmölla med avancerad turbin, som kan producera el till ett värde av 100 000 dollar om året, eller så kan den ytan användas för att producera 1400 liter majs som ger 380 liter etanol till ett värde av kanske 200 dollar. Om målet är att minimera konkurrens mellan bilbränsle-ekonomin och livsmedelsresurserna, är el från vindkraft det självklara valet. (63)

Av de olika etanolkällorna är sockerrör mycket mera effektivt än de andra, både ifråga om areal och energiförbrukning. Etanolavkastningen per hektar är för



sockerrörets del ungefär 6000 liter, medan det för majsens del i USA är 3300 liter, knappt mer än hälften så mycket. Nettoenergiutvinningen är 8 för sockerrör vilket erbjuder en överväldigande fördel jämfört med den för majs som är 1,5. (64)

Palmoljans avkastning på över 4700 liter biodiesel per hektar framstår som mycket fördelaktigt, jämfört med 520 liter per hektar för sojabönornas del. Nackdelen med sockerrör och palmolja som råmaterial är att bägge odlas i tropiska och subtropiska regioner, vilket innebär att produktionen av dem sannolikt kommer att breda ut sig genom att man hugger ner tropisk regnskog. (65)

Det effektivaste alternativet bland fordonsbränslena tycks vara bensin/el-hybrider med inpluggningsmöjlighet och med vindkraft som huvudsakligt drivmedel. Eftersom nästan alla baslivsmedel kan omvandlas till fordonsbränsle, antingen etanol eller biodiesel, finns det en risk att stigande oljepriser kommer att stimulera massiva investeringar i biobränsleproduktionen, där man använder livsmedel som råmaterial. Välbärgade bilister och livsmedelskonsumenter med låg inkomst skulle då kunna hamna i direkt konkurrens om matvaror, bl.a. vete, ris, majs, sojabönor och sockerrör. Ska man kunna undvika denna hotande konkurrens mellan matbutikerna och bensinstationerna om samma livsmedel måste myndigheterna genomföra en politik som skyddar livsmedelskonsumenterna.

I en värld som står inför en omvälvande klimatförändring är varje land tvunget att utforma sin egen strategi för att minska koldioxidutsläppen beroende på landets egna kombination av förnybara energikällor och mest lovande möjligheter att öka energi-effektiviteten. Samtidigt är många metoder att skära ned koldioxidutsläppen gemensamma för alla länder, t.ex. energisnåla hushållsmaskiner och bensin/el-hybridfordon.

Island är kanske idag det enda landet i världen som har en strategi att helt och hållet fasa ut användningen av fossila bränslen, inklusive olja. För närvarande värms 85 procent av alla landets byggnader, både bostadshus och andra, med geotermisk energi. Dessutom kommer 82 procent av landets el från vattenkraft och det mesta av återstoden alstras av geotermisk energi. Man använder nu den billiga vattenkraftselen till att producera vätgas, genom elektrolys av vatten. Med sin första vätgasstation tagen i drift i Reykjavik, har landet gått in för bussar som går på bränsleceller. Nästa steg i planen är att konvertera landets bilpark till bränsleceller och sedan så småningom att göra detsamma med fiskeflottan, som står i centrum för den isländska ekonomin. (66)

I USA skulle, som tidigare framgått, den största enskilda vinsten ifråga om koldioxidnedskärningar kunna komma från transportsektorn, där det finns en potential att sänka bensinförbrukningen med häpnadsväckande 85 procent. Om denna modell skulle tillämpas över hela globen skulle man kunna hjälpa världen att anpassa sig till den kommande nedgången i oljeproduktionen. (67)

För USAs del tyder den rikliga naturgivna förekomsten av billig vindenergi på att vindkraften troligen kommer att bli stöttepelaren i den nya energi-ekonomin. Den kan ge el till uppvärmning, svalka, matlagning, och dessutom till bilar och

rentav stålframställning, när man använder energieffektiva elektriska ljusbågsugnar för att smälta stål. USA, som får 7 procent av sin el från existerande vattenkraftverk, har dessutom en väsentlig geotermisk potential i de västliga delstaterna och en enorm solcellspotential över hela landet. (68)

Tyskland planerar att drastiskt skära ner sina koldioxidutsläpp både genom att ständigt förbättra sin energi-effektivitet och utnyttja förnybara energikällor, med stark tonvikt på vindkraft. Fram till 2050 planerar Tyskland att minska sin energiförbrukning överlag med 37 procent i takt med att landet utnyttjar den modernaste teknologin till att höja energi-effektiviteten. Av de återstående 63 procenten ska 45 procent komma från förnybara källor. Detta innebär en sänkning på 65 procent av koldioxidutsläppen generellt. Tyskland kommer att förlita sig starkt på vindkraft och solceller för elframställningen och på solvärmepaneler för varmvatten och värme. (69)

Indonesiens framtida energi kan utvinnas ur landets omfattande geotermiska resurser. Med långt mer geotermisk energi än vad som behövs för att svara mot landets hela elbehov har Indonesien dessutom möjligheten att utveckla sina rikliga sol-och-vindresurser och använda el till att driva hybridfordon med. Med 11 procent av elen från vattenkraft har Indonesien verkligen ett brett spektrum av förnybara energiresurser. (70)

I Spanien, som badar i solsken året om, kommer solceller och solfångare att spela en central roll i elförsörjning, uppvärmning och nedkylning. Spanien gör också snabba framsteg i utvecklingen av sina rikliga förutsättningar för vindkraft. (71)

Brasilien är unikt för att landet skulle kunna vara självförsörjande fråga om fordonsbränsle inom bara några år tack vare sin sockerrörsbaserade etanol. Vid sidan av en riklig tillgång på vattenkraft, kommer också solceller och vindkraft producera el. Solfångare kommer att ge varmvatten. Brasilien skulle kunna bli ett av de första större länderna som i allt väsentligt fasat ut fossilt bränsle helt. (72)

Vattenkraften står redan för 15 procent av Kinas el, men den stora potentialen består i vindkraft. Enbart med hjälp av den skulle Kina lätt kunna fördubbla sin nuvarande el-produktion. Så som i USA skulle en kombination av bensin/el-hybrider med ett andra reservbatteri och med inpluggningsmöjlighet å ena sidan och, å den andra sidan, kraftiga investeringar för att ta vara på landets överflöd av vindresurser, tillsammans kunna minimera bensinförbrukningen och minska beroendet av kol. (73)

Storbritannien har en oerhörd potential i el från vindkraft, i första hand genom vindkraftsparker utanför kusten. Detta i kombination med vågkraft (som finns i överflöd) och solfångare för varmvatten, skulle kunna klara av en stor del av landets energibehov. (74)

För Argentinas del, när vattenkraften redan ger 42 procent av landets el, skulle vindkraften lätt kunna leverera återstoden. Den stora landsdelen Patagonien har en

av de rikaste vindförekomsterna man hittat någonstans. Argentina har också alla möjligheter att utnyttja solljuset till el och i solfångare. (75)

Under 1900-talet blev världen allt mera beroende av några få länder i Mellanöstern för sin energi. Under detta århundrade däremot, tar världen tag i lokala energikällor. Det förra seklet fick se en globalisering av energi-ekonomin, medan vi idag kan bevittna dess återförankring i lokalsamhället. Medan man det förra århundradet anpassade alla till en och samma modell, innebär tjugohundratalet att varje land formar sig en energimodell, som är anpassad till det egna landets förnybara energiresurser och möjligheterna att öka energi-effektiviteten.

Denna energiövergång innebär goda ekonomiska nyheter för alla länder, överallt, men särskilt för utvecklingsländerna, eftersom den är mycket mera arbetsintensiv än när man använder fossila bränslen. Även om Tyskland fortfarande är i begynnelsen av energiövergången, finns det redan nu fler arbetstillfällen i den förnybara energi-industrin än i de traditionella industrierna som bygger på fossila bränslen eller atomkraft. I en värld där det finns utbredd arbetslöshet är detta verkligen välkomna nyheter. (76)

Dessutom är de nya energikällorna outtömliga – i motsats till investeringarna i kolgruvor, olje- och gasfält, som oundvikligen kommer att tömmas och överges. Visserligen kräver vindmøllor, solceller och solvärmepaneler alla reparation och en viss ersättning ibland, men den ursprungliga investeringen kan stå sig i all framtid. Dessa källor kommer inte att sina.

#### Noter till kapitel 10

1. United Nations, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (New York: 1997); S. Pacala and R. Socolow, "Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies," *Science*, 13 August 2004.
2. European Commission, "Commissioner Piebalgs: Europe Could Save 20% of Its Energy by 2020," press release (Brussels: 22 June 2005); "Europe Tries to Replace Fossil Fuels With Sustainable Energy," *Environment News Service*, 18 July 2005.
3. European Commission, op. cit. note 2; "Europe Tries to Replace Fossil Fuels With Sustainable Energy," op. cit. note 2.
4. James Brooke, "Japan Squeezes to Get the Most of Costly Fuel," *New York Times*, 4 June 2005.
5. Ibid.

6. Ralph Torrie, Richard Parfett, and Paul Steenhof, *Kyoto and Beyond: The Low-Emission Path to Innovation and Efficiency* (Ottawa: The David Suzuki Foundation and Climate Action Network Canada, October 2002); Alison Bailie et al., *The Path to Carbon-Dioxide-Free Power: Switching to Clean Energy in the Utility Sector, A Study for the World Wildlife Fund* (Washington, DC: Tellus Institute and The Center for Energy and Climate Solutions, April 2003).
7. Ontario Ministry of Energy, "McGuinty Government Unveils Bold Plan to Clean Up Ontario's Air," press release (Toronto: 15 June 2005); EIN Publishing, "Ontario Unveils Plan for Replacing Coal-fired Power Plants," *Global Warming Today*, 28 June 2005; Gibbons quoted in Martin Mittelstaedt, "Putting Out the Fires," *Globe and Mail* (Toronto), 15 March 2003.
8. Ray Anderson, writing in Torrie, Parfett, and Steenhof, *op. cit.* note 6, p. 2.
9. Per capita energy consumption in U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), "France," "Germany," "Spain," "United Kingdom," "United States," *EIA Country Analysis Briefs* (Washington, DC: updated at various times between November 2004 and July 2005).
10. Bill Prindle, "How Energy Efficiency Can Turn 1300 New Power Plants Into 170," fact sheet (Washington, DC: Alliance to Save Energy, 2 May 2001).
11. Howard Geller, "Compact Fluorescent Lighting," American Council for an Energy-Efficient Economy Technology Brief, [www.aceee.org](http://www.aceee.org), viewed 1 May 2003.
12. Gasoline savings based on Malcolm A. Weiss et al., *Comparative Assessment of Fuel Cell Cars* (Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, February 2003); 2004 sales estimate from "Sales Numbers and Forecasts for Hybrid Vehicles," at [www.hybridcars.com](http://www.hybridcars.com), viewed 29 August 2005; 2008 sales projections from David L. Greene, K. G. Duleep, and Walter McManus, *Future Potential of Hybrid and Diesel Powertrains in the U.S. Light-Duty Vehicle Market* (Oak Ridge, Tennessee: Oak Ridge National Laboratory, 2004).
13. Figure 10–1 from Worldwatch Institute, *Signposts 2004*, CD-Rom (Washington, DC: 2004), updated by Earth Policy Institute from Global Wind Energy Council (GWEC), "Global Wind Power Continues

- Expansion: Pace of Installation Needs to Accelerate to Combat Climate Change,” press release (Brussels: 4 March 2005); American Wind Energy Association (AWEA), *Global Wind Energy Market Report* (Washington, DC: March 2004). Oil, natural gas, coal, and nuclear power from British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy 2005* (London: Group Media & Publishing, 2005), pp. 9, 25, 33–34.
14. Worldwatch Institute, *op. cit.* note 13, updated by Earth Policy Institute from GWEC, *op. cit.* note 13; Danish Wind Industry Association, “Did You Know?” fact sheet, at [www.windpower.org](http://www.windpower.org), viewed 1 August 2005; BTM Consult ApS, “International Wind Energy Development: World Market Update 2004: Forecast 2005–2009,” press release (Ringkøbing, Denmark: 31 March 2005).
  15. GWEC, *op. cit.* note 13; GWEC, *Wind Force 12: A Blueprint to Achieve 12% of the World’s Electricity from Wind Power by 2020* (Belgium: European Wind Energy Association and Greenpeace, 2005); European Wind Energy Association (EWEA), *Wind Power Targets for Europe: 75,000 MW by 2010* (Belgium: October 2003).
  16. GWEC, *op. cit.* note 13; GWEC, *op. cit.* note 15; Garrad Hassan and Partners, *Sea Wind Europe* (London: Greenpeace, March 2004).
  17. British Wind Energy Association (BWEA), “Statistics,” fact sheet, [www.bwea.org](http://www.bwea.org), viewed 8 August 2005; “Big Boost for Offshore Wind Power,” Reuters, 19 December 2003.
  18. Estimate of heat wave deaths across Europe compiled in Janet Larsen, “Record Heat Wave in Europe Takes 35,000 Lives,” *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 9 October 2003), updated with Istituto Nazionale di Statistica (Istat), *Bilancio Demografico Nazionale: Anno 2003* (Rome: Istituto Nazionale di Statistica, 2004); wind power from GWEC, *op. cit.* note 13; Les Perreux, “Windmill Project To Push Quebec Past Alberta In Wind Energy Production,” *Canadian Press*, 5 October 2004; Stephen Leahy, “Change in the Chinese Wind,” *Wired News*, 4 October 2004; GWEC, *op. cit.* note 15.
  19. D. L. Elliott, L. L. Wendell, and G. L. Gower, *An Assessment of the Available Windy Land Area and Wind Energy Potential in the Contiguous United States* (Richland, WA: Pacific Northwest Laboratory, 1991).

20. Ibid.; C. L. Archer and M. Z. Jacobson, "The Spatial and Temporal Distributions of U.S. Winds and Wind Power at 80 m Derived from Measurements," *Journal of Geophysical Research*, 16 May 2003.
21. Larry Flowers, National Renewable Energy Laboratory, "Wind Power Update," [www.eren.doe.gov/windpoweringamerica/pdfs/wpa/wpa\\_update.pdf](http://www.eren.doe.gov/windpoweringamerica/pdfs/wpa/wpa_update.pdf), viewed 19 June 2002; Glenn Hasek, "Powering the Future," *Industry Week*, 1 May 2000; 2¢ per kilowatt-hour from EWEA and Greenpeace, *Wind Force 12* (Brussels: May 2003).
22. "US Wind Power Industry Gets Tax Credit Boost," Reuters, 13 March 2002; "Blocked US Energy Bill Slows Wind Power Projects," Reuters, 12 January 2004; American Wind Energy Association, "Energy Bill Extends Wind Power Incentive Through 2007: First-Ever 'Seamless' Extension Will Spur Investment, Job Creation, and Clean Energy Production," press release (Washington, DC: 29 July 2005).
23. Internet from Molly O'Meara Sheehan, "Communications Networks Expand," in Worldwatch Institute, *Vital Signs 2003* (New York: W.W. Norton & Company, 2003), pp. 60–61.
24. Harry Braun, *The Phoenix Project: Shifting From Oil to Hydrogen with Wartime Speed*, prepared for the Renewable Hydrogen Roundtable, World Resources Institute, Washington, DC, 10–11 April 2003, pp. 3–4; ability of U.S. automobile industry to produce a million wind turbines per year is author's estimate.
25. Fossil fuel subsidies from Bjorn Larsen, *World Fossil Fuel Subsidies and Global Carbon Emissions in a Model with Interfuel Substitution*, Policy Research Working Paper 1256 (Washington, DC: World Bank, 1994), p. 7; companies involved in wind from Birgitte Dyrekilde, "Big Players to Spark Wind Power Consolidation," Reuters, 18 March 2002.
26. Jim Dehlsen, *Clipper Wind*, discussion with author, 30 May 2001; Massachusetts Institute of Technology, "MIT Hosts Hearing On Cape Wind Farm," press release (Cambridge, MA: 14 December 2004).
27. AWEA, "Wind Energy Projects," fact sheet (Washington, DC: 24 April 2005); calculation of electricity production from Tom Gray, AWEA, e-mail to author, 12 June 2002.
28. Wind royalties from Union of Concerned Scientists, "Farming the Wind: Wind Power and Agriculture," [www.ucsusa.org/clean\\_energy/renewable\\_energy/page.cfm?pageID=128](http://www.ucsusa.org/clean_energy/renewable_energy/page.cfm?pageID=128); for corn, calculations by author using data from John Dittrich, *American Corn Grow-*

- ers Association, "Major Crops: A 27-Year History with Inflation Adjustments," Key Indicators of the U.S. Farm Sector (Washington, DC: January 2002); beef is author's estimate.
29. "Benchmark Oil Price Hits Dollars 66.50 A Barrel," Financial Times, 29 September 2005.
  30. DOE and U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Fuel Economy Guide (Washington, DC: 2005); gasoline savings based on Malcolm A. Weiss et al., Comparative Assessment of Fuel Cell Cars (Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 2003).
  31. DOE and EPA, op. cit. note 30; Marv Balousek, "Hybrid Cars Are Catching On," Wisconsin State Journal, 10 August 2005; EPA, "Emission Facts," fact sheet, [www.epa.gov/otaq/consumer/f00013.htm](http://www.epa.gov/otaq/consumer/f00013.htm), updated 15 July 2005.
  32. John Porretto, "Ford Expands Lineup of Hybrid SUVs," Chicago Sun-Times, 14 April 2004; Matthew L. Wald, "Designed to Save, Hybrids Burn Gas in Drive for Power," New York Times, 17 July 2005; General Motors, "Hybrid Power to the People," New York Times, 27 September 2004.
  33. Lester R. Brown, "The Short Path to Oil Independence," Eco-Economy Update (Washington, DC: Earth Policy Institute, 13 October 2004); Senator Joseph Lieberman, remarks prepared for Loewy Lecture, Georgetown University (Washington, DC: 7 October 2005).
  34. Amory B. Lovins et al., Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs, and Security (Snowmass, CO: Rocky Mountain Institute, 2004), p. 64.
  35. Associated Press, "Review Faults Electricity Grid System," Los Angeles Times, 30 September 2004.
  36. C. L. Archer and M. Z. Jacobson, "Evaluation of Global Wind Power," Journal of Geophysical Research, vol. 110, no. D12110 (2005), pp. 1–20.
  37. Denis Hayes, "Sunpower," in Energy Foundation, 2001 Annual Report (San Francisco: February 2002), pp. 10–18.
  38. Figure 10–2 shows cumulative solar installations with data compiled from Paul Maycock, "PV News Annual Market Survey Results," Photovoltaic News, April 2005; Janet L. Sawin, "Solar Energy Markets Booming," in Worldwatch Institute, Vital Signs 2005 (New York: W.W. Norton & Company, 2005), pp. 36–37; market share from Katharine

- Mieszkowski, "How George Bush Lost the Sun," Salon, 25 October 2004; Michael Schmela, "This is a Sharp World," Photon International, March 2004.
39. William J. Kelly, "German Renewables Law Portends Tight California Market," California Energy Circuit, 18 May 2004; Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), DOE, "Net Metering, Tax Credits for Solar Energy Included in Energy Act," EERE Network News, 10 August 2005.
  40. European Photovoltaic Industry Association and Greenpeace, Solar Generation (Brussels: September 2001); Paul Maycock, "Japanese PV Residential Dissemination Program Exceeds Goals," Photovoltaic News, January 2004.
  41. Paul Maycock, "German 100,000 Roofs Program Tops 130 MW in 2003," Photovoltaic News, August 2004.
  42. Kelly, *op. cit.* note 39.
  43. "Manchester's Tallest Building Gets Europe's Largest Solar Array," Environment News Service, 9 November 2004.
  44. "Power to the Poor," The Economist, 10 February 2001, pp. 21–23.
  45. Bernie Fischlowitz-Roberts, "Sales of Solar Cells Take Off," Eco-Economy Update (Washington, DC: Earth Policy Institute, 11 June 2002); population without electricity in World Summit on Sustainable Development, Department of Public Information, Press Conference on Global Sustainable Energy Network (Johannesburg: 1 September 2002).
  46. Paul Maycock, "Japanese Issue 'Roadmap to 2030,'" Photovoltaic News, December 2004, p. 1, and Mantik Kusjanto and Anneli Palmen, "Germany's Solar World Seeks Place in the Sun," Reuters, 13 January 2005, cited in Sawin, *op. cit.* note 38; EERE, *op. cit.* note 39.
  47. Robert H. Williams, "Facilitating Widespread Deployment of Wind and Photovoltaic Technologies," in Energy Foundation, 2001 Annual Report (San Francisco: February 2002), pp. 19–30.
  48. Scott Sklar, "Sleepers That Are Coming to Light," Earthscan, 7 February 2005; EERE, "Spain to Build an 11-Megawatt Solar Power Tower," EERE Network News, 24 August 2005.
  49. Sawin, *op. cit.* note 38.
  50. Li Hua, "From Quantity to Quality: How China's Maturing Solar Thermal Industry Will Need to Face Up to Market Challenges,"



- Renewable Energy World, January-February 2005, pp. 56–57, cited in Sawin, *op. cit.* note 38; Germany from David Sharrock, “Spain Makes Solar Panels Mandatory in New Buildings,” *Times Online* (U.K.), 9 November 2004.
51. Sawin, *op. cit.* note 38; Sharrock, *op. cit.* note 50.
  52. Charlene Wardlow, “The Environmental Benefits of Geothermal Energy,” presented at Environmental and Energy Study Institute, “Geothermal Energy: Heating Up the Renewable Energy Portfolio,” briefing to United States House of Representatives, Washington, DC, 8 February 2005.
  53. Japan from Hal Kane, “Geothermal Power Gains,” in Lester R. Brown et al., *Vital Signs 1993* (New York: W.W. Norton & Company, 1993), p. 54; DOE, EIA, “Japan,” EIA Country Analysis Brief (Washington, DC: updated August 2004); other potential in World Bank, “Geothermal Energy,” prepared under the PB Power and World Bank partnership program, [www.worldbank.org/html/fpd/energy/geothermal](http://www.worldbank.org/html/fpd/energy/geothermal), viewed 23 January 2003.
  54. Mary H. Dickson and Mario Fanelli, “What is Geothermal Energy?” (Pisa, Italy: Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, February 2004), online at International Geothermal Association, [iga.igg.cnr.it/index.php](http://iga.igg.cnr.it/index.php); 1990 data from International Geothermal Association, “Electricity Generation,” at [iga.igg.cnr.it/index.php](http://iga.igg.cnr.it/index.php), updated 20 July 2005.
  55. Dickson and Fanelli, *op. cit.* note 54; Philippines share from World Bank, *op. cit.* note 53; California from Alyssa Kagel, Diana Bates and Karl Gawell, *A Guide to Geothermal Energy and the Environment* (Washington, DC: Geothermal Energy Association, 22 April 2005).
  56. World Bank, *op. cit.* note 53.
  57. John W. Lund and Derek H. Freeston, “World-Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2000,” *Geothermics*, vol. 30 (2001), pp. 34, 51, 53; Ben Hirschler, “Hydrogen Puts Iceland on Road to Oil-Free Future,” *Reuters*, 31 May 2002.
  58. Lund and Freeston, *op. cit.* note 57.
  59. *Ibid.*; California in World Bank, *op. cit.* note 53.
  60. World Bank, *op. cit.* note 53.
  61. Lund and Freeston, *op. cit.* note 57, pp. 46, 53.
  62. Population from United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (New York: February 2005); Peter Janssen, “The Too

- Slow Flow: Why Indonesia Could Get All Its Power From Volcanoes—  
But Doesn't," Newsweek, 20 September 2004.
63. Calculation of electricity production from Gray, *op. cit.* note 27;  
Renewable Fuels Association, "Homegrown for the Homeland:  
Ethanol Industry Outlook 2005" (Washington, DC: 2005).
64. Renewable Fuels Association, *op. cit.* note 63; average ethanol yield in  
Brazil calculated by Earth Policy Institute from São Paulo Sugar Cane  
Agroindustry Union (UNICA), cited in Alfred Szwarc, "Use of Bio-  
Fuels in Brazil," presentation at In-Session Workshop on Mitigation,  
SBSTA 21 / COP 10, Buenos Aires: Ministry of Science and Technolo-  
gy, 9 December 2004; Christoph Berg, *World Fuel Ethanol Analysis  
and Outlook* (Ratzeburg, Germany: F.O. Licht, April 2004); net energy  
yields from F.O. Licht, cited in Szwarc, *op. cit.* this note.
65. "Oil Yields and Characteristics," Journey to Forever, at [www.jour-  
neytoforever.org/biodiesel\\_yield.html](http://www.journeytoforever.org/biodiesel_yield.html), viewed 15 July 2005; soybean  
yield is author's estimate.
66. Geothermal heat and hydrogen from Árne Ragnarsson and Thorkell  
Helgason, eds., *Energy In Iceland: Historical Perspective, Present  
Status, Future Outlook* (Reykjavik, Iceland: National Energy Authori-  
ty (Orkustofnun) and Ministries of Industry and Commerce, February  
2004), pp. 21, 42; hydropower from Ragnheidur Inga Thorarinsdottir  
and Helga Bardadottir, eds., *Energy Statistics in Iceland* (Reykjavik,  
Iceland: National Energy Authority (Orkustofnun), September 2004).
67. Lovins et al., *op. cit.* note 34.
68. DOE, EIA, "United States," EIA Country Analysis Brief (Washington,  
DC: updated January 2005).
69. Donald W. Aitken, "Germany Launches Its Transition: How One of  
the Most Advanced Industrial Nations Is Moving to 100 Percent  
Energy from Renewable Sources," *Solar Today*, March/April 2005,  
pp. 26–29.
70. Janssen, *op. cit.* note 62; hydroelectricity from DOE, EIA, "Indonesia,"  
EIA Country Analysis Brief (Washington, DC: updated July 2004).
71. GWEC, *op. cit.* note 15, p. 7.
72. Brazil's ethanol self-sufficiency potential calculated by Earth Policy  
Institute from UNICA, "Brazil as a Strategic Supplier of Fuel  
Ethanol," presentation for the Governors' Ethanol Coalition, January  
2005.

73. Hydropower and electricity generation from DOE, EIA, "China," EIA Country Analysis Brief (Washington, DC: updated August 2005); wind potential from GWEC, op. cit. note 15, p. 28.
74. GWEC, op. cit. note 15, p. 43.
75. DOE, op. cit. note 68; C. Palese et al., "Wind Regime and Wind Power in North Patagonia, Argentina," Wind Engineering, 1 September 2000, pp. 361–77; "Clean Energy in Patagonia from Wind and Hydrogen," Inter Press Service, 15 May 2005.
76. Kelly, op. cit. note 39.

\* Nya rön hösten 2007 säger dock att kvävegödning vid odling av raps och andra grödor för etanolproduktion ger ökade utsläpp av växthusgas (kväveoxid). Effekten skulle bli att denna etanol ger betydligt mer utsläpp än bensin. Ö.a.

\*\* Ny plan framlagd 1/10 2007. Ö.a.