

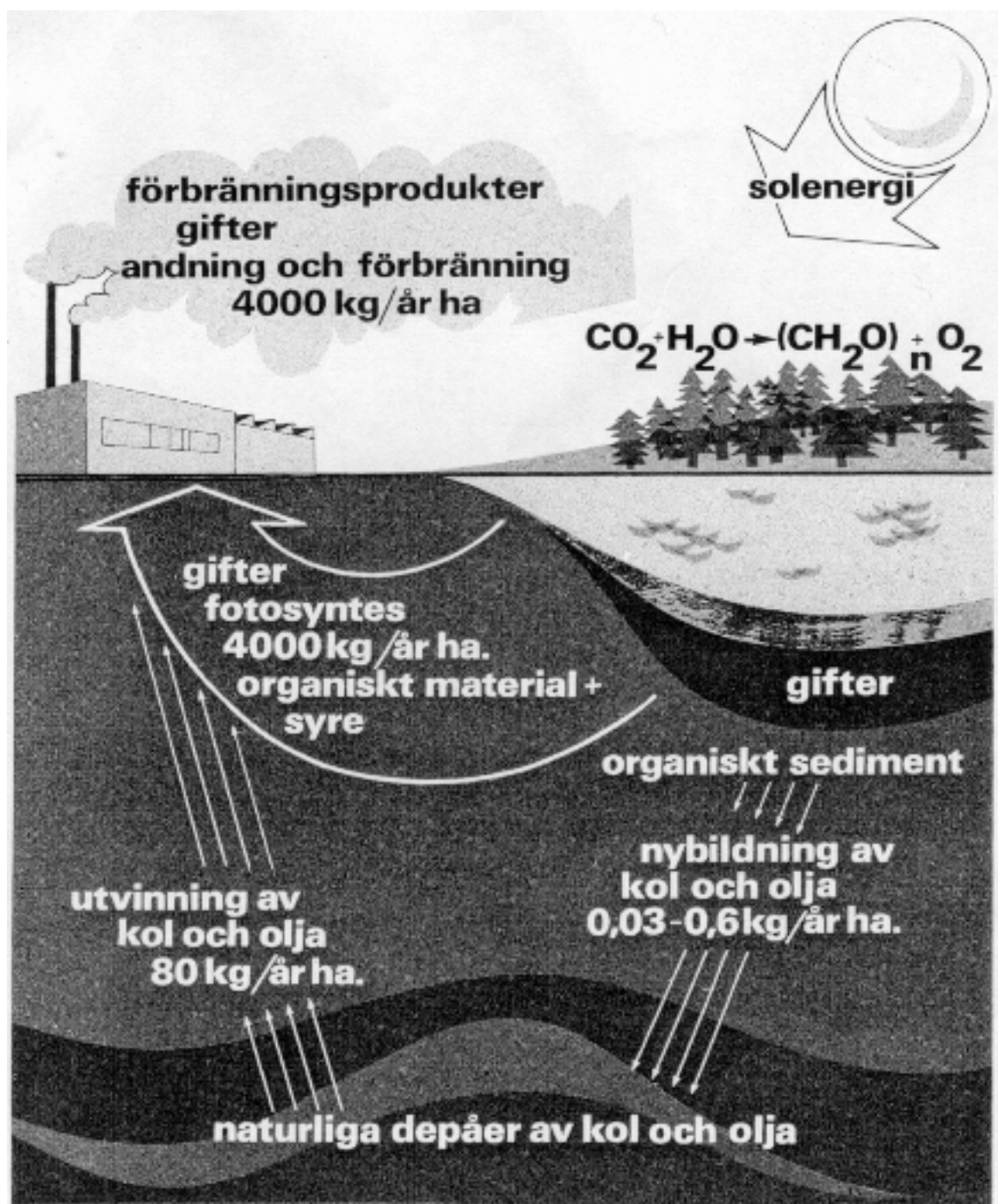
Naturvård eller naturmord

av Staffan Delin

Naturvård och miljöförstörelse har debatterats flitigt under senare år. Resultatet har blivit att man bestämt sig för att minska vissa utsläpp. Vidare byggs reningsverk som har till uppgift att bryta ned och oxidera organiska ämnen till koldioxid, vatten och mineralämnen. Man söker också att hejda sekundär produktion av organiskt material via fotosyntes genom att reducera närsaltsinnehållet i avloppsvattnen. Därigenom förbättras syretillståndet i sjöarna och eutrofieringen hindras. Detta sätt att hantera naturvårdsproblematiken speglar en värdering, som innebär att eutrofieringen och igenväxningen skulle vara den primära orsaken till naturförstörelsen. Om man däremot uppfattar eutrofieringsprocessen som en avgiftningsmekanism, som naturen använder sig av för att kompensera och neutralisera verkningarna av de ökande utsläppen, kommer saken i ett helt annat läge. Vad som hittills uppfattats som naturvård kommer att ändra innebörd och bli systematiskt naturmord, eftersom reningsverken utifrån ett sådant tankesätt måste uppfattas som hinder för den naturliga avgiftningen.

Naturvårdens dilemma illustreras i figur 1. Där framgår att förbränningen av fossila bränslen i form av kol och olja vida överstiger den kompensande processen, "nybildning av organiskt sediment". Genom den tilltagande industrialiseringen, urbaniseringen och folkökningen har utsläppen av förbränningsprodukter och annat avfall ökat kraftigt. Detta har medfört, att förbränningen av fossila bränslen, som på 1700-talet var mindre än bildningen av organiskt sediment, snabbt har ökat, för att nu vara många gånger större än den kompensande processen. Detta betyder en systematisk förändring av förhållandena i naturen under de två senaste århundradena. Man brukar tala om rubbad jämvikt.

Naturens reaktion har inte uteblivit. Då utsläppen ökade, ökade till en början också bildningen av organiskt sediment. Sjöar och vattendrag började att växa igen i en allt mera stegrad takt och jämvikten kunde till en början bibehållas mellan utsläpp och avgiftning. Under de senaste decennierna har avgiftningsreaktionerna av flera orsaker sackat efter i utvecklingen, vilket nu håller på att skapa allvarliga problem. Avfallsprodukterna kommer att stanna kvar som föroreningar och gifter i luft, vatten och levande organismer istället, för att föras vidare av den biologiska aktiviteten till bildning av organiskt sediment, kol och olja. Smogproblem, DDT- och kvicksilverförgiftningar i ekosystemen har redan uppenbarat sig som de första tecknen på vad som händer då jämviktsförhållandena i naturen utsätts för systematisk störning.



Figur 1. Schematisk framställning av nybildning och förbrukning av fossila bränslen och hur dessa processer är kopplade till fotosyntes, avgiftning och förnyelse. Jämvikten mellan nybildning av fossila bränslen å den ena sidan och förbrukningen å den andra är störd, vilket resulterar i att mera förbränningsprodukter och gifter släpps ut i biosfären än vad som förbrukas via nybildningen av fossila bränslen. Det framgår också att avgiftningsprocessen och kol-oljebildningsprocessen är identiska.

3.

Biologisk avgiftning

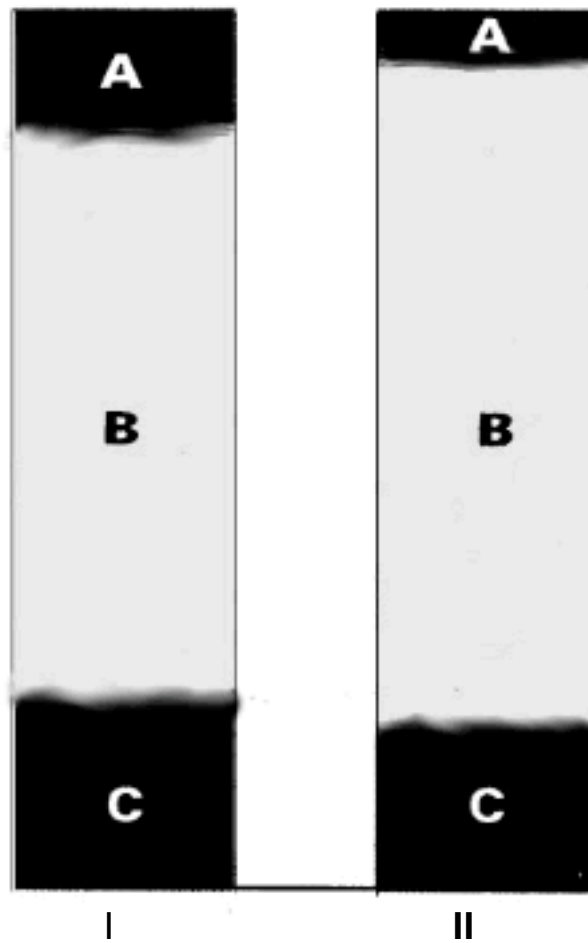
I naturvårdsdebatten har man hittills utgått från två axiom. För det första har man ansett det vara självklart att alla organiska ämnen kan brytas ner av en eller annan typ av mikroorganism till koldioxid, vatten och mineralsalter, om bara fritt syre finns tillgängligt som oxidationsmedel. För det andra har man utgått från att det krävs oerhörda tidsrymder för att bilda kol och olja och att de depåer som finns upplagrade i jordskorpan bildades för länge sedan under andra betingelser än vad som råder på jorden i dag

Båda dessa axiom förtjänar att tas med en mycket stor nypa salt. Man kan nämligen mycket lätt visa att alla organiska ämnen ingalunda bryts ned till koldioxid, vatten och mineralsalter, i varje fall inte under naturliga förhållanden. Man kan likaledes lätt visa att kol och olja bildas ur organiskt sediment om man värmer detta i frånvaro av fritt syre (pyrolysis). Hela proceduren, bildning av organiskt sediment via fotosyntes samt efterföljande pyrolysis, tar inte längre tid än ett eller annat dygn i anspråk under laboratorieförhållanden. Det finns också starka skäl som talar för att bildningen av organiskt sediment utgör en av de viktigaste avgiftningsmekanismer som naturen förfogar över. När man har lärt sig förstå hur den fungerar, skall man också finna att det är ganska överflödigt att ägna sig åt en diskussion om gifters persistens och svårnedbrytbarhet.

Experiment i akvarier

Allt detta kan demonstreras med några mycket enkla experiment. Två akvarier, som kan bestå av glascylindrar, som är 50 cm höga och 7 cm i diameter, görs i ordning. Först bereds ett bottenskikt, C, av dy från någon lämplig vattensamling. Innan dyn placeras i akvarierna blandas den med 0,5 % krita (CaCO_3), 0,1 % finfördelad gips, $\text{CaSO}_4(2\text{H}_2\text{O})$ samt 1 % organiskt material i form av finfördelade torra löv eller finfördelat papper. Den berikade dyn fylls sedan i glascylindrarna till en höjd av 10 cm. Sjövatten tillsätts och detta berikas med närsalter. Substrat är lämpligt. Då det hela är färdigt skall vattnet räckas 40 cm upp i cylindrarna, som märks 1 och 11.

4.



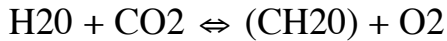
Figur 2, I sätts ljust i ett fönster medan II får stå mörkt. Efter en till två veckor kan man i allmänhet särskilja tre skikt i akvarium 1. Det översta, A, är grönfärgat på grund av att grönalger växer där. Under A-skiktet vidtager B-skiktet, som kan ha växlande färg. Rött, skärt, gult och gulgrönt kan förekomma var för sig eller i blandning. Färgerna härrör från olika typer av fotosyntetiserande bakterier. Underst befinner sig det svarta dyskiktet, skikt C, (figur 2). Algerna i skikt A domineras för det mesta av släktena *Euglena* och *Clamydomonas*. Under gynnsamma omständigheter kan individantalet gå upp till $2 \cdot 10^5$ per ml. Djupare ned i akvariet, i B-skiktet, ersättes grönalgerna av de fotosyntetiserande bakterierna. De kan uppgå till $2 \cdot 10^8$ per ml. I mikroskopet syns också att vattnet innehåller rätt stora mängder kolloidalt svavel.

Gränsen mellan A- och B-skikten utgör samtidigt gränsen mellan syrehaltigt och svavelvätehaltigt vatten. Vid livlig biologisk aktivitet i B- och C-skikten flyttas gränsen mellan A och B-skikten uppåt mot ytan, medan den vandrar nedåt mot C-skiktet då aktiviteten avtar. Algerna kommer i så fall att dominera.

I C-skiktet omvandlas det organiska materialet av anaeroba bakterier, via diverse jäsningsprocesser. Som tecken på detta ser man då och då bubblor av metan och vätgas stiga mot ytan. Sulfat omvandlas också till svavelväte och detta vandrar upp

5.

genom vattnet och utgör näring åt bakterierna i B-skiktet. Undersöker man saken närmare skall man finna att de fotosyntetiserande bakterierna där har sällskap med en hel rad andra, färglösa typer, av samma slag som man träffar på i C-skiktet. Deras antal kan ibland gå upp till mellan 10^8 och 10^9 per ml. Nettoskeendet i akvarium I blir att organiskt material bildas i skikt A via algernas fotosyntes, vilken samtidigt avger syre till atmosfären.



I skikt B däremot, sker fotosyntesen med hjälp av svavelväte.



På grund av att organiskt material och svavel sedimenterar ned mot botten blir skikt C tjockare. Mikroorganismerna där bryter dock ned detta material, men förbrukar samtidigt sulfat och andra syrerika föreningar. C-skiktet blir allt fattigare på syre, men rikare på reducerade kolföreningar och svavel.

Om man tar ut ett prov från C-skiktet och pyrolyserar det, blir resultatet petroleumliknande produkter och en rest av kol och aska. De flyktiga fraktionernas sammansättning varierar i hög grad, beroende på hur pyrolysen genomförs. Vid relativt låg temperatur, 400 till 600°C , bryts C-C och C-H bindningar upp, medan vid temperaturer mellan 700 och 1000°C ger syntes av aromatiska kolväten och omättade polymerer.

Experimentet i akvarium I illustrerar således bildningen av organiskt material via fotosyntes, dess omvandling till organiskt sediment och vidare omvandling till kol och olja. Allt detta är det möjligt att genomföra under en tidsrymd av omkring fjorton dagar.

I akvarium II sker inte någon energitillförsel i form av ljus. Den enda energi som står till förfogande, är den som föreligger kemiskt bunden i form av organiskt sediment. A-skiktet kommer att bli mycket tunt och begränsat till skiktet närmast ytan, där syre från luften kan diffundera ned i vattnet. Det kommer att domineras av aeroba organismer, som omvandlar organiskt material, svavelväte och svavel till koldioxid, och vatten respektive sulfat.

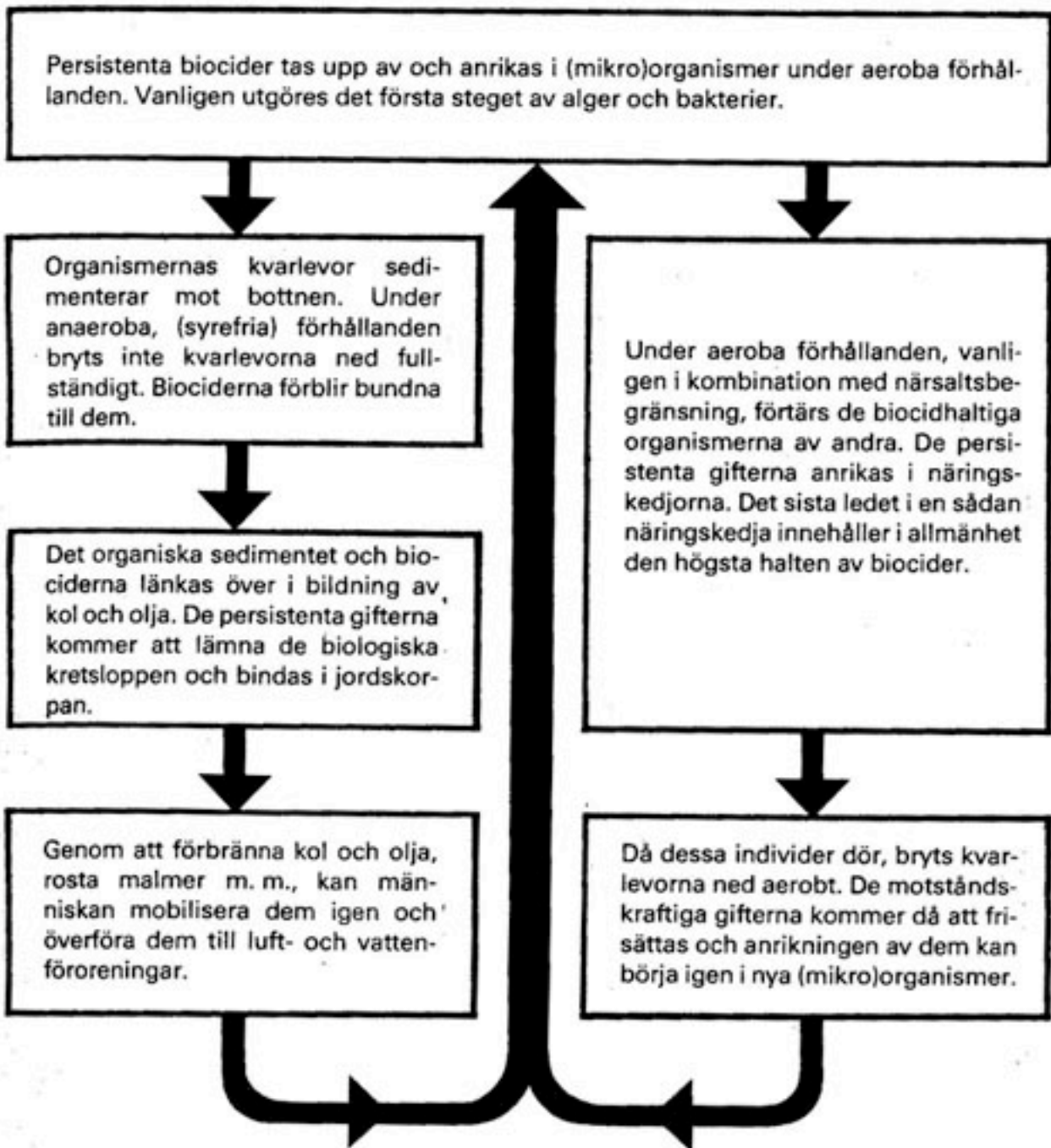
B- och C-skikten kommer att utgöra något av en biologisk enhet. Den utmärks av anaeroba förhållanden och omvandling av sulfat till svavelväte. Det organiska sedimentet i C-skiktet förbrukas delvis. Det övergår till vattenlösliga och flyktiga ämnen, som utgör näring för mikroorganismerna i A-skiktet eller försvinner till atmosfären. Det senare inträffar om oxidationsförmågan i A-skiktet är otillräcklig.

Även i detta fall minskar syrehalten i det organiska sedimentet, medan reducerande ämnen ökar. Halten organisk substans i sedimentet blir mindre än i akvarium I. Vid pyrolys erhålles dock samma slags produkter, om än i mindre omfattning.

Tillsätter man tungmetalljoner till B-skikten, kommer motsvarande metallsulfider att falla ut omedelbart och sedimentera ned till C-skiktet. Sätter man dem till A-skiktet i stället, måste de i princip tas upp av och anrikas i de organismer, som lever där. De kan sedan, bundna till organismernas kvarlevor, sjunka ned i B- och C-skikten. För fettlösliga biocider bör gälla, att de alltid måste tas upp av organismer, innan de kan sedimentera och gå in i kol- och oljebildningsprocessen, för att därmed lämna de biologiska kretsloppen.

6.

De experiment, som har redovisats antyder att naturen förfogar över metoder att åstadkomma jämvikt, avgiftning och förnyelse. Akvarium I och II kan uppfattas som konstgjorda exempel på igenväxande sjöar, där sådana förnyelseprocesser äger rum. I naturvårdens namn sker för närvarande en energisk bekämpning av dessa processer. Därmed tvingar man också in tungmetaller och biocider i ett annat kretslopp som återges i figur 3. Det leder till att gifterna sprids i de biologiska näringskedjor där högre växter och djur ingår.



Figur 3. Två kretslopp för persistenta biocider såsom kvicksilver och PCB. Det vänstra kretsloppet i figuren leder till fixering av gifterna i organiskt sediment, för vidare omvandling till kol och olja. Det högra kretsloppet däremot

7.

håller gifterna cirkulerande i de aeroba näringskedjorna. Genom att minska den biologiska aktiviteten minskar man fixeringen i organiskt sediment, samtidigt som det aeroba kretsloppet tvingas absorbera och cirkulera allt större mängder gifter.

Önskar man eliminera gifterna ur biosfären förefaller det vara förnuftigt att utnyttja den mikrobiologiska aktiviteten för sådana ändamål. Mikroorganismerna har ju i likhet med alla andra levande varelser förmåga att anrika skilda typer av ämnen i sin cellmassa. På så sätt blir både giftiga och ogiftiga ämnen partikulärt bundna och får förmågan att sedimentera. Under förutsättning att det organiska materialet inte oxideras och bryts ned fullständigt kommer alltså både cellmaterialet och de däri anrikade ämnena att införlivas med jordskorpan i form av organiskt sediment, vilket i sin tur kan omvandlas till oljeskiffrar och vidare till olja, om de geologiska fortsättningarna är lämpliga. Alternativt kan torv, brunkol och vidare stenkol bildas ur högre växter.

Mikroorganismerna är ytterst små och syns inte för blotta ögat. Förhållandet mellan deras yta och deras massa blir därför mycket stort, vilket ytterligare ökar deras värde i avgiftningssammanhang. De växer därför jämförelsevis snabbt och utgör dessutom den helt dominerande delen av allt liv på jorden, 85 till 90 % av den samlade cellmassan i biosfären brukar uppges i litteraturen. Mikroorganismerna besitter dessutom mångskiftande och stundom unika egenskaper då det gäller att omsätta och bryta ned såväl organiskt som oorganiskt material. De har förmågan att snabbt anpassa sig till skiftande och många gånger extrema levnadsförhållanden och utgör viktiga regulatorer i ekosystemen.

Hittills har mikroorganismernas möjligheter utnyttjats på ett ofullständigt och föga medvetet sätt i naturvårdssammanhang. Jämvikterna i naturen, sådana de återges i figur 1, måste beaktas. En meningsfull naturvård måste gå ut på att försöka återställa den rubbade jämvikten, vilket i sin tur kräver minskad förbränning av fossila bränslen eller en radikal ökning av fossiliseringen av organiskt material. Det mest realistiska kanske är en kombination av båda.

Hittills har fossiliseringen och därmed avgiftningen fått sköta sig i stort sett själv. På grund av de naturvårdsåtgärder som vidtagits och planeras måste vi förutse en radikal minskning av avgiftningsaktiviteten och en motsvarande ökning av naturförstörelsen och förgiftningen. Naturens egen avgiftningsaktivitet har varit förlagd till de igenväxande sjöarna och vattendragen och är helt otillräcklig.

Behovet av reningsverk, som avgiftar vattnet och som överför avfallet till organiskt sediment för vidare omvandling till olja, kol och livsmedel framstår som allt klarare.