

# Fakta om biologisk avfallsbehandling - kompostering

Henrik Lystad & Øistein Vethe

Jordforsk rapport nr. 43/02



## Senter for jordfaglig miljøforskning

**Hovedkontor:**

Fredrik A. Dahls vei 20, 1432 Ås  
Tel. 64 94 81 00  
Fax 64 94 81 10  
Besøksadr.: Saghellingsa, NLH

**Nord-Norge kontoret**

Vågønes forskingsstasjon  
8010 Bodø  
Tel. 75 58 32 22  
Fax. 75 58 80 99

*Tittel:*

Fakta om biologisk avfallsbehandling

*Forfattere:*

Henrik Lystad og Øistein Vethe

<i>Dato:</i> 31. desember 2002	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr.:</i> 3674	<i>Arkiv nr.:</i> 6.02.04
<i>Rapport nr.:</i> 43/02	<i>ISBN-nr.:</i> 82-7467-453-7	<i>Antall sider:</i> 15	<i>Antall vedlegg:</i> 0

*Oppdragsgiver:*

NRF, Norsk Renholdsverksforening

*Kontaktperson:*

Håkon Jentoft

*Stikkord:*

Biologisk avfallsbehandling, kompostering

*Fagområde:*

Biologisk avfallshåndtering

*Sammendrag:*

Rapporten beskriver fakta om biologisk avfallsbehandling. Den omfatter beskrivelse av mengder og regelverk, komposteringsteori og kompostering i praksis samt typisk bruk av kompost.

Rapporten skal danne grunnlag for internettbaserte faktanotater og andre presentasjonsformer i NRF.

Ansvarlig leder

.....  
Øistein Vethe

Prosjektleder

.....  
Henrik Lystad

## Forord

---

Biologisk avfallsbehandling har i dag blitt en etablert del av norsk avfallsbehandling. Et 50-talls komposteringsanlegg er bygget rundt omkring i landet for å ta hånd om matavfallet fra norske husholdninger. Selv om kompostering av organisk avfall ikke er noe nytt i seg selv, er vi nå kommet langt i å resirkulere overskuddet fra vårt matforbruk til noe nyttig. Kompost brukes i dag til gjødsling og jordforbedring i norsk landbruk, til jordproduksjon for å erstatte torv og til jordforbedring i de tusen norske hager. Disse faktaarkene er ment å skulle gi et kort innblikk i kompostering av organisk avfall i Norge med hovedvekt på matavfall fra husholdninger. Dersom du har flere spørsmål omkring kompostering ta kontakt med ditt lokale avfallsselskap eller NRF.

# Innhold

---

1.	Mengder, regelverk og behandlingsalternativer .....	1
1.1.	Mengder .....	1
1.2.	Regelverk .....	1
1.3.	Behandlingsalternativer .....	1
1.4.	Biologiske behandlingsanlegg for våtorganisk avfall i Norge.....	2
2.	Kompostering av organisk avfall .....	3
2.1.	Hva er kompostering? .....	3
2.2.	Kompostering av våtorganisk avfall i Norge .....	5
2.3.	Kompostering og miljø .....	8
3.	Kompostkvalitet og bruk av kompost .....	10
3.1.	Hva er kompost? .....	10
3.2.	Regelverk for bruk av kompost .....	10
3.3.	Kompostkvalitet.....	10
3.4.	Kompostens bruksegenskaper.....	12
3.5.	Miljønytte.....	14

# 1. Mengder, regelverk og behandlingsalternativer

---

## 1.1. Mengder

En statistisk oversikt fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) viser at vi nordmenn i år 2000 kastet 1 452 000 tonn husholdningsavfall i Norge. Av dette var cirka 27,9 % tilsvarende 405 000 tonn matavfall eller våtorganisk avfall. Omregnet til hver innbygger tilsvarer dette cirka 90 kg årlig. I tillegg til våtorganisk avfall fra husholdninger kommer våtorganisk avfall fra næringslivet, totalt utgjør dette ifølge SSB 1 102 000 tonn årlig. Med våtorganisk avfall menes biologisk lett nedbrytbart avfall, deriblant matavfall, fra privat- og storhusholdninger, dagligvareforretninger og næringsmiddelindustri, samt deler av park- og hageavfall.

## 1.2. Regelverk

Gjennom det europeiske deponidirektivet har Norge forpliktet seg til å redusere avfallsmengdene som går til deponi med 75% innen 2010 i forhold til mengdene som ble deponert i 1995. Deponidirektivet retter særlig fokus mot organisk avfall, nærmere definert som biologisk nedbrytbart avfall. En norsk deponiforskrift er vedtatt for å implementere bestemmelsene i deponidirektivet ([www.lovdata.no](http://www.lovdata.no)). Denne forbyr blant annet deponering av våtorganisk avfall. I Norge har miljøvernmyndighetene gjennom fylkesmennene siden 2001 innført et forbud mot deponering av våtorganisk avfall.

Årsaken til at særlig mengdene av våtorganisk avfall til deponier ønskes redusert er at dette avfallet under anaerob nedbrytning (uten luft) fører til dannelse av drivhusgassen metan. Dessuten fører nedbrytningsprosesser i deponiet til at miljøgifter og næringsstoffer gjøres lettløselige og kan transporteres ut av deponiet med sigevannet til grunnvann, vassdrag eller annen resipient.

For å redusere deponering av avfall og stimulere til økt gjenvinning har myndighetene innført en sluttbehandlingsavgift. Denne beregnes på alt materiale som deponeres (egen beregningsnøkkel for avfall som forbrennes) og utgjorde i 2002 320 kr/tonn.

I EU arbeides det med et direktiv for biologisk avfallsbehandling. Denne skal etter planen vedtas i 2004 innenfor rammen av et arbeide for økt jordvern i Europa. Det foreligger et arbeidsutkast til dette direktivet ([http://www.europa.eu.int/comm/environment/waste/biodegradable2\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/environment/waste/biodegradable2_en.pdf)). I henhold til dette utkastet, skal kildesortering av våtorganisk avfall innføres trinnvis i alle kommuner med mulige unntak for storbysentrum og områder med spredt bebyggelse (< 10 innbyggere/km<sup>2</sup>). En innføring av direktivet slik det nå foreligger vil innebære at en rekke kommuner som i dag ikke har kildesortering i Norge må innføre kildesortering og en biologisk behandling av dette avfallet.

## 1.3. Behandlingsalternativer

Det er kommunene som har ansvar for innsamling og behandling av husholdningsavfall i Norge. Til å samle inn og behandle avfallet kan kommunene benytte seg av egne tjenester eller handle disse fra interkommunale eller private foretak.

For å unngå at våtorganisk avfall deponeres kan kommunene velge å forbrenne dette avfallet sammen med annet usortert husholdningsavfall. Dette gjøres i egne avfallsforbrenningsanlegg, der det er vanlig å gjenvinne deler av den energien som frigjøres.

Dersom kommunen velger å materialgjenvinne det våtorganiske avfallet, kan dette gjøres ved å lage kompost av avfallet. Dette gjøres i egne komposteringsanlegg. Det våtorganiske avfallet må da kildesorteres, slik at komposten blir av god kvalitet.

En annen behandlingsmulighet for det våtorganiske avfallet er å behandle det i lukkede tanker, såkalte biogassanlegg. Her dannes biogass, som er en blanding av metan og karbondioksid, og et næringsrikt slam, som kalles råtnerest eller biomasse. Biogassen har et høyt energiinnhold og kan brukes til å produsere varme eller strøm. Råtneresten kan, hvis den er hygienisert, brukes direkte i landbruket som gjødsel/jordforbedringsmiddel eller den kan komposteres til kompost. Et biogassanlegg kan dermed produsere både energi og kompost.

Kommunene kan også åpne for at husholdningene eller borettslag kan kompostere sine egne matrester. I mange kommuner er dette oppmuntret gjennom en reduksjon i avfallsgebyrene og støtte til kjøp av egnet komposteringsbenge. Hjemmekompostering innebærer en ren avfallsreduksjon ettersom matrester ikke blir levert til avfallsinnsamling.

Ved hjemmekompostering produseres kompost som kan brukes i egen hage. For tips omkring hjemmekompostering henvises til hjemkommunen, Miljøheimevernet (<http://www.gronnguide.no/>) og info på Jordforsks hjemmeside (<http://www.jordforsk.no/fagbio/hjemmekompost.htm>).

## Hvilken behandlingsløsning er best?

Skal en sammenligne nytten ved de ulike behandlingalternativene, kan en bruke forskjellige sammenligningsverktøy. Mens rene økonomiske kalkyler kun tar hensyn til de faktiske inntekter og utgifter ved et alternativ, tar samfunnsøkonomisk analyse og livsløpsanalyser også hensyn til såkalte eksterne effekter eller kostnader. I avfallsbehandlingen er dette ofte miljørelevante effekter, som forurensing av luft og vann og forbruk av knappe ressurser. Siden selve avfallsbehandlingen er motivert ut fra ønske om å bevare miljøet er det naturlig også å inkludere samfunnsøkonomiske analyser og livsløpsanalyser til å sammenligne forskjellige avfallsbehandlingsmetoder. Det er gjennomført en rekke slike analyser i Norge og i utlandet. Resultatene av disse peker ofte i forskjellige retninger avhengig av hvilke forutsetninger som legges til grunn. Det er derfor ikke mulig å si at den ene metoden alltid er bedre enn den andre. Flere utenlandske studier har kommet fram til at biogassproduksjon av organisk avfall er det mest samfunnsøkonomiske. For forbrenning og biogassproduksjon er nytten svært avhengig av at energien som produseres blir nyttiggjort. Dette kan være vanskelig mange steder der slike anlegg blir plassert.

## 1.4. Biologiske behandlingsanlegg for våtorganisk avfall i Norge

En undersøkelse gjennomført på vegne av NRF og ORIO i 2001 registrerte 37 komposteringsanlegg i Norge. Disse varierer i størrelse fra små borettslagsanlegg til store industrielle anlegg for behandling av avfall fra hele regioner. Det største anlegget i dag har en godkjent behandlingkapasitet på 28 000 tonn årlig. Ifølge statistikk fra SSB ble 352 000 tonn avfall kompostert i Norge i 2000.

Det finnes kun to anlegg som behandler våtorganisk avfall anaerobt i biogassanlegg. Anaerob behandling er derfor foreløpig ikke beskrevet nærmere her. For informasjon om biogassbehandling anbefales å ta kontakt med GLØR i Lillehammer og Kongsberg Kommune.

## 2. Kompostering av organisk avfall

### 2.1. Hva er kompostering?

*Hva er det vi snakker om når vi sier kompostering? Går det an å definere det bedre enn det som skal til for å lage kompost, og hva er da kompost?*

#### Definisjon på kompostering

Kompostering kan defineres som biologisk nedbryting av organisk avfall under kontrollerte aerobe forhold.

Mange faktorer, ofte interaktive, påvirker prosessen. De viktigste faktorene, som i forholdsvis stor grad kan styres, er temperatur, oksygentilgang og fuktighet.

#### Mikroorganismer gjør jobben

*De hundrevis av millionene med små arbeidsfolk som gjør jobben for oss. Vi må bare legge forholdene til rette for dem.*

Hovedjobben ved kompostering gjøres av bakterier og sopper av mange forskjellige slag. I tillegg kan virvelløse dyr, som meitemark og forskjellige insekter delta i større eller mindre grad.

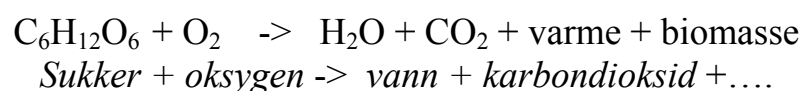


Figur 1. Bilder av bakterier og sopp gjennom mikroskop

Mikroorganismene lever av dødt organisk materiale og nyttiggjør seg dette til egen vekst. På denne måten brytes det organiske materialet ned og føres videre i det naturlige kretsløpet, på samme måte som når et løv fra treet detter ned på bakken om høsten og er borte neste vår.

#### Nedbrytning av organisk materiale

Hvis vi ser litt nærmere på selve nedbrytningsprosessen kan vi ta utgangspunkt i glukose (sukker). Vi har her følgende forenklede kjemiske ligning:



Nedbrytningen av det organiske materiale gir overskudd av energi. Mikroorganismene bruker deler av denne energien til å bygge opp egen biomasse (vekst og formering). En god del

frigjøres imidlertid i form av varme. Ser man på hele komposteringsforløpet under ett og antar at biomassen forblir noenlunde konstant, betyr det at all frigjort energi slippes ut i form av varmeenergi.

## Mikroorganismenes behov

Mikroorganismene trenger næringsstoffer for å leve og formere seg. Størst er behovet for karbon. I tillegg trengs nitrogen og sporstoffer til oppbygging av cellene. All denne næringen finnes i avfallet. Mikroorganismene har svært varierende ønsker for å skulle trives. I tillegg til næringsstoffer trenger de fleste organismene oksygen, disse kalles aerobe. Noen klarer seg også uten oksygen, mens andre igjen ikke tåler oksygen. De siste kalles anaerobe organismer. Noen liker det svært kaldt, mens andre kan leve under svært varme forhold. Andre faktorer som vanninnhold, pH og tilgang på næringsstoffer spiller også en stor rolle. I tabellen nedenfor er noen typiske behov for bakterier, strålebakterier og sopp listet opp.

Tabell 1. Noen typiske behov og karakteristika for mikroorganismer i kompost

Parameter	Bakterier	Strålebakterier (Actinomyceter)	Sopp
Substratvalg	Lettnekbrytbare stoffer	Mindre lettnekbrytbare stoffer	Mindre lettnekbrytbare stoffer
Oksygenkrav	Minimale (både aerobe og anaerobe)	Høyt O <sub>2</sub> -nivå	Høyt O <sub>2</sub> -nivå
pH-område	6-7,5 ned til 4 for syrebakterier	6-8	5,5-8
Betydningen av mekanisk bearbeiding	Stort sett positivt	Negativt	Negativt
Normal betydning for prosessen	80-90%	< 10 %	< 10 %
Ønsket fuktighet	Fuktig	Tørrere	Tørrere
Temperatur	Opptil 75°C, Størst aktivitet ved ca. 65°C	Opptil 70°C Størst aktivitet ved lavere temperatur	Opptil 60°C Størst aktivitet ved lavere temperatur

## De ulike trinnene i komposteringsprosessen

I en typisk komposteringsprosess snakker vi gjerne om de forskjellige fasene. Normalt deles prosessen inn i tre faser etter hvordan temperaturen i massen endrer seg.

### 1. Startfase (lag-fase)

I startfasen er temperaturene ennå relativt lave, opp til omtrent 45°C. Mikroorganismene omstiller seg til forholdene og det foregår en sterk vekst i antall organismer, men også en selektering i forhold til hvilke organismer som overlever kampen om matfatet. Startfasen kan vare fra under ett døgn til over en uke, avhengig av forholdene.

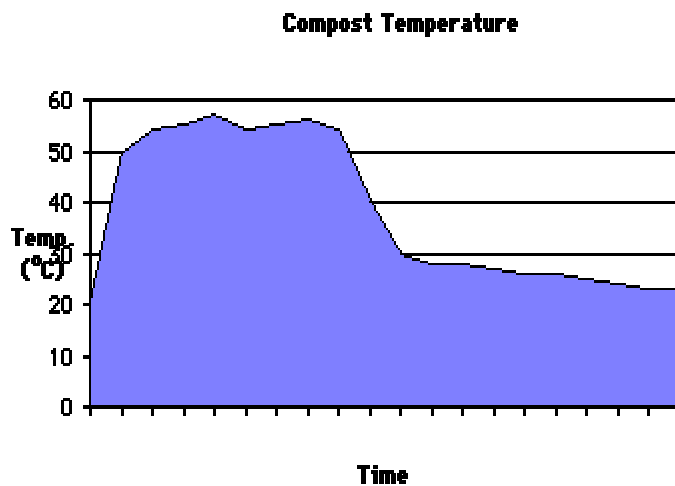
### 2. Varmkomposteringsfasen

Denne fasen kjennetegnes av temperaturer over 45°C. Den høye temperaturen har gjort at det nå kun er såkalte termofile (varmeelskende) mikroorganismer som er aktive. Det er mest bakterier som er aktive i denne fasen. Disse bryter ned de stoffene i avfallet som er lettest nedbrytbare (sukker, proteiner og fett). Den høye temperaturen kombinert med lettnekbrytbare stoffer gjør at nedbrytningen foregår raskt. Stiger temperaturen vesentlig over 60°C inaktiveres flere arter og artsvariasjonen faller.

### 3. Modningsfasen

Etter at de lettest nedbrytbare stoffene er brutt ned, går mikroorganismene løs på de litt tyngre nedbrytbare stoffene, som cellulose og tyngre fett- og oljestoffer. Nå er det gjerne sopper og strålebakterier som er mest aktive. Siden materialet er vanskeligere å bryte ned reduseres varmeoverskuddet og temperaturen faller ned igjen til under 45°C.

Modningsfasen kan ta lengre tid enn varmkomposteringsfasen, og kan være litt vanskelig å avgjøre når den er avsluttet (se kap. 3.3). Begrepet modning passer derfor godt til denne fasen av komposteringsprosessen.

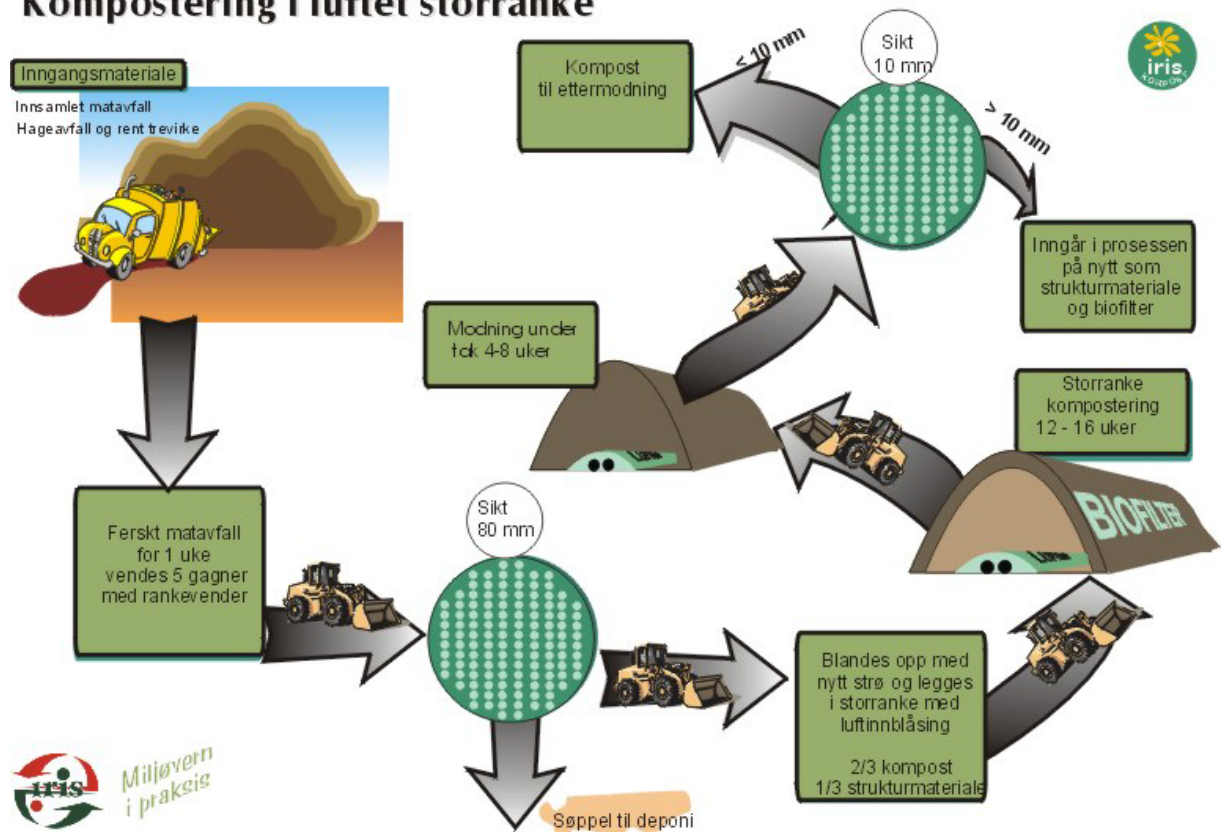


## 2.2. Kompostering av våtorganisk avfall i Norge

### Oppbyggingen av et typisk norsk komposteringsanlegg

Fra avfallet oppstår til komposten er ferdig er en lang prosess som omfatter alt fra kildesortering til transport og til slutt selve komposteringen i et komposteringsanlegg. Figur 2 viser en skisse over strømmen gjennom et typisk norsk komposteringsanlegg. Skissen viser anlegget i Bodø, som drives av Interkommunalt Renovasjonsselskap i Salten (IRIS).

## Kompostering i luftet storranke



Figur 2. Oppbygging av et norsk komposteringsanlegg (hentet fra IRIS)

### Innsamling og transport

Komposteringen begynner allerede under kjøkkenbenken. Som en biologisk prosess starter komposteringen egentlig opp idet matavfallet legges oppi avfallsbeholderen under kjøkkenbenken (noen ganger merker vi at denne nedbrytningen starter før det også). Kommunen, som har ansvaret for innsamling av husholdningsavfall, har lagt ut informasjon om hva som kan kastes til kompostering. Fraksjonen har flere navn, noen steder heter den bioavfall, andre steder matavfall osv. Generelt er det viktig at det kun er komposterbart eller biologisk nedbrytbart avfall som kastes i denne fraksjonen. Det betyr at alt matavfall kan kastes, inkludert kjøtt, fisk, kaffegrut, våtpapir, fruktskall og eggesskall. Også papir kan kastes, noen ganger kan dette for eksempel gjøre nytte til å samle opp eventuell fuktighet i beholderen. I noen kommuner oppfordres husholdningene også til å kaste bleier sammen med matavfallet. Dette gjøres av hensyn til innsamling og hygiene og ikke fordi bleiene er ønsket i komposten. Kommunen leverer ofte ut egne poser til å samle matavfallet. Posene er ofte av papir eller av biologisk nedbrytbar plast. Dette er plast som kan komposteres slik at platen forsvinner.

Plast, tekstiler, metaller og annet ikke-nedbrytbart avfall skal ikke kastes sammen med matavfallet når dette skal komposteres! Dette gir problemer i komposteringsanlegget og kan føre til at komposten får en dårlig kvalitet.

I Norge er det vanlig med henteordning for matavfall. Det betyr at renovasjonsbilen henter avfallet med visse mellomrom. Til dette benyttes egne biler, slik at ikke matavfallet blir forurenset av restavfallet (annet avfall). Dersom samme biler brukes til å hente restavfall har sjåføren rutiner for tømning og renhold slik at avfallet ikke blandes sammen. Det finnes også såkalte tokammer-biler, der flere fraksjoner kan hentes samtidig uten at disse blir blandet.

### Forbehandlingen

For å gjøre matavfallet best mulig egnet for kompostering, må avfallet forbehandles. Dersom avfallet ankommer i poser må disse åpnes og større matrester må deles ned slik at

nedbrytningen går fortere. Dette gjøres maskinelt i poseåpnere og kverner. Ofte er det vanlig å sikte ut store partikler i denne operasjonen. Matavfallet kan inneholde fremmedlegemer som plast og andre gjenstander som ikke lar seg kompostere. Ved å sikte avfallet i forbehandlingen tas fremmedlegemene ut før kompostering.

I forbehandlingen blandes også inn strukturmateriale. Dette gjøres fordi matavfallet som regel er for vått og tett til å kunne kompostere effektivt. Et grovt og gjerne tørt strukturmateriale som hageavfall, treflis eller bark bidrar til at avfallsblandingen blir porøs slik at luft kan slippe inn og karbondioksid ut. Tørrstoffinnholdet i blandingen før komposteringen starter ligger ofte på vel 40%.

### **Intensivbehandlingen**

Det er i intensivbehandlingen at hoveddelen av komposteringen foregår. Som vist i Figur 2, kan den raske nedbrytningen av de lett nedbrytbare forbindelsene i avfallet føre til at temperaturen kan komme opp i 65°C og høyere. I intensivfasen er det normalt bakterier som gjør hovedjobben.

Den klassiske måten å ordne en kompostering utendørs er å legge opp avfallet i såkalte trekantranker. Formen på rankene og den høye temperaturen i midten av ranken gjør at ranken får en automatisk luftsirkulasjon, tilsvarende skorsteinseffekten når man fyrer i peisen. For å sikre en best mulig prosess og at utslipp til ytre miljø blir minst mulig har flere anlegg i dag flyttet intensivbehandlingen innendørs. Slike anlegg er som regel utstyrt med automatisk temperaturkontroll, lufting og vending av massen. På denne måten spares også mye av arbeidsbehovet under komposteringen.

Den raske nedbrytningsprosessen gjør at komposten produserer store mengder varmeenergi. I tillegg til å varme opp komposten bidrar denne energien til at store mengder vann fordampes. Denne vandampen forlater komposten, noe man ofte kan se når komposten vendes. For å optimalisere komposteringsprosessen er det derfor et utgangspunkt å sørge for at mest mulig energi kan forlate komposten på kortest mulig tid. En viss uttørking av komposten er ofte bare en fordel. Matavfallet inneholder imidlertid så mye energi at komposten normalt vil tørke ut som følge av den høye temperaturen hvis den ikke tilføres vann underveis.

### **Etterbehandling**

I etterbehandlingen skal komposten modnes. Her overtar ofte sopp og strålebakterier den jobben som bakterier har gjort i intensivbehandlingen. Disse liker ikke at komposten bearbeides mekanisk for ofte og dette er heller ikke lenger nødvendig. Derfor legges etterbehandlingen ofte i større hauger og ranker. Noen har også denne fasen av behandlingen innendørs for å sikre nok tilgang på luft og at ikke for mye nedbør gjør det vanskelig å sikte den ferdige komposten.

Komposten siktes for å skille større biter fra resten av komposten. Ferdig kompost er ofte siktet på 10-20 mm, men andre siktestørrelser kan forekomme. Sikteresten, som ofte består av trebiter fra strukturmaterialet og plast, kan deponeres eller ved hjelp av en vindsikter kan plaststoffene skilles fra slik at resten kan brukes om igjen som strukturmateriale. Gjenbruk av sikterest kan være en fordel fordi man på den måten får podet inn de mikroorganismene man ønsker i begynnelsen av prosessen.

### **Hygienisering**

Kompost er et levende produkt. På lik linje med vanlig jord inneholder kompost et stort antall mikroorganismer. De aller fleste av disse er ønskelige og ikke skadelige. Imidlertid kan det hende at smittestoffer følger med avfallet som kommer inn til et komposteringsanlegg. Det er viktig at komposteringsprosessen er i stand til å ta knekken på disse smittestoffene. Heldigvis er de aller fleste patogener for mennesker, dyr og planter ikke tilpasset et liv ved temperaturer på over 55-60°C over lengre tid. Gjødelseloveforskriften (kap. 3.2) stiller krav til innhold av smittestoffer.

## 2.3. Kompostering og miljø

Hensikten med kompostering er å bevare ressursene i avfallet og redusere miljøbelastningen fra avfallet. Selv om kompostering kan være egnet til å nå dette målet er det ikke til å unngå at kompostering påvirker det ytre miljø på noen områder. Det er derfor viktig at disse miljøbelastningene holdes på et lavest mulig nivå.

### Utslipp til luft

I komposteringsprosessen omdannes vanligvis oksygen sammen med organisk avfall til forskjellige nedbrytningsprodukter, vann og karbondioksid. Karbondioksidet er en drivhusgass, men regnes som drivhusnøytral ettersom kilden til gassen er organisk materiale som er en fornybar ressurs.

Ofte foregår nedbrytningsprosessen litt annerledes enn den klassiske ligningen (side 3). Selv om det er tilstrekkelig med oksygenrik luft tilstede i komposten kan det ta for lang tid til at denne når inn til alle steder der den trengs. Det fører til anaerobe prosesser, der andre stoffer enn oksygen brukes som såkalt elektronakseptor. Anaerobe prosesser kan føre til dannelse av en rekke nedbrytningsprodukter, som kan gi dårlig lukt. De fleste kjenner lukten av råtne egg, som kommer fra hydrogensulfid ( $H_2S$ ). Andre stoffer kan være ammoniakk, organiske syrer og alkoholer, dimetylsulfider og merkaptaner. Felles for disse er at de ofte oppstår under anaerobe forhold.

Det er derfor viktig å holde komposteringsprosessen aerob (nok tilgang på oksygen). Noe lukt må en imidlertid regne med at siver ut fra en komposteringsprosess. Større anlegg har derfor ofte valgt å rense luften fra den mest luktbelastende delen av virksomheten. Luftrensing foregår normalt i såkalte scrubbere og i biofiltre. En scrubber er et vannbasert renseanlegg der luften passer gjennom vann og hvor luktpartiklene tas opp i vannet. I et biofilter passerer luften et filtermedium der mikroorganismer fanger opp og lever av de luktende stoffene. En kombinasjon av de to renseløsningene er ikke uvanlig.

### Utslipp til vann

Matavfallet kan være ganske vått, et fuktinnhold på rundt 70% er ikke uvanlig. Ved vanlig nedbrytning av organisk materiale produseres noe vann (se ligning side 3). Imidlertid forsvinner store mengder vann etter hvert som temperaturen stiger og energien forlater komposten i form av vanndamp og sett under ett er derfor komposteringsprosessen netto forbruker av vann.

I begynnelsen av prosessen kan det imidlertid oppstå prosessvann eller sigevann. Dette kan være svært næringsrikt, nærmest som en suppe. Det er derfor viktig å ta hånd om og rense dette vannet. Ved utendørs anlegg kan mengden sigevann bli høyere som følge av nedbør. Sigevannet blir da normalt fortynnet, men vil allikevel være så næringsrikt at det må tas hånd om.

### Avfall ved kompostering

Selv om kompostering er en avfallsbehandlingsmetode som omgjør avfall til et nyttig produkt, kompost, kan det oppstå avfall ved denne prosessen.

Fremmedlegemer som plast, stein, glass, tekstiler og andre ting hører ikke hjemme i komposten. Allikevel finner komposteringsanleggene stadig slike gjenstander i matavfallet som kommer fra husholdningene. Fremmedlegemene må siktes ut av komposten. Litt avhengig av når i prosessen og hvordan dette gjøres, kan mengden avfall som ikke lar seg gjenvinne variere (fra 2-3% til over 20%).

## **Energiforbruk**

Selv om biologisk nedbrytning av organisk avfall er en såkalt eksoterm prosess, det vil si at den gir overskudd av energi, så må komposteringsanleggene normalt tilføre noe energi i prosessen. Dette skyldes at varmen som oppstår i komposteringen vanskelig kan nyttiggjøres. Energien som tilføres er i form av drivstoff ved enkle utendørs anlegg, vifter til innblåsing av luft i komposten og til ventilasjon av lukkede anlegg. Det siste er gjerne det mest energikrevende. Et vanlig måltall for energiforbruk fra lukkede anlegg er ca. 50 kWh/behandlet tonn avfall, men dette vil variere veldig fra anlegg til anlegg.

## **Helsefare fra kompostering?**

Helsefare i forbindelse med komposteringsanlegg er det gjort en del forskning på i utlandet. Utslipp fra komposteringsanlegg blir ikke ansett for å utgjøre noen helsefare for omgivelser, selv for relativt nære naboer. Dette gjelder selv om komposten kan slippe ut sporstoffer fra mikroorganismer som i visse konsentrasjoner kan være helsefarlige. Stoffene spres og fortynnes imidlertid så fort at eventuelle konsentrasjoner hos f.eks. naboer blir svært små.

## 3. Kompostkvalitet og bruk av kompost

---

### 3.1. Hva er kompost?

**Kompost** er det produktet du sitter igjen med etter en komposteringsprosess som beskrevet foran. Kompostens kvalitet og bruksegenskaper vil kunne variere relativt mye, hovedsakelig utfra hvilke råvarer som er benyttet, hvilken komposteringsmetode som er valgt og hvor lang tid komposteringen har foregått.

En **definisjon** av kompost som kan være hensiktsmessig for å favne de viktigste karakteristika ved en avfallskompost kan være:

*Det stabiliserte og hygieniserte produktet av en komposteringsprosess som har positiv effekt på plantevekst. Den har gjennomgått en initiell rask fase av nedbrytning, og er inne i en humifiseringsprosess.*

Her fokuseres det på at komposten skal være tilfredsstillende hygienisert for å unngå mulig smittespredning, og at den skal ha en viss stabilitet for å unngå bl.a. luktproblemer ved lagring og bruk. Samtidig påpekes det at i en kompost stadig vil være biologisk aktivitet over lang tid (humifisering). Et grunnleggende kjennetegn for en kompost er at den har positiv effekt på plantevekst, forutsatt riktig bruk.

### 3.2. Regelverk for bruk av kompost

Bruk av kompost reguleres først og fremst av bestemmelser i forskrift om handel med gjødsel- og jordforbedringsmidler m.v. (Gjødselvareforskriften) som forvaltes av Statens landbrukstilsyn. <http://www.lovdatabank.no/for/sf/ld/ld-19980528-0562.html> Spesielt forskriftens Vedlegg 8 angir kvalitetskriterier, dokumentasjonskrav og bruksbegrensninger som fra myndighetenes side er ansett som nødvendige for å sikre at bruk av avfallskompost foregår innen helse- og miljømessig forsvarlige rammer. Det foreligger nå et forslag til forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav som innebærer en samordning av gjødselvareforskriftens bestemmelser med slamforskriften og husdyrgjødselvorskriften. Når denne trer i kraft, vil det være et samordnet og i størst mulig grad felles regelverk for bruk av kompost, slam og husdyrgjødsel.

All kompost som omsettes i Norge, må tilfredsstillende strenge kvalitetskrav som dokumenteres kjemisk og mikrobiologisk før produktene registreres hos Statens landbrukstilsyn.

Komposteringsanleggene er pålagt internkontroll og må kunne dokumentere for Landbrukstilsynet at kompostkvalitet sikres gjennom hele produksjonsprosessen. All registrert kompost har varedeklarasjon med nødvendig informasjon om produktet og bruken av dette. Det er produsenten som står ansvarlig for at opplysningene på varedeklarasjonen stemmer med produktets faktiske egenskaper og bruksmuligheter.

### 3.3. Kompostkvalitet

Siden både råvarer og komposteringsmetode og –varighet kan variere, vil også kompostens næringsinnhold, konsistens og egenskaper for øvrig kunne variere en god del. Typiske variasjonsområder for **næringsinnhold** og noen **andre viktige kvalitetsparametre** er angitt i følgende tabell.

Behandlingstiden kan påvirke næringsinnholdet i komposten (særlig innhold av nitrogen), men har større betydning for tilgjengeligheten av næringsstoffene og kompostens stabilitet og **modenhet**. Med stabilitet menes biologisk stabilitet, noe som først og fremst avhenger av restinnholdet av lett nedbrytbart organisk materiale i komposten, og sier noe om graden av biologisk nedbrytning av organisk materiale som stadig kan foregå i den.

Tabell 2. Typiske variasjonsområder for kompost fra våtorganisk avfall

	Parameter	Innhold
Typiske variasjonsområder for en del viktige egenskaper ved kompost	Organisk materiale	40 – 70 %
	pH	7,0 – 8,0
	Nitrogen (N-total)	0,6 – 3,3 %
	Fosfor (P-tot)	0,2 – 0,6 %
	Kalium (K-tot)	0,4 – 1,8 %
	Kalsium (Ca-tot)	2,0 – 3,5 %
	Magnesium (Mg-tot)	0,2 – 1,1 %

Som nevnt foran, medfører nedbrytning av organisk materiale forbruk av oksygen, frigjøring av energi (temperaturøkning) og dannelse av ulike organiske forbindelser som mellomprodukter i nedbrytningsprosessen. Graden av stabilitet vil derfor ha stor betydning for kompostens egenskaper både ved lagring og bruk. En lite stabil kompost vil lett kunne skape anaerobe forhold, luktproblemer og avrenning ved lagring, og veksthemming ved bruk.

#### **Hvordan måle stabilitet i kompost?**

Kompostens stabilitet kan måles og angis på flere måter, ved bruk av både direkte og indirekte metoder. Måling av respirasjonsaktivitet (CO<sub>2</sub>-produksjon eller O<sub>2</sub>-forbruk) gir et direkte mål på den biologiske aktiviteten i komposten slik at en lav aktivitet kjennetegner en stabil kompost. Avhengig av metodikk, kan dette uttrykkes som absolutte tall eller som indekser. Kompostens evne til selvoppvarming er et mer indirekte mål på stabilitet og angis i stabilitetsgrad eller Rottegrad (ty: Rotte=utråtning), med skala fra I til V, der Rottegrad V er den mest stabile. Metoden er relativt enkel og kostnadseffektiv og brukes i stor utstrekning i dag. I tillegg finnes flere kjemiske metoder som gir et mer eller mindre entydig mål på stabilitet. Det finnes også hurtigtester, (som bl.a Solvita-test) som kan gi mulighet til å følge opp komposteringsprosessen og gi svar samme dag som testen startes.

Kompost med stabilitet tilsvarende Rottegrad V kan brukes til de fleste formål uten at den biologiske aktiviteten i komposten kan forventes å medføre noen spesielle problemer. Bruk av større mengder kompost i for eksempel jordblandinger forutsetter en stabilitet tilsvarende Rottegrad V, men også Rottegrad IV vil som oftest være forenlig med de fleste bruksområder der komposten brukes i mindre mengder som i jordforbedringsmiddel og gjødsel. Dersom det er ønskelig med best mulig utnyttelse av gjødselstoffene i komposten, vil det normalt være fordelaktig med en noe mindre stabil kompost (tilsvarende Rottegrad II og III) forutsatt at det brukes relativt små mengder med næringsrik kompost. Generelt sett vil fersk kompost (lav stabilitet) ofte ha et noe høyere nitrogeninnhold med mer direkte plantetilgjengelighet enn mer stabilisert kompost.

Avfallskompost inneholder også **uønskete stoffer og urenheter** i større eller mindre grad, avhengig av råstoffkvalitet og behandlingsopplegg på komposteringsanlegget. Innholdet av **tungmetaller** i en kompost er dels et resultat av et generelt bakgrunnsnivå i råvarene som naturlig inngår i komposten (matavfall, annet våtorganisk avfall og strukturmateriale), og dels et resultat av manglende utsortering av forurensende avfallsfraksjoner og bruk av forurensete strukturmaterialer. For å sikre at bruk av kompost ikke medfører uønsket belastning av tungmetaller på dyrka mark og andre jordarealer, har myndighetene satt grenser for innhold av tungmetaller i kompost (Tabell 3) som er kombinert med visse begrensninger i bruksområder og -mengder. Dette innebærer bl.a. at kompost minst må tilfredsstillende klasse II for å kunne brukes på jordbruksarealer. Jo mindre forurenset komposten er, desto større mengder kan brukes pr arealenhet, slik at klasse II kan brukes i inntil 2 tonn TS/dekar/10 år, mens en kan bruke det dobbelte av klasse I kompost. Klasse 0 kompost kan benyttes i mengder som er agronomisk riktig uten noen særskilte begrensninger på grunn av

tungmetallinnholdet. Klasse III kompost kan bare benyttes på grøntarealer der det ikke produseres mat- eller fôrvekster.

Tabell 3. Grenseverdier for tillatt innhold av tungmetaller etter forslaget til ny samordnet forskrift og gjennomsnittlige verdier i norsk kompost fra våtorganisk avfall (Lystad, 2002)).  
Enhet: mg/kg TS.

Kval. kl. Tungmet.	0	I	II	III	Middelverdier fra norske anlegg år 2000 (n=13)
Cd	0,4	0,8	2	5	0,62
Pb	40	60	80	200	25
Hg	0,2	0,6	3	5	0,19
Ni	20	30	50	80	9,2
Zn	150	400	800	1500	282
Cu	50	150	650	1000	66
Cr	50	60	100	150	22

Tabell 3 viser noen data på tungmetallinnholdet i prøver fra 13 norske komposteringsanlegg som behandler våtorganisk avfall. Generelt kan en si at hovedtyngden av norsk kompost tilfredsstillende kvalitetsklasse I. En del kompost tilfredsstillende de strengeste kravene (klasse 0), men særlig for elementene kadmium, sink og kobber, vil det ofte være vanskelig å oppnå klasse 0-kvalitet.

Det finnes ikke tilsvarende grenseverdier for innhold av **organiske miljøgifter** i kompost, men generelle bestemmelser om at innholdet skal være så lavt at det ikke forventes å utgjøre noe helse- eller miljømessig problem ved bruk av komposten. De relativt begrensede undersøkelser som gjort i Norge, viser at innholdet generelt sett er lavt, både i forhold til innholdet i avløps slam og i forhold til de grenseverdier som finnes i noen andre land. Flere av de aktuelle stoffene i denne kategorien brytes ned i løpet av komposteringsprosessen, og ved å ha tilfredsstillende god kontroll på råstoffsidene, bør ikke organiske miljøgifter utgjøre noe problem i vanlig avfallskompost.

I våtorganisk avfall fra privathusholdninger, storhusholdninger og næringsmiddelindustri vil det kunne forekomme ulike **smittestoffer** for planter, dyr og mennesker. Husdyrgjødsel og bedervede næringsmidler kan inneholde smittestoffer for dyr og mennesker, mens planteavfall kan inneholde plantepatogener. Særlig dersom det inngår bleier i det våtorganiske avfallet som skal komposteres, vil det kunne forekomme tarmbakterier. Avfall med særlig høy smitterisiko (for eksempel kadavre og deler av slakteavfall) skal i følge lovverket destrueres og ikke inngå i kompost.

Gjødselvarselsforskriften setter krav til den hygieniske kvaliteten på kompost. Høye temperaturer, lang eksponeringstid og miljøpåvirkninger for øvrig i komposteringsprosessen tar normalt knekken på smittestoffene i avfallet.

### 3.4. Kompostens bruksegenskaper

En komposts bruksegenskaper vil være avhengig av flere forhold der særlig innhold av organisk materiale, næringsinnhold, stabilitet og konsistens er viktig. Siden disse forholdene kan varieres en del i ulike kompostprodukter, vil det også være variasjon i hvilke egenskaper som må vektlegges ved bruk.

Eksempelvis må en først og fremst vektlegge de jordforbedrende egenskapene ved bruk av en kompost med et høyt innhold av stabilt organisk materiale og begrenset innhold av næringsstoffer (N, P, K m.v.). Forutsatt egnet konsistens og finhetsgrad, vil en slik kompost også ha gode egenskaper som del av en jordblanding eller dyrkingsmedium. Høyt innhold av næringsstoffer, spesielt når det er kombinert med relativt lav stabilitet, tilsier at gjødseleffekten må vektlegges ved bruk, og at dermed mengde næringsstoffer (først og fremst nitrogen) bestemmer bruksmengde.

En kompost vil som oftest ha et såpass høyt innhold av organisk materiale at den har viktige jordforbedrende egenskaper. Kompost tilført mineraljord bidrar generelt til bedre jordstruktur, lavere erosjonsrisiko, økt porevolum, bedre vannhusholdning i jorda, høyere kationbyttekapasitet og økt biologisk aktivitet. Innhold av organisk materiale i jord er generelt en viktig indikator på jordkvalitet, og bruk av kompost kan være en viktig faktor i denne sammenhengen.

Kompost kan også være en betydelig kilde for plantenæringsstoffer (se Behandlingstiden kan påvirke næringsinnholdet i komposten (særlig innhold av nitrogen), men har større betydning for tilgjengeligheten av næringsstoffene og kompostens stabilitet og **modenhet**. Med stabilitet menes biologisk stabilitet, noe som først og fremst avhenger av restinnholdet av lett nedbrytbart organisk materiale i komposten, og sier noe om graden av biologisk nedbrytning av organisk materiale som stadig kan foregå i den.

Tabell 2). En del av næringsstoffene foreligger i plantetilgjengelig form, resten er bundet i ulike organiske forbindelser. Næringsstoffene i kompost er derfor ikke så raskt tilgjengelig for plantene som mineralgjødning, på den annen side vil komposten kunne avgis næringsstoffer flere år etter spredning.

Balansen mellom de ulike hovednæringsstoffene i en kompost er sjelden i samsvar med plantenes behov. Dersom kompost tilføres utfra plantenes fosforbehov, vil imidlertid plantene normalt tilføres nok av alle næringsstoffer med unntak av nitrogen.

For å kunne beregne hvor mye plantetilgjengelig nitrogen som tilføres med komposten, må en vite hvor mye av nitrogeninnholdet som foreligger i mineralsk form ( $\text{NH}_4$  og  $\text{NO}_3$ ). Resten vil foreligge som organisk bundet nitrogen. En enkel tommelfingerregel er da at alt det mineralske og 10 % av det organisk bundne nitrogenet vil være tilgjengelig første år. Tilgjengeligheten av de andre næringsstoffene vil normalt være opp mot 100 %.

Den typiske avfallskompost har som oftest et innhold og sammensetning som gjør det naturlig å betegne den som et jordforbedringsmiddel med en viss gjødseleffekt, alternativt organisk gjødning med jordforbedringseffekt.

I Norge omsettes kompost som gjødning utfra hovedvirkning (jf. Gjødningens forskriften), og er klassifisert som. Produktet kan kjøpes/omsettes som

- ◆ "jordforbedringsmiddel"
- ◆ "organisk gjødning" / "organisk gjødning med jordforbedrende virkning"
- ◆ "dyrkingsmedium", spesielt som del av jordblandinger

Kompost kan også ha verdifulle egenskaper i forhold til å hemme angrep av visse plantesykdommer. Dessuten kan spesielle kvaliteter eller fraksjoner av kompost ha egenskaper som gjør den egnet til jorddekkingformål.

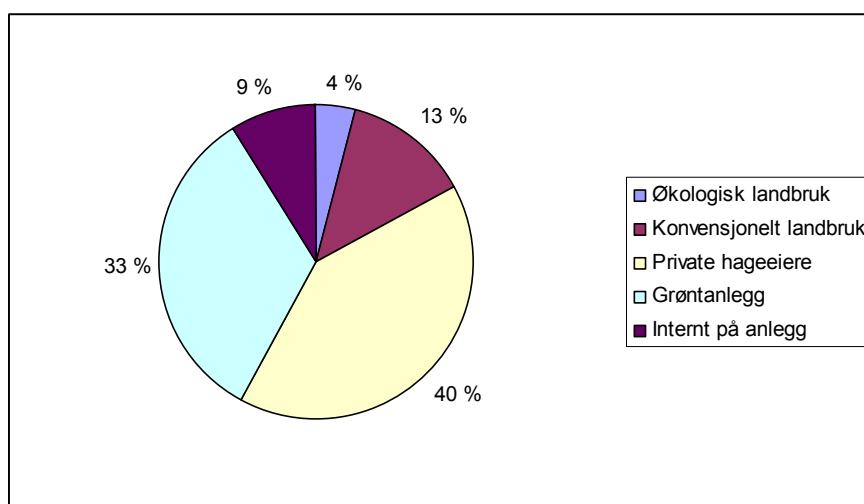
### **Bruksområder for kompost**

Avhengig av den aktuelle kompostens bruksegenskaper, finnes det en lang rekke bruksområder for kompost. Tabell 4 gir en skjematisk oversikt over dette.

Bruk av kompost ble undersøkt i en spørreundersøkelse til norske kompostanlegg i 2001. Undersøkelsen som gjaldt for år 2000 viste at nesten halvparten (40%) av den produserte komposten ble omsatt til private abonnenter (hageeiere), mens om lag 33% ble brukt i grøntanlegg og bare 17% i landbruket (Figur 3).

Tabell 4. Aktuelle bruksområder for produkttyper basert på kompost

Bruksegenskaper→ Bruksområde↓	Organisk gjødsel	Jordforbedringsmiddel	Dyrkingsmedium og jordblanding	Jorddekkingsmiddel
Landbruk	X	X		
Økologisk landbruk	X	X		
Hagebruk	X			X
Gartneri			X	
Anleggsgartnere			X	X
Private hageeiere	X	X	X	X
Idrettsanlegg		X	X	
Revegetering			X	



Figur 3. Bruk av kompost i Norge år 2000 (Lystad, Jordforsk-rapport 72/02)

### Bruksanbefalinger

Spesifikke anbefalinger om bruk av kompost (mengder, formål, spredetidspunkt osv.) vil avhenge av kvaliteten på det enkelte produkt. Det er opp til leverandøren av kompostproduktet å gi dette.

## 3.5. Miljønytte

Bruk av kompost kan gi en rekke nytteeffekter som ikke er direkte relatert til dens bruksegenskaper. Et viktig utgangspunkt er at bruken medfører resirkulering av næringsstoffer og resirkulering av avfallsressurser, og at en unngår negative miljøeffekter av annen disponering, for eksempel utslipp av klimagasser og sigevann fra deponier, og utslipp fra forbrenning.

Bruk av kompost på erosjonsutsatte jordbruksarealer kan gi en betydelig erosjonshindrende effekt. Tilførsel av organisk materiale til jorda gjennom jevnlig bruk av kompost på mineraljord, vil gi en oppbygging av humusinnholdet i jorda over tid. Dette innebærer at en betydelig mengde karbon bindes i jorda og tilsvarende mindre tilførsel av klimagasser (CO<sub>2</sub>)

og metan) til atmosfæren. Når kompost brukes i jordblandinger og vekstmedium erstatter den torv, som er en begrenset ressurs. Bruk av kompost som alternativ til forbrenning og deponering kan derfor også gi et positivt bidrag til klimagassregnskapet.