

# Madaffald

---

*Elevmateriale  
Med tekster og øvelser*

---

# Indhold

## 1

Introduktion til madaffald.....	3
Hvad er madaffald?.....	3
Hvorfor arbejde med madaffald?.....	3

## 2

Kompost og gødning.....	4
Hvilke næringsstoffer har planterne brug for?.....	5
Hvordan fungerer kompostering?.....	6

## 3

Biogas.....	7
Hvordan laves biogas?.....	8
Er biogas bæredygtigt?.....	9

## 4

Hvad kan man gøre?.....	11
Øvelse 1: Makronedbrydere og nedbrydning.....	11
Øvelse 2: Forbrænding af metan.....	12
Øvelse 3: Lav jeres eget biogasanlæg.....	13
Øvelse 4: Lav din egen kompost.....	15



Udarbejdet af  
Afdelingen for Bæredygtig Udvikling i Københavns Kommune  
Med støtte fra  
Forskningens Døgn under Uddannelses- og Forskningsministeriet  
Layout og illustrationer  
Stine Engels / [www.stineengelsdesign.com](http://www.stineengelsdesign.com)

# Klima på menuen: Madaffald

Kære elev

Du har klikket dig ind på temaet om madaffald. Godt valg! Madaffald er et rigtig spændende emne indenfor temaet klimaforandringer. Hvis vi udnytter madaffaldet rigtigt, rummer det nemlig et potentiale for reduktion af drivhusgasser. Men hvordan det? Det vil vi forklare i dette temahæfte.

I Danmark smider vi rigtig meget affald ud hvert år – gennemsnitligt smider vi 447 kg affald ud per dansker<sup>1</sup>. Vi er faktisk det land i EU, som producerer allermost affald<sup>2</sup>. En stor del af affaldet kan genanvendes, hvis det behandles rigtig. Måske har du hørt, at gammel plastik kan smeltes om til nyt. Men også madaffaldet udgør en vigtig ressource, som kan udnyttes bedre, hvis vi sorterer det fra. En analyse fra Miljøstyrelsen (2012) viser, at ca. 41 % af alt affald fra husholdninger (hjemmene) er madaffald<sup>3</sup>. Det er altså nogle ret store mængder af madaffald, som potentielt kan udnyttes bedre. Men hvordan så det?

Mad indeholder masser af energi og næring – det er derfor, vi mennesker spiser det. Men den energi og næring kan også udnyttes på andre måder end i den menneskelige fordøjelse. Fx kan det madaffald, som ikke kan spises, omdannes til at lave til biogas, der kan bruges til el, varme og brændsel. Og det materiale, der er tilbage efter biogasproduktionen, kan laves til organisk gødning (kompost). Hvert ton madaffald giver op mod 80m<sup>3</sup> biogas og 350kg organisk gødning<sup>4</sup>. Det, og meget mere, vil du lære mere om i dette temahæfte.

Nu skal du møde forskeren Jens Bo Holm-Nielsen, der til dagligt arbejder med biogas og affald. Han vil fortælle om sit forskningsfelt og præsentere dig for nogle af de spørgsmål, han selv prøver at besvare gennem sit arbejde. Måske har du efter at have læst dette hæfte selv lyst til at arbejde videre med nogle af de spørgsmål? Eller måske kommer du selv på nogle andre spørgsmål undervejs?

God læselyst!



1 Regeringen (2013): Danmark uden affald.  
2 [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal\\_waste\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics) (2019).  
3 Miljøstyrelsen (2013): Fakta om dit og Danmarks affald.  
4 Miljøstyrelsen (2013): Fakta om dit og Danmarks affald.

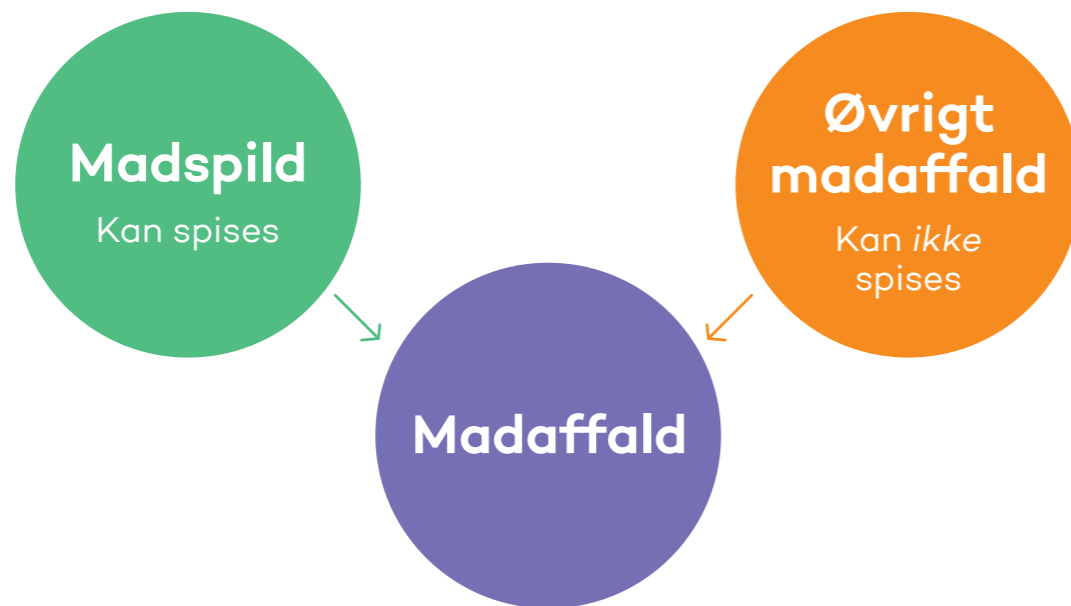
# 1 Introduktion til madaffald

Hvad er egentlig madaffald, og hvorfor skal vi overhovedet arbejde med det? Det får du svar på i dette afsnit.

## Hvad er madaffald?

Madaffald kaldes også for organisk affald eller bioaffald. I dette temahæfte kalder vi det for madaffald, da langt det meste af den type affald stammer fra madlavning.

Madaffald består overordnet set af to typer affald: madspild og øvrigt madaffald. Madspild består af al den mad, der kunne have været spist, men smides ud (fx for gammel mad og rester fra aftensmaden). Øvrigt madaffald består af alle de dele af maden, der er uspiselige (fx fiskeben og æbleskrog). Madaffald er altså en fællesbetegnelse for al det organiske materiale, der stammer fra fødevarer, vi smider ud<sup>5</sup> (se figuren nedenfor).



## Hvorfor arbejde med madaffald?

Hver eneste dag producerer vi madaffald - faktisk så meget, at det i gennemsnit løber op på omkring 88,5 kg madaffald per person om året.<sup>6</sup> Al det madaffald indeholder vigtige ressourcer, der kan udnyttes og genanvendes, hvis altså affaldet sorteres korrekt.

Der kan være store forskelle på, hvordan husholdningsaffald (det affald, der produceres hjemme hos folk) indsamles og sorteres i landets kommuner. I nogle kommuner er det fx muligt for at sortere madaffald, mens det i andre kommuner ikke er det.

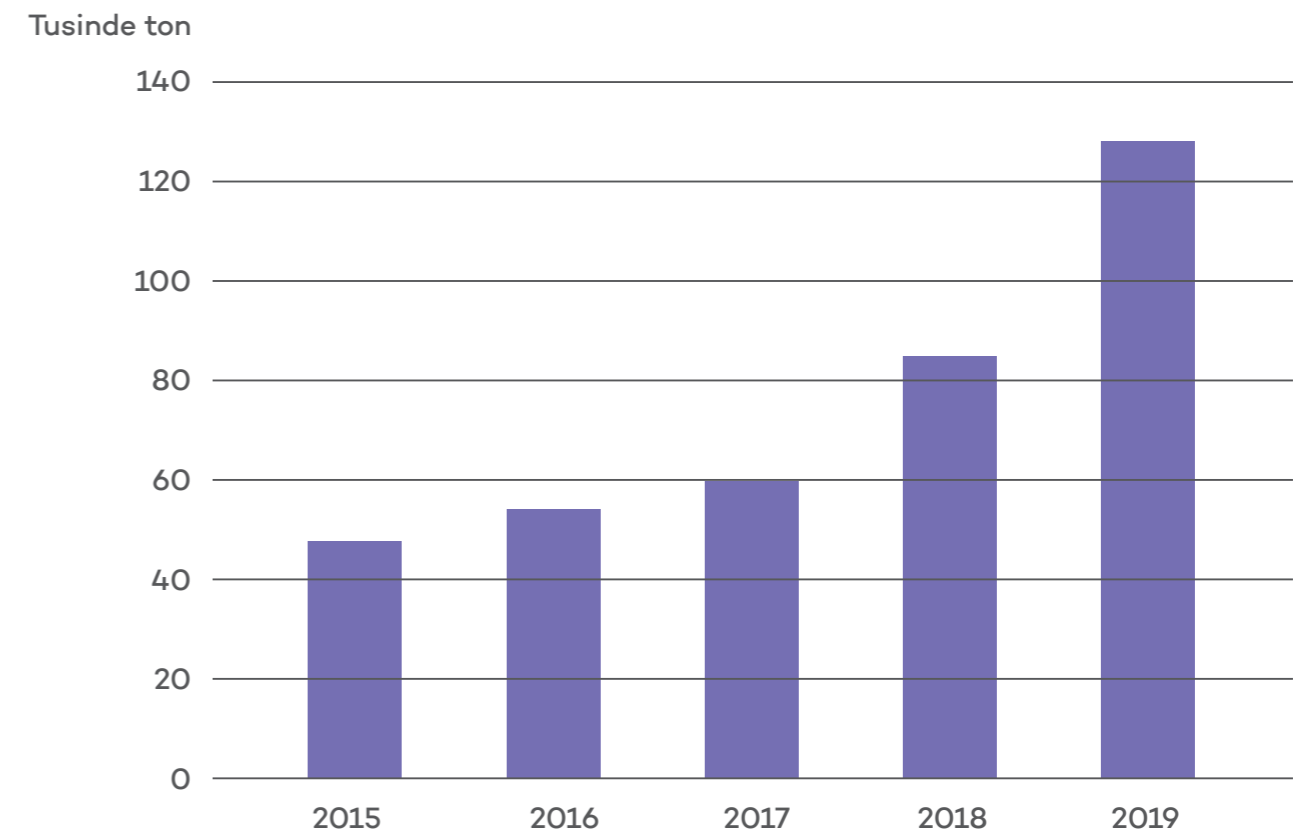
I sommeren 2020 faldt en landsdækkende aftale om affaldssortering på plads, som træder i kraft fra sommeren 2021. Her kommer hele Danmark til at sortere affald på samme måde. Det betyder, at alle kommuner fra sommeren 2021 kommer til at indsamle madaffald.

<sup>5</sup> Madaffald dækker også over visse former for organisk materiale, der ikke stammer fra fødevarer, såsom kaffefiltre, teposer, køkkenrulle og blomsterbuketter.

<sup>6</sup> Miljøstyrelsen (2010): Forundersøgelse af madspild i Danmark.

Der er gennem de seneste år kommet større og større fokus på sortering af madaffald. Som du kan se på tabellen nedenfor, er husholdningernes sortering af madaffald steget støt gennem årene og vil formentlig stige endnu mere, når hele Danmark begynder at sortere ens.

## Madaffald til genanvendelse fra husholdninger (hele Danmark)



Baseret på data om affaldsstatistik fra 2019<sup>7</sup>

Men hvorfor skal madaffald overhovedet sorteres? Det ville da være nemmere bare at smide alt sit affald i den samme spand. Forklaringen skal findes i, at madaffald indeholder meget energi, som kan udnyttes, og mange næringsstoffer, som kan genanvendes i dyrkningen af nye fødevarer. Hvis madaffaldet smides i spanden med restaffald, bliver det brændt af på forbrændingsanlæg og omdannet til energi. Herved får vi udnyttet energien i madaffaldet, men næringsstofferne går tabt.

For at genanvende næringsstofferne i madaffaldet kan man enten selv kompostere det eller sortere det fra, når man smider det ud. Smides det i madaffaldsspanden, bliver det nemlig til gødning og biogas. I de følgende afsnit skal vi se nærmere på, hvad der mere præcist sker med madaffaldet, når det komposteres, og når det sorteres til madaffald.

<sup>7</sup> Miljøstyrelsen (2020): Affaldsstatistik 2019.

## 2 Kompost og gødning

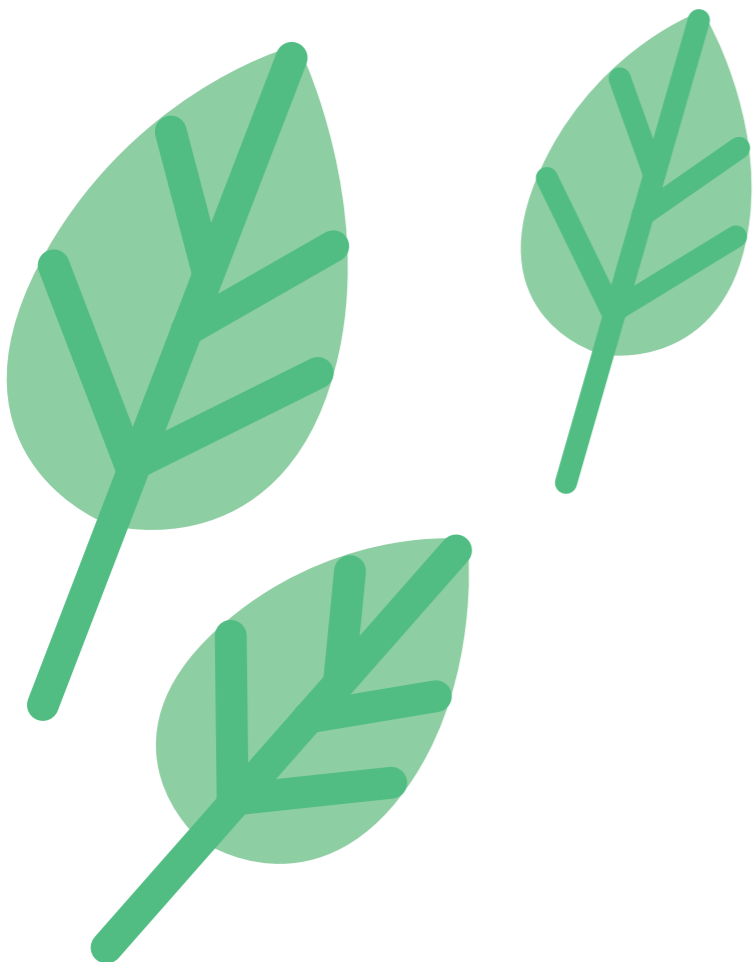
Som du lige har læst, indeholder madaffald vigtige ressourcer, som kan udnyttes eller genanvendes. Madaffald indeholder nemlig næringsstoffer, som planter har brug for for at kunne vokse. Hvis madaffaldet ellers sorteres korrekt, kan disse næringsstoffer recirkuleres og komme tilbage til jorden. I det næste afsnit skal vi se lidt nærmere på nogle af de næringsstoffer, planterne har brug for.

### Hvilke næringsstoffer har planterne brug for?

For at planter kan vokse har de brug for carbon (optages i form af CO<sub>2</sub>), vand og sollys (læs mere om fotosyntese i introduktionshæftet). Men de har også brug for næringsstoffer. Næringsstofferne optager planterne fra jorden gennem rødderne.

Nogle af næringsstofferne har planterne brug for store mængder af, disse kaldes for makronæringsstoffer. De tre vigtigste makronæringsstoffer er nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K). Det er dem, der bruges i kunstgødning i landbruget og i haven – derfor kaldes det NPK-gødning.

Se næste side.



### Hvad er NPK?

NPK er en forkortelse for plantenæringsstofferne nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K). Disse tre stoffer fjernes der store mængder af, når der høstes. For at undgå, at der kommer mangel på stofferne i jorden, fremstilles NPK-gødning, som kan spredes på markerne. Lad os se lidt nærmere på de tre stoffer.

#### Nitrogen (N)

Nitrogen er et vigtigt grundstof, da det bruges i opbygningen af proteiner og i DNA. Uden nitrogen stopper planternes vækst simpelthen.

Der findes masser af nitrogen på Jorden (størstedelen af atmosfæren består af nitrogen, se introduktionshæftet), men alligevel er det en begrænset ressource. Det skyldes, at planter kun kan optage nitrogen gennem rødderne. Derfor tilføres nitrogen ofte til markerne gennem gødning.

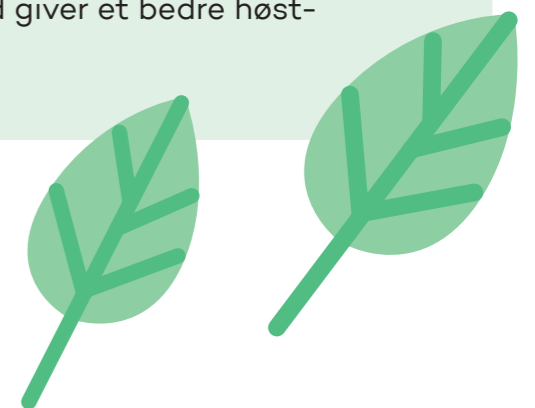
#### Fosfor (P)

Fosfor er et mineral, som vi alle lever af – både planter, dyr og mennesker. Fosfor er livsnødvendigt, da det bruges i DNA, og intet kan gro eller vokse uden. Uden fosfor vil vi altså ikke kunne producere fødevarer.

Fosfor udvindes fra miner i undergrunden. Problemet er, at Jordens depoter af fosfor er ved at slippe op. Gennem millioner af år er Jordens fosfordepoter blevet opbygget, men de er på mindre end hundrede år næsten blevet brugt op for at skaffe fosfor til gødning. Jordens fosfordepoter kan godt opbygges igen – men det tager altså millioner af år. Derfor er fosfor en begrænset ressource.

#### Kalium (K)

Kalium er et livsnødvendigt grundstof for levende organismer. Næringsstoffet er vigtigt for planter, da det bl.a. forbedrer modstanddygtigheden overfor tørke og kulde og derved giver et bedre høst-udbytte.



Kunstgødningen NPK fremstilles kemisk af forskellige jord- og bjergarter og til dels af luftens nitrogen. Fremstillingen er en energikrævende proces, der tærer på de begrænsede mængder af fx fosfor. Et alternativ til kunstgødning er kompost, der dannes naturligt ved nedbrydning af organisk materiale som fx madaffald.

### Hvordan fungerer kompostering?

Hvis man har mulighed for det, kan man vælge at kompostere sit madaffald hjemme på altanen eller i haven (se kapitel 4). Kompostering er, når organisk materiale omsættes til kompostjord, vand og CO<sub>2</sub>. Det sker ved, at mikro- og makroorganismer (se faktaboks: Hvad er nedbrydere?) nedbryder det organiske materiale, fx mad- og haveaffald. Nedbrydningsprocessen i kompostering er den samme proces, der sker, når fx blade falder af træerne i naturen og nedbrydes (se introduktionshæftet for mere viden om nedbrydning).



### Hvad er nedbrydere?

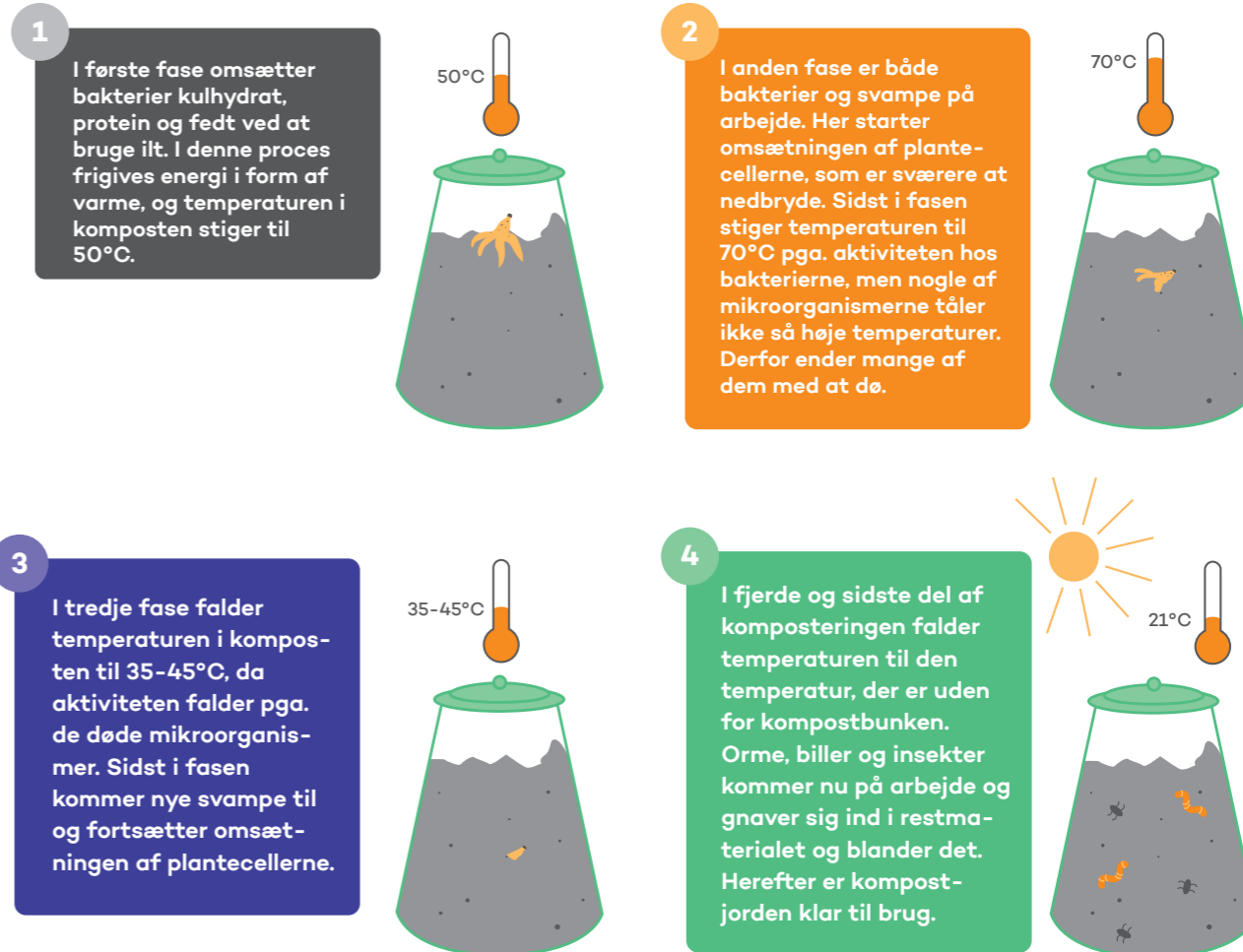
Nedbrydning (se introduktionshæftet) kræver nedbrydere. I komposteringen spiser nedbrydere det organiske materiale, så det langsomt bliver til kompostjord. Disse nedbrydere kaldes også mikro- og makroorganismer.

**Makroorganismer** er de smådyr, vi kan se med det blotte øje, fx orme, tusindben, bænkebidere og forskellige insekter.

**Mikroorganismer** kan vi ikke se med det blotte øje, fx bakterier og mikroskopiske svampe.



Kompostering kan opdeles i fire faser, hvor det er forskellige organismer, som arbejder i hver fase.



I komposteringen nedbryder mikro- og makroorganismer altså det organiske materiale så meget, at kompostjorden til sidst er meget rig på næringsstoffer. Bl.a. derfor kan kompostjord være et godt alternativ til kunstgødning. Kompostjord minder om organisk gødning, som er biproduktet fra biogasproduktion. Det vil vi komme nærmere ind på i næste kapitel.

Find øvelse 1: „Makronedbrydere og nedbrydning“ bagerst i temahæftet.



### 3 Biogas

Som du lige har læst, kan madaffald blive til kompost, hvis man har mulighed for at lave en kompostbunke derhjemme. Hvis man ikke har mulighed for det, kan man i stedet sortere madaffaldet fra, så det kan omdannes til biogas og organisk gødning på et biogasanlæg.

Biogas kan bruges til el, varme og brændstof. I dette kapitel beskrives, hvordan man laver biogas, og om biogas overhovedet er en bæredygtig energikilde? Med andre ord, giver det overhoved mening, at vi bruger energi på at sortere vores madaffald fra?

#### Hvordan laves biogas?

Vores madaffald laves om til biogas i et biogasanlæg. Her efterligner man nogle processer, som finder sted i naturen – fx i moser og sumpe, oversvømmede rismarker eller for den sags skyld i maven på en ko (se introduktionshæftet). Både i naturen og på biogasanlægget, dannes biogas (se faktaboks) pga. nedbrydning af organisk materiale under iltfrie forhold. Det organiske materiale kaldes her for biomasse (se faktaboks).



#### Hvad er biogas, og hvad kan det bruges til?

Biogas er gas, som vi mennesker kan fremstille ved forarbejdning af biomasse.

Biogas er ikke bare én gas, men består af flere gasser. Typisk vil biogas bestå af 50-80 % CH<sub>4</sub> (metan) og 20-50 % CO<sub>2</sub> (kuldioxid). Fordelingen afhænger af sammensætningen i biomassen (fx jo højere fedtprocent, des mere CH<sub>4</sub>).

CH<sub>4</sub> er brandbart og kan derfor brændes af og omdannes til el og varme. Dvs. at biogas kan erstatte fossile brændsler som energikilde. Når man brænder CH<sub>4</sub> sker der en kemisk reaktion mellem CH<sub>4</sub> og O<sub>2</sub> (oxygen). Processen udvikler energi.



Biogas kan også bruges direkte i køretøjer med en bestemt gasmotor, hvor samme proces foregår. Fx er der nogle busser, som kører på biogas.



Find øvelse 2: „Forbrænding af metan“ bagerst i temahæftet.

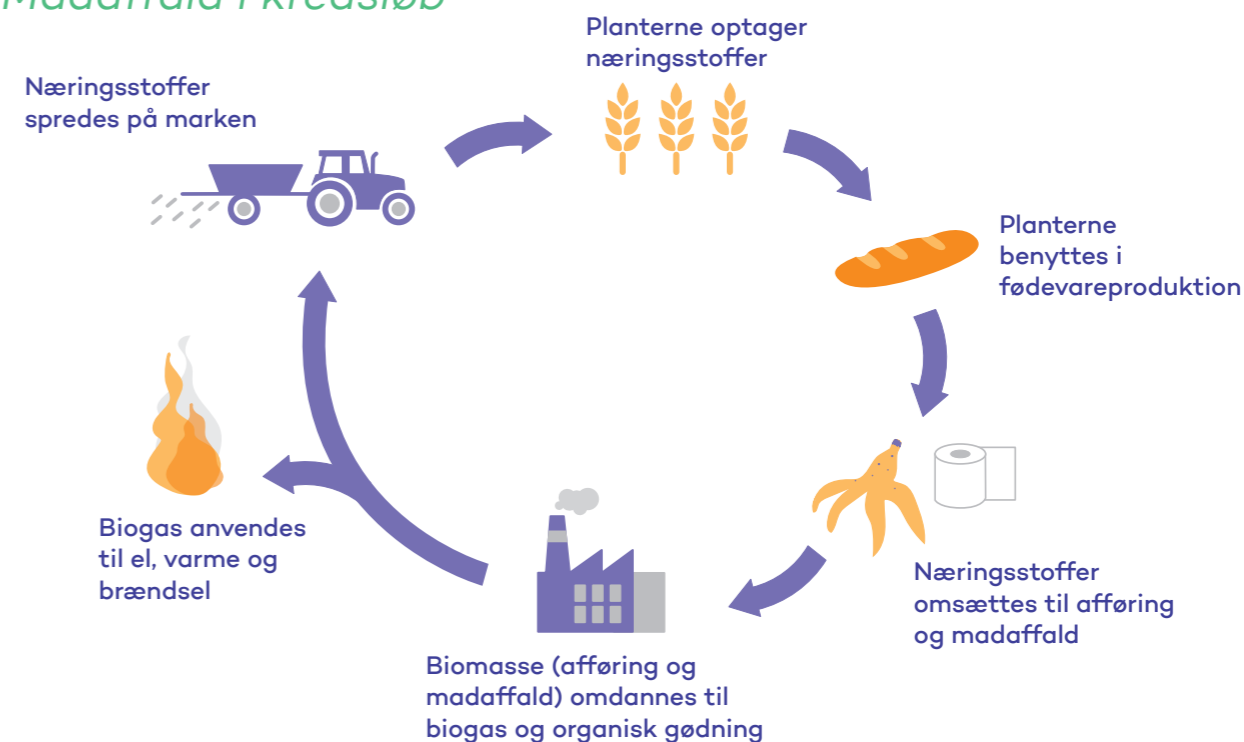


#### Hvad er biomasse?

Det organiske materiale man bruger til at lave biogas med, kaldes for biomasse. Biogas kan i princippet laves af alle former for organisk materiale (se introduktionshæftet). I praksis vælger man let nedbrydelige materialer, da det er mere effektivt.

I naturen sker biogasdannelsen (nedbrydningen) helt af sig selv, når de rigtige forhold er til stede. I et biogasanlæg er man nødt til kunstigt at skabe de rigtige forhold. Det gør man ved at lave processen i tanke, hvor man kan styre bl.a. ilt- og temperaturforhold. I disse tanke omsætter bakterier stofferne i biomassen til biogas. Når biogas dannes, søger den opad i tanken, hvor den indsamles. Tilbage ligger resterne af biomassen, som kan bearbejdes til organisk gødning (kompost). Ligesom det er tilfældet med komposten hjemme fra haven, kan komposten fra biogasanlæg anvendes som erstatning for kunstgødning. På den måde genanvendes næringsstofferne fra biomassen (fx madaffald), da de kan spredes på markerne som organisk gødning. Herved indgår næringsstofferne igen i fødevarereproduktionen. Så hvis vi sorterer madaffaldet, og det bruges til biogas og organisk gødning, kan næringsstofferne altså holdes i cirkulation – og vi kan producere energi, der kan erstatte fossile brændsler.

#### Madaffald i kredsløb



Find øvelse 3: „Lav jeres egen biogas“ bagerst i temahæftet.

## Er biogas bæredygtigt?

Nu har du lært om, hvad biogas er, og hvordan det laves. Men er det overhovedet besværet værd at sortere madaffald, så det kan blive til biogas? Og er biogas overhovedet en bæredygtig energikilde? Det kommer bl.a. an på, hvilken type biomasse der anvendes til biogasproduktionen.

## Hvilken biomasse bruges til biogas?

Danske biogasanlæg bruger primært gylle og organiske restprodukter (fx madaffald) til at producere biogas. Men der findes også andre former for biomasse, fx energiafgrøder og tang. Kort sagt kan man sige, at den bedste klimaeffekt opnås ved at producere biogas med affaldsprodukter, som ikke konkurrerer med andre anvendelsesmuligheder. Dvs. biomasse, som vi ikke kunne have brugt til andre ting, fx madspild, som kunne være blevet spist (se temahæfte om madspild).



## Biomasse til biogasproduktion

**Gylle:** Gylle – dvs. urin og afføring fra svin og kvæg – udgør størstedelen af den biomasse, der bruges i biogasanlæggene (nemlig tre fjerdedele). Herved udnyttes affaldsprodukter fra husdyrene, men problemet er, at gylle ikke giver så meget energi i form af biogas. Gylle er meget flydende, og jo mere flydende biomasse er, des mindre gas kan der udvindes. Gyllen suppleres derfor med andre former for biomasse for at øge biogasproduktionen. Desuden er produktion af husdyr i sig selv belastende for klimaet (se temahæfte om klimavenlig mad), og derfor er gylle, som restprodukt fra kødproduktionen, ikke særlig bæredygtig.

**Energiafgrøder:** Energiafgrøder er afgrøder som fx majs, roer, korn og jord-skokker, der produceres med det eneste formål at bruges til energiproduktion. Energiafgrøder anvendes derfor ikke til dyre- eller menneskeføde, men ryger direkte til fx biogasanlæggene. Da det koster energi, ressourcer, plads og drivhusgasudledning at producere afgrøder (se introduktionshæftet), er det ikke bæredygtigt at bruge energiafgrøder som biomasse.

**Organiske restprodukter (herunder madaffald):** Organiske restprodukter dækker over flere ting, fx affald fra fødevarerindustrien, spildevandsslam og affald fra landbruget såsom halm. Madaffald fra husholdningerne er også et eksempel på et organisk restprodukt. Her er det selvfølgelig vigtigt, at madaffaldet ikke består af madspild, da madspild (ligesom energiafgrøder) ikke er bæredygtigt (se temahæfte om madspild).

Desuden kan tang og alger også anvendes som biomasse.

Det er ikke kun typen af biomasse, der er afgørende for, hvorvidt biogas er bæredygtigt. Det er også vigtigt at se på, hvad biogassen erstatter.

## Hvad erstatter biogas?

I Danmark har vi tradition for producere energi (el og varme) ved brug af forbrændingsanlæg. Her brændes både affald og biomasse af. Dvs. meget af det, vi kan bruge til biogasproduktion, plejer vi at brænde af på forbrændingsanlæg.

Biogasanlæggene er ikke lige så effektive til at producere energi som moderne forbrændingsanlæg. I biogasanlæg omdannes kun ca. halvdelen af biomassen til energi, mens det i moderne forbrændingsanlæg er næsten alt biomassen, der omdannes til energi<sup>8</sup>. Hvis biomassen ikke forbrændes, men i stedet bruges til at producere biogas, så mister man den el og varme, som ellers ville være produceret på forbrændingsanlæggene. Det betyder altså, at vi skal bruge mere affald eller biomasse til forbrændingsanlæggene, hvis vi skal blive ved med at producere lige så meget energi, som vi plejer.

En fordel ved biogas er, at det er en energiform, der kan lagres og gemmes til senere. Det kan energien, der produceres på forbrændingsanlæg ikke – den el og varme, der produceres, skal bruges med det samme<sup>9</sup>. Det samme gælder de vedvarende energikilder som sol og vindenergi. Vi kan ikke effektivt lagre den energi, vi får herfra, dvs. at den energi kun er tilgængelig, når solen skinner og vinden blæser. Men vi skal også bruge energi, når solen ikke skinner, og det ikke blæser – og her kan vi bruge den lagrede biogas.

En anden fordel ved biogas er, at det kan bruges som brændstof i køretøjer. Fx kører nogle busser på biogas. Herved erstatter biogas fossile brændsler (benzin og diesel), der ellers ville være brugt i køretøjerne – og det giver en klimagevinst. Når de fossile brændsler bliver i undergrunden i stedet for at blive forbrændt, mindskes drivhusgasudledningen til atmosfæren.

Biogas udleder også drivhusgasser, når det omsættes til energi (fx som brændsel i en bil). Grunden til, at biogas alligevel betragtes som mere bæredygtig end fossile brændsler, er, at biogas er en vedvarende energikilde. Det betyder, at biomassen kan produceres lige så hurtigt, som vi bruger den, hvorimod det tager flere millioner år for naturen at lave fossile brændsler. Biomasse, der består af planter, er derudover CO<sub>2</sub>-neutral, fordi planter optager lige så meget CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, når de vokser, som der frigives, når de forbrændes.

<sup>8</sup> CONCITO (2015): Bæredygtig biogasproduktion i Danmark.

<sup>9</sup> Vi bestemmer selvfølgelig selv, hvornår affaldet og biomassen skal brændes af på forbrændingsanlæggene. På den måde kan man sige, at energien kan "lagres", så længe affaldet og biomassen ikke er brændt af. Men når det først er brændt af og omdannet til el og varme, skal det bruges med det samme – det kan altså ikke lagres.

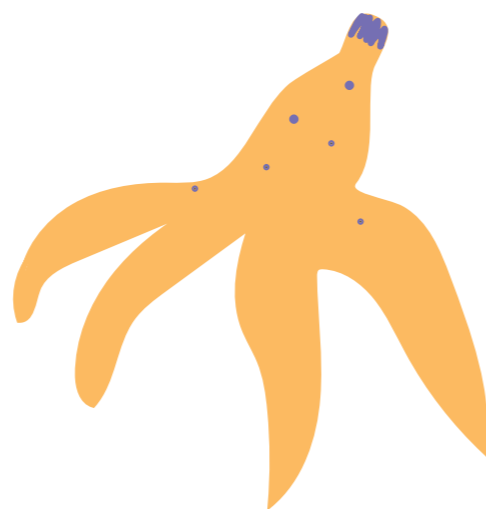
## 4 Hvad kan man gøre?

Nu har vi gennemgået, hvad madaffald er, og hvorfor det er interessant at kigge nærmere på, når det handler om klimaforandringer og global opvarmning. Du har lært, at man kan gøre to ting med sit madaffald, som begge bidrager positivt til klimaet.

Det første, man kan gøre, er at sortere sit madaffald fra, når man smider det ud. På den måde bliver det nemlig både lavet til biogas (som kan være et bæredygtigt alternativ til fossile brændsler) og organisk gødning (som kan være et bæredygtigt alternativ til kunstgødning, og som sikrer vigtige næringsstoffer i kredsløb).

Den anden ting, man kan gøre, er at lave sin egen kompost derhjemme. Det kræver lidt tålmodighed og plads (helst udendørs, fx en have), men til gengæld kan det også være rigtig sjovt. Den færdige kompostjord kan man fx bruge til at gro sine egne grøntsager, da næringsstofferne i den er vigtige for planterne. Hvis du har lyst til at kaste dig ud i at lave din egen kompost, så se øvelse 4.

→ **Find øvelse 4 (valgfri):** „Lav din egen kompost“ bagerst i temahæftet.



## Øvelse 1: Makronedbrydere og nedbrydning

Nu skal I undersøge den del af komposteringsfasen, hvor makronedbrydere indgår. En vigtig nedbryder er orme. De er, sammen med andre nedbrydere, med til at sørge for, at dødt organisk materiale, fx blade, planter og dyr, nedbrydes i mindre stykker. Når det organiske materiale har været igennem ormens fordøjelsessystem, kommer det ud igen som kompostjord (ormens afføring).

Med øvelsen kan I undersøge ormens nedbrydning af organisk materiale og dannelsen af kompostjord.



### Det skal I bruge

- Et stort syltetøjsglas med låg
- Hammer
- Søm
- 10 regnorme
- Jord
- Sand
- Gulerod
- Rivejern
- Evt. blade fra forskellige træer (fx bøg og ask)
- En sprøjteflaske eller en skål med vand
- En sprittusch

### Sådan gør I

1. Find 10 regnorme (grav dem fx op fra haven, kompostbunken eller i skoven).
2. Vask syltetøjsglasset, og bank huller i låget med hammer og søm.
3. Læg jord og sand i lag i glasset. Start med et lag sand. Mellem de nederste lag lægges de 10 regnorme. Sprøjt løbende lidt vand mellem lagene.
4. Slut af med et lag jord, og læg lidt revne gulerod øverst samt evt. også bladene.
5. Markér med sprittusch på glasset, hvor de forskellige lag er.
6. Placér glasset et helt mørkt sted<sup>10</sup>, og lad det stå et par dage.

### Efter et par dage

7. Find glasset frem fra mørket, og undersøg, hvad der er sket:
  - Hvad er der sket med jord og sandlagene, og hvorfor?
  - Hvad er der sket med den revne gulerod og evt. bladene, og hvorfor?
  - Kan I se hobe af ormeafføring?
  - Kan I se andet?
8. Slip ormene ud i det fri igen.

<sup>10</sup> Regnorme bryder sig ikke om lys.



## Øvelse 2: Forbrænding af metan

Når metan forbrændes, fx i en motor, så sker der en kemisk reaktion mellem metan- og oxygenmolekyler, hvorved der udvikles energi.

**Forbrænding af metan ser således ud:**

**metan + ilt → kuldioxid + vand + energi**

I skal nu skrive den kemiske formel for reaktionen samt afstemme den. Det gør I ved at følge punkterne nedenfor.

### 1. Skriv de kemiske formler over ordene:

1 \_\_\_\_\_ + 2 \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + energi

1 metanmolekyle + 2 oxygenmolekyle → kuldioxidmolekyle + vandmolekyle + energi

2. Reaktionsskemaet for forbrændingen af metan, som I lige har udfyldt ovenfor, er ikke afstemt. For at et reaktionsskema er afstemt kræver det, at der er lige mange atomer af hver slags på begge sider af reaktionspilen.

I skal nu afstemme reaktionsskemaet for forbrænding af metan. I skal altså finde ud af, hvad der skal stå på højre og venstre side af pilen, når 1 metanmolekyle og 2 oxygenmolekyler reagerer med hinanden. Det gør I ved at følge punkterne 2.a, 2.b og 2.c nedenfor.

2.a I det tomme reaktionsskema nedenfor, skal I først skrive formlerne for 1 metanmolekyle og 2 oxygenmolekyler på venstre side af reaktionspilen. På højre side af reaktionspilen skal I skrive formlerne for kuldioxid og vand.

1 \_\_\_\_\_ + 2 \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + energi

1 metanmolekyle + 2 oxygenmolekyle → kuldioxidmolekyle + vandmolekyle + energi

2.b Afstem reaktionsskemaet ved først at tælle antallet af C-, H- og O-atomer på venstre side af reaktionspilen og notere antallet her:

\_\_\_\_\_ C-atomer    \_\_\_\_\_ H-atomer    \_\_\_\_\_ O-atomer

Herefter gør I det samme på højre side af reaktionspilen og noterer antallet her:

\_\_\_\_\_ C-atomer    \_\_\_\_\_ H-atomer    \_\_\_\_\_ O-atomer

fortsættes...

2.c Der skal være lige mange C-, H- og O-atomer på hver side af reaktionspilen. Skriv derfor nu i reaktionsskemaet nedenfor, hvor mange kuldioxidmolekyler og hvor mange vandmolekyler der blevet dannet, når 1 metanmolekyle og 2 oxygenmolekyler reagerer med hinanden.

\_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + energi

I har nu afstemt reaktionsskemaet for forbrænding af metan!

## Øvelse 3: Lav jeres eget biogasanlæg

I dette eksperiment skal I lave jeres egen miniudgave af et biogasanlæg. I skal undersøge, hvad der sker med bioaffaldet (kartoffelskrællerne), når det placeres i en iltfri beholder, hvor der er bakterier til stede (ligesom på biogasanlægget).



### Det skal I bruge

- 2 enliters plastikflasker
- 6-10 kartofler
- 1 spsk. jord
- 2 balloner
- Vand
- Kniv
- Skærebræt

### Det skal I gøre

1. Læs punkt 2-6 grundigt, før I opstiller en hypotese. Hvad tror I, at jeres eksperiment vil vise? Og hvorfor tror I det? Brug evt. boksen herunder som hjælp.

### Vores eksperiment vil vise

### fordi

2. Hak kartoflerne i små stykker (så små, at de kan komme ned i flaskerne).
3. Grav en spiseskefuld jord op (fx fra skolegården eller en nærliggende park).
4. Træk i ballonerne, så de lettere kan udvides.
5. Find de 2 enliters plastikflasker frem. Nu skal biogasanlægget laves:
  - a. Put kartoffelstykkerne i flaskerne. Der skal ca. lige meget kartoffel i hver af de to flasker.
  - b. Put jorden i én af flaskerne. I den anden flaske skal der ikke jord i, da den skal bruges til kontrol.
  - c. Hæld vand i flaskerne, så kartoffelstykkerne er dækket. OBS! Fyld ikke vand helt op til flaskernes åbning, da der så kan komme skum ud.
  - d. Sæt ballonerne på flaskernes åbninger, så de sidder helt tæt.
  - e. Sæt begge flasker et varmt sted (fx i en vindueskarm i solen eller på en radiator).

#### Vent 3-5 dage...

6. Efter 3-5 dage observeres de to flasker: Hvad er der sket med dem?
  - a. Hvordan ser ballonerne ud?
  - b. Hvordan lugter de?
7. Sammenlign nu jeres resultat fra eksperimentet med jeres hypotese. Fik I bekræftet jeres hypotese? Hvis ikke, hvorfor tror I?
8. Svar på følgende spørgsmål:
  - a. Forklar, hvad der er sket med flaskerne med udgangspunkt i viden fra kapitlet om biogas.
  - b. Tal om, hvad biogassen består af, og hvad den kan bruges til. Tal også om, hvad restproduktet (altså, den del af bioaffaldet, der er tilbage efter forgasningsprocessen) kan bruges til.

## Øvelse 4: Lav din egen kompost



### Det skal I bruge

- En kompostbeholder (det kan være en lille spand til altanen eller en kæmpe beholder til haven eller skolegården)
- Jord med nedbrydere (både mikro- og makro nedbrydere – se evt. kapitel 2)
- Noget at vende jorden med, evt. en stor ske eller en skovl
- Mad- og haveaffald (tilføres løbende, så man behøver ikke have det hele fra start)

fortsættes...

## Sådan gør I

1. Put jorden med nedbrydere i kompostbeholderen.
2. Tilføj madaffald og haveaffald løbende (OBS! Se faktaboks om, hvad som må komme i komposten). Afhængig af størrelsen på din kompostbeholder, kan du muligvis ikke smide alt dit madaffald i komposten – der kan godt komme for meget madaffald i relativt til, hvor meget jord der er.
3. Nu skal komposten passe sig selv, men du skal løbende holde øje med, om de rette forhold for komposten er til stede (se faktaboks: Hvad er de rette forhold for kompost?).
4. Når der ikke er flere synlige rester af mad- og haveaffald, og jorden lugter af frisk skovbund, er komposten færdig. Afhængig af størrelsen på beholderen, og hvor god du er til sikre de rigtig forhold, kan det tage fra et par måneder til et par år.
5. Kompostjorden kan nu bruges til at dyrke grøntsager og andre planter!

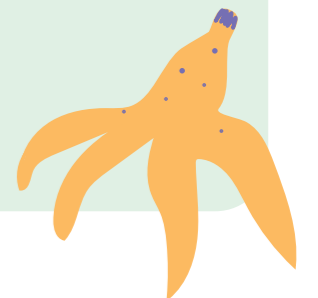


## Hvad må puttes i komposten?

Det er ikke alle typer madaffald, der må kommes i komposten. Fx hører animalske produkter – uanset om det er råt eller tilberedt kød – ikke hjemme i komposten, da det lugter og tiltrækker skadedyr. Knogler skal heller ikke i komposten, da de er vanskelige at nedbryde. Derudover skal man være forsigtig med skræl fra citrusfrugter og bananer. Hvis de ikke er økologiske, kan de nemlig indeholde sprøjtemidler, som kan hæmme komposteringen.

### De ting, der gerne må puttes i komposten er:

- Frugt
- Grøntsager
- Urter
- Kaffebrums og teblade – også papirfiltrene
- Kerner, nødder og nøddeskaller
- Blomsteraffald
- Potteplanter – både med og uden jord
- Hø og halm fra små kæledyr, fx marsvin og kaniner
- Haveaffald i små stykker, fx grene, blade og græs.





## Hvad er de rette forhold for kompost?

### Fugtighed

Komposten må hverken blive for tør eller for våd. Hvis den bliver for tør, vil nedbrydningen gå i stå. I tørt vejr kan det derfor være nødvendigt at vande komposten. Hvis komposten bliver for våd, vil det organiske materiale rådne. Komposten er tilpas fugtig, hvis du kan presse et par dråber vand ud af en håndfuld kompostmateriale.

### Ilt

Komposten skal have ilt. Hvis kompostbunken lugter meget grimt, skyldes det, at der ikke er nok ilt inde i kompostmaterialet til nedbrydningen. I stedet begynder mad- og haveaffaldet at rådne. Du kan undgå dette ved at blande komposten godt med 1 til 2 ugers mellemrum. ADVARSEL! Komposten bliver helt op til 70 °C i midten, når den er varmest. Så pas på, når du vender kompostjorden.

### Balance mellem madaffald og haveaffald

Hold løbende øje med balancen mellem madaffald og haveaffald. Haveaffald indeholder typisk mere carbon, som er gavnlige for organismene, der nedbryder affaldet. Madaffaldet tilfører typisk mere nitrogen (N), som er en vigtig ingrediens for opbygningen af den nye jords cellestruktur.

### Temperatur

Hvis du bruger kompostorm som nedbryder (makroorganisme), skal du være opmærksom på temperaturen. Kompostormens favoritterperatur er 25 °C, men de små orme tåler ikke temperaturer over 28 °C. En kompost der indeholder orm må derfor ikke placeres i fuld sol. De tåler heller ikke mindre end 0 °C.