

# JORDANALYSE - af Pernille Skov Rasmussen

## BAGGRUND

### Jordbunden

Jordbunden består af et øvre lag på cirka 5 cm, hvor døde planter og dyr bliver nedbrudt. Under dette lag er det egentlige jordlag, hvori jordtypen kan bestemmes. Der findes en række forskellige jordtyper, og blandt de mest hyppige i Danmark er sandjord, lermuld og muldjord (Tabel 1). Sandjord er karakteriseret ved at være en let jord med små korn af sand og silt. Lermuld har en mellem størrelse krummestruktur og består af en blanding af sand og ler blandet med kalk og humus. Lerjord er en tung jord, som overvejende består af ler med små dele kalk og humus. Lerjord og lermuld har en negativ ladning, mens sandjord er neutralt ladet.

Jordtype	Kendetegn
Sandjord	Let jord, som består af sand og silt Uladet
Lermuld	Medium jord med krummestruktur, der består af sand og fint ler blandet med kalk og humus Negativt ladet
Lerjord	Tung og klumpet jord, der består af en lille del kalk og humus. Har en tendens til at blive meget vandfyldt om vinteren og meget tørt om sommeren Negativt ladet

Tabel 1. Kendetegnene for de tre forskellige typer jord: sandjord, lermuld og lerjord.

### Jordbundens pH

Jordbundens pH-værdi er afgørende for hvilke planter og dyr, der kan leve i jorden. pH beskriver, hvor sur eller basisk en jord er. En aflæsning på pH 7 er neutral, og når pH er over 7 er det en basisk og kalkholdig jord. Aflæsninger under pH 7 ned til pH 4 viser sur jord. Ved at teste jordens pH kan man afgøre, om man ønsker at ændre jordens pH, eller om man skal vælge planter til den eksisterende pH i jorden.

### Næringsstoffer

Planter har brug for CO<sub>2</sub>, vand, sollys og næringsstoffer for at gro. CO<sub>2</sub> bliver optaget fra luften igennem bladene og er planternes kulstofkilde. Næringsstoffer findes som opløste salte i jorden og består af en negativ og positiv ladet del (ioner). Planternes rødder kan optage ioner fra jorden ved hjælp af ionbytning, hvor rødderne udskiller ioner af samme ladning, som det næringsstof de skal optage.

### Gødning

For at dyrke planter med et godt udbytte, gøder man jorden med de nødvendige næringsstoffer. Der er mange forskellige måder at gøde jorden på. I det konventionelle landbrug bruger man blandt andet kunstgødning (fx NPK-gødning) og husdyrgødning. Når man tilfører gødning til et økosystem kan det føre til at næringsstofferne bliver ophobet i store mængder og kommer til at virke forurenende. Dette kaldes for eutrofiering.

### ORDLISTE

**Aerob:** Tilstedeværelse af ilt (O<sub>2</sub>)

**Anaerob:** Iltfrit

**Begrænsende faktor:** Den faktor, fx næringsstof, der først bliver opbrugt og begrænser væksten

**Eutrofiering:** Overgødning. Forurening med næringssalte tilført til et økosystem

**Humus:** Jord hvor blade eller grene er blevet nedbrudt til man ikke længere kan se hvor de stammer fra

**Ionbytning:** Udveksling af ioner mellem en vandig opløsning og et fast stof

**Minimumsloven:** Planters udbytte vil kun stige indtil den begrænsende faktor er opbrugt

# Scandidact



### Minimumsloven

Planter vækst er afhængig af at alle de nødvendige næringsstoffer, sollys og vand er tilstede i tilstrækkelig mængde. Den faktor, som planterne først kommer til at mangle, kaldes den begrænsende faktor. Ved at tilføjer den begrænsende faktor kan planterne igen gro, indtil den næste faktor kommer til at mangle og dermed bliver den nye begrænsende faktor. Dette fænomen kaldes for minimumsloven. I naturen i Danmark er det ofte nitrogen, fosfor, vand eller sollys, som er den begrænsende faktor for planternes vækst.

### Nitrogen

Nitrogen kaldes også kvælstof. Kvælstof er nødvendig for planternes vækst og giver bladene deres grønne farve. Målt indgår i planternes proteiner, DNA, RNA, ATP, coenzym og klorofyll. Planterne kan optage det fra jorden som nitrat-ioner ( $\text{NO}_3^-$ ) eller ammonium-ioner ( $\text{NH}_4^+$ ). Kvælstof bliver ofte tilført til et økosystem som gødning i form af ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). Ammoniak er en svag base og optager derfor en hydron ( $\text{H}^+$ ) i jorden og bliver til ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), som planterne kan optage.

I nitrogenkredsløbet bliver kvælstof omdannet mellem organiske og uorganiske forbindelser ved hjælp af forskellige reaktioner.

- *Ammonifikation* er reaktionen, hvor ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) bliver frigivet fra døde planter og dyr. Udføres af jordbakterier og kan både foregå i et anaerobt og aerobt miljø.
- *Nitrifikation* er omdannelsen af ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) til nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), som omdannes til nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Udføres af to grupper af jordbakterier og er en aerob reaktion.
- *Denitrifikation* er omdannelse af nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) til dinitrogen ( $\text{N}_2$ ). Udføres af anaerobe bakterier og er en anaerob reaktion.
- *Nitrogenfiksering* er omdannelsen af atmosfærisk nitrogen ( $\text{N}_2$ ) til ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). Udføres af en gruppe af bakterier, som enten lever i jorden eller i samspil med rødderne på bælgplanter. Anaerob reaktion.
- *Nitratreduktion* er omdannelse af nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) til ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Udføres i planterne, når de har optaget nitrat, ved hjælp af enzymet *nitratreduktase*.

### Fosfor

Fosfor er nødvendig for en god vækst af rødderne, frødannelse og blomstring. Det er også vigtigt til knopdannelse og dannelse af sunde stængler. Fosfor indgår i planternes DNA, RNA, ATP og coenzym. Planterne optager fosfor som dihydrogenfosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Fosfor findes i jorden som fosfat-ioner ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) eller dihydrogenfosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) og er tungtopløseligt. Det kan være svært for planterne at optage fosfor fra jorden da det er tungt opløseligt. Det er derfor en fordel for planterne at have et stort rodnet for at kunne optage en tilstrækkelig mængde fosfor. Planter kan leve i symbiose med svampe, hvor svampene forsyner planterne med fosfor, imens planterne giver svampene kulhydrater og aminosyrer.

### Kalium

Kalium er nødvendig for at planterne kan blomstre og det er med til at opretholde planternes væskebalance. Kalium er involveret i osmose og enzymaktiviteter i planten. Det findes som kalium-ioner ( $\text{K}^+$ ) i jorden og er let opløseligt. Planterne kan optage kalium-ioner ved ionbytning, når rødderne udskiller hydroner ( $\text{H}^+$ ).

### Udvaskning

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og kalium ( $\text{K}^+$ ) er let opløselige salte og kan nemt udvaskes fra jorden. Det vil sige at de kan skylles væk under regnvejr. I landbruget kan man så efterafgrøde eller vinterafgrøde, som binder næringsstofferne og frigiver det til de nye afgrøder i foråret.

## FORMÅL

At undersøge pH-væriden og N-, P- og K-indholdet i jorden.

## MATERIALELISTE

- Jordanalysesæt fra Scandidact (varenr.: **451779**)
- Planterkeer eller spiseskeer
- Syltetøjsglas eller lignende til opsamling af jordprøver

## FREMGANGSMÅDE

### FORSØG 1: Bestemmelse af jordtype

Bestem et eller flere steder, hvor I vil undersøge næringsindholdet i jorden.

1. Fjern de øverste 5 cm jord med en planteske eller en spiseske og læg jorden til side
2. Rod op i den underliggende jord til ca. 12 cm dybde, og fyld jorden i et syltetøjsglas
3. Pil blade og smågrene væk og knus klumper med fingrene
4. Lad jorden tørre naturligt  
Prøven kan også foretages med våd jord, men testen er nemmere med tør jord
5. Bestem jordtypen ved hjælp af Tabel 1

Hvilken type jord har du?

### FORSØG 2: Test af pH

1. Fyld testglasset med jord op til 1 mL-mærket
2. Tilsæt en lille mængde bariumsulfat (svovl) med den lille ske
3. Tilsæt pH testopløsningen op til 2,5 mL-mærket
4. Sæt låg på røret og ryst grundigt
5. Lad det hvile i 10 minutter til det bundfælder. Hvis det ikke er faldet til ro efter 10 minutter, kan I tilsætte lidt mere bariumsulfat og ryste igen
6. Sammenlign farven med pH-aflæsningskortet, hvor rød indikerer en sur pH-værdi omkring 4 og mørkegrøn indikerer en basisk pH-værdi omkring 8

Hvad er pH-værdien i jorden?

pH: \_\_\_\_\_

# Scandidact



### FORSØG 3: Nitrogen (N) test

Filtreringsudstyr og filtre bruges til at trække næringsstofferne ud af jordprøven.

1. Klargør filtreringsrøret ved at fjerne det grønne låg og tage stemplet ud
2. Placer et filter i bunden af filtreringsrøret. Brug den lille ske til at få filteret til at sidde tæt
3. Fyld tørret jord til 1 mL-mærket
4. Tilsæt N1-opløsningen til 2,5 mL-mærket
5. Sæt stemplet let på filtreringsrøret og ryst i 30 sekunder
6. Skub stemplet forsigtigt ned indtil det rører ved jorden eller testopløsningen
7. Skru låget på filtreringsrøret, mens du holder det skråt, så testopløsningen kommer ind i stemplet
8. Skru låget af filtreringsrøret og hæld den filtrerede opløsning fra stemplet i et firkantet testrør indtil 1 mL-mærket
9. Tilsæt en lille skefuld af N2-pulveret
10. Sæt låg på testglasset og ryst i 10 sekunder
11. Lad prøven hvile i 5 minutter
12. Aflæs resultatet ved at sammenligne farven med farvekoden til aflæsning nitrogenindholdet (Nitrate reading chart)

Hvilken farve har din prøve?

Hvordan er nitrogenindholdet i din jordprøve?

### FORSØG 4: Fosfor (P) test

1. Klargør filtreringsrøret ved at fjerne det grønne låg og tage stemplet ud
2. Placer et filter i bunden af filtreringsrøret. Brug den lille ske til at få filteret til at sidde tæt
3. Fyld tørret jord til 0,5 mL-mærket
4. Tilsæt P1-opløsningen til 2 mL-mærket
5. Sæt stemplet let på filtreringsrøret og ryst i 30 sekunder
6. Skub stemplet forsigtigt ned indtil det rører ved jorden eller testopløsningen
7. Skru låget på filtreringsrøret, mens du holder det skråt, så testopløsningen kommer ind i stemplet
8. Skru låget af filtreringsrøret og hæld den filtrerede opløsning fra stemplet i et firkantet testrør indtil 1 mL-mærket
9. Tilsæt en lille skefuld af P2-pulveret
10. Sæt låg på testglasset og ryst i 5 sekunder
11. Aflæs resultatet med det samme ved at sammenligne farven, når du kigger lodret ned i glasset, med farvekoden til aflæsning fosforindholdet (Phosphorus reading chart)

Hvilken farve har din prøve?

Hvordan er fosforindholdet i din jordprøve?

# Scandidact



## FORSØG 5: Kalium (K) test

1. Klargør filtreringsrøret ved at fjerne det grønne låg og tage stemplet ud
2. Placer et filter i bunden af filtreringsrøret. Brug den lille ske til at få filteret til at sidde tæt
3. Fyld tørret jord til 0,5 mL-mærket
4. Tilsæt K1-opløsningen til 2 mL-mærket
5. Sæt stemplet let på filtreringsrøret og ryst i 30 sekunder
6. Skub stemplet forsigtigt ned indtil det rører ved jorden eller testopløsningen
7. Skru låget på filtreringsrøret, mens du holder det skråt, så testopløsningen kommer ind i stemplet
8. Skru låget af filtreringsrøret og hæld den filtrerede opløsning fra stemplet i et firkantet testrør indtil 1 mL-mærket
9. Tilsæt 0,5 mL K2-opløsning
10. Sæt låg på testglasset og lad det stå i 5 minutter
11. Aflæs resultatet ved at sammenligne uklarheden i prøven med kalium-aflæsningskortet (Potassium reading chart). Start med at holde glasset ved den mørke farve og ryk glasset ned af aflæsningskortet indtil det stemmer overens med prøves klarhed.

Hvordan ser din prøve ud?

Hvordan er kaliumindholdet i din jordprøve?

## ARBEJDSSPØRGSMÅL

### Forsøg

1. Hvilken jordtype er din jordprøve?
2. Lerpartikler og humus er negativt ladede, mens sand er neutralt. Hvilken ladning forventer du at din prøve har?
3. Hvad gør ler og humus negativt ladede?
4. Hvad er pH-værdien i din jordprøve?
5. Hvad siger din målte pH-værdi om ionerne i jorden?
6. Hvordan er nitrogenindholdet i din jordprøve?
7. Hvordan er fosforindholdet i din jordprøve?
8. Hvordan er kaliumindholdet i din jordprøve?
9. Viser dine resultater at et af næringsstofferne er den begrænsende faktor for planterne vækst?

### Uddybende arbejdsspørgsmål

1. Beskriv minimumsloven
2. Undersøg og beskriv kvælstofkredsløbet. Hvilke fem processer er der?
3. Skriv reaktionerne op for de fem processer i kvælstofkredsløbet. Foregår de anaerobt eller aerobt?
4. Undersøg og beskriv fosforkredsløbet
5. Undersøg og beskriv kaliumkredsløbet
6. Hvordan optager planter hhv. nitrogen, fosfor og kalium?
7. Hvad er fordelene og ulemperne ved brug af kunstgødning (NPK-gødning) og husdyrgødning?
8. Hvordan får økologiske landbrug tilført næringsstoffer til jorden?
9. Hvorfor er det ofte nitrat og fosfor, som er den begrænsende faktor i Danmark?
10. Man tilsætter enzymet *fyase* i blandt andet svinefoder. Hvilken reaktion katalyserer *fyase*?
11. Hvilken indflydelse har *fyase* på fosforkredsløbet?

**Scandidact**



## REFERENCER

Bruun, K., Geersten, P. B. & Helmig, K. (2010), *Grundbog i Bioteknologi 1*, Gyldendal

Bruun, K., Lindeskov, C. & Petersen, P. G. (2007) *Gymnasie BIOS Grundbog 1* (udgave 1), Gyldendal Bruun,

K. & Petersen, P. G. (2008), *Gymnasie BIOS Grundbog 2* (1. udgave), Gyldendal

Carstensen, A. (2018), *Ny metode kan bremse overgødning og gavne miljøet på Videnskab.dk*. Lokaliseret 28. april 2022 på <https://videnskab.dk/naturvidenskab/ny-metode-kan-bremse-overgoedning-og-gavne-miljoeet>

Hulgard, K. & Madsen, C. V. (2018), *Biologibogen C* (1. udgave), Systime

Landbrug og Fødevarer - Økologi & SEGES - Landbrugets faglige Videns- og Innovationscenter, *En levende og frugtbar jord på Oekologiforgymnasiet.dk*. Lokaliseret 29. april 2022 på <https://oekologiforgymnasiet.dk/biologi/en-levende-og-frugtbar-jord>

Landbrug og Fødevarer - Økologi & SEGES - Landbrugets faglige Videns- og Innovationscenter, *Næringsstoffer i det økologiske landbrug på Oekologiforgymnasiet.dk*. Lokaliseret 29. april 2022 på <https://oekologiforgymnasiet.dk/biologi/naeringsstoffer-i-det-oekologiske-landbrug>

Nielsen, K. E. & Strandberg M. T. (2017), *Er jorden i virkeligheden meget surere, end vi troede? på Videnskab.dk*. Lokaliseret 29. april 2022 på <https://videnskab.dk/naturvidenskab/er-jorden-i-virkeligheden-meget-surere-end-vi-troede>

Støvring, J. L., Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning ved Københavns Universitet, *PartnerLandskab - Næringsstoffer og pH på ign.ku.dk*. Lokaliseret 28. april 2022 på <https://ign.ku.dk/partnerlandskab/godvaekstjord/naeringsstoffer-og-ph/>

Østergaard, K. B., *Hvad kræver en plante for at vokse på Detergodtvide.dk*. Lokaliseret 29. april 2022 på <https://www.detergodtvide.dk/hvad-kraever-en-plante-for-at-vokse/>

# JORDANALYSE - LÆRERDEL

## MÅLGRUPPE

Biologi C, B og A, samt Bioteknologi A. Arbejdsspørgsmålene kan også tilpasses til Kemi A.

## LÆREPLANER

### Kompetenceområder

Biologi C	Biologi B	Biologi A	Bioteknologi A
Anvende fagbegreber, fagsprog, relevante repræsentationer og modeller til beskrivelse og forklaring af iagttagelser og til analyse af enkle biologiske problemstillinger			Anvende fagbegreber, fagsprog, relevante repræsentationer og modeller til beskrivelse og forklaring af iagttagelser og til analyse af bioteknologiske problemstillinger
Udføre enkle eksperimenter og undersøgelser i laboratoriet og i felten under hensyntagen til sikkerhed	Tilrettelægge og udføre eksperimenter og undersøgelser i laboratoriet og i felten under hensyntagen til sikkerhed og til risikofaktorer ved arbejde med biologisk materiale		
	Bearbejde data fra kvalitative og kvantitative eksperimenter og undersøgelser og dokumentere eksperimentelt arbejde hensigtsmæssigt		
Formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om biologiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer			Formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om bioteknologiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer
Demonstrere viden om fagets identitet og metoder			
Behandle problemstillinger i samspil med andre fag			

Tabel 2. Kompetenceområder som kan dækkes gennem disse forsøg for Biologi C, B og A, samt Bioteknologi A. Tabel baseret på den samlede læreplan fra 2017.





## Kernestof

Biologi C	Biologi B	Biologi A	Bioteknologi A
<i>Økologi:</i> - Samspil mellem arter og mellem arter og deres omgivende miljø - C-kredsløb	<i>Økologi:</i> - samspil mellem arter og mellem arter og deres omgivende miljø - C-, N- og P-kredsløb	<i>Økologi:</i> - Samspil mellem arter og mellem arter og deres omgivende miljø - C-, N- og P-kredsløb	<i>Økologiske grundbegreber:</i> - Eksempler på samspil mellem arter og mellem arter og deres omgivende miljø
			<i>Syre-basereaktioner</i>

Tabel 3. Kernestof som kan dækkes gennem disse forsøg for Biologi C, B og A, samt Bioteknologi A. Tabel baseret på den samlede læreplan fra 2017.

## TIDSFORBRUG

2-3 moduler á 90 minutter.

Modul 1: Kort gennemgang af forsøgene og den relevante teori. Forsøg 1 udføres (kan eventuelt gemmes til modul 2, hvis I ikke vil vente på at jorden tørrer).

Modul 2: Mindst 24 timer efter modul 1, hvis I vil tørre jorden for at gøre forsøgene lettere at udføre. Forsøg 2, 3, 4 og 5 udføres.

Modul 3 eller hjemmearbejde: Tid til at arbejde med arbejdsspørgsmålene, som eventuelt kan laves til en aflevering/rapport.

## FORBEREDELSE

Vejledningen er bygget op med en elev- og en lærerdel. Elevdelen er tænkt til udlevering til eleverne, hvor der er en kort introduktion til teorien, samt forsøgsvejledninger og arbejdsspørgsmål. I kan vælge i forsøgene og arbejdsspørgsmålene og tilføje ekstra opgaver til eleverne, så det passer til Jeres undervisning.

Sørg for at der er nok materialer til at alle grupper kan udføre forsøgene.

Modul 1: I kan med fordel udvælge nogle steder på forhånd, hvor eleverne kan tage jordprøver til pH-analyse, samt N- P- og K-analyse. Det kan for eksempel være et sted, hvor der bliver dyrket afgrøder, græsmærker eller forskellige arealer omkring skolen. Sørg for at have planteskeer eller lignende og beholdere, som eleverne kan opsamle jordprøver med.

Hvis I vælger at tørre jorden i Forsøg 1 er det vigtigt, at den er helt smuldret og ensartet. Sørg også for at jorden kan tørre på naturlig vis til næste modul.

Forbered en kort gennemgang af forsøgene og den relevante teori. Her kan I eventuelt komme ind på nitrogen, fosfor og kaliums indflydelse på planternes vækst og næringsstofferne kredsløb. I kan snakke om enzymer og bakteriers roller i næringsstofferne kredsløb og for planternes vækst.

Modul 2: Hvis I vælger at tørre jorden skal I planlægge modul 2, så det ligger mindst 24 timer efter modul 1, så jordprøverne har nået at tørre. Sørg for at der er nok materialer til alle at alle grupper kan udføre Forsøg 2, 3, 4 og 5. I kan eventuelt dele forsøgene ud blandt grupperne og lade dem dele resultater til sidst.

Modul 3 eller hjemmearbejde: Arbejdsspørgsmålene kan laves til en aflevering/rapport eller eleverne kan få tid til at lave dem i modul 3.

Hvis I bruger materialet til Bioteknologi A eller Kemi A, kan I eventuelt inkludere beregninger af stofmængder for NPK-gødning, beregne forventede pH-værdier i jorden, og afstemme redox-reaktioner i især kvælstofkredsløbets reaktioner.

Efter forsøgene er lavet skal testrør og filtreringsrør rengøres med varmt vand og sæbe.

Opbevar alle dele tørt til næste gang. Pulveret og opløsningerne er bedst inden for 12 måneder efter åbning.