

Jord under mikroskop

af Elise Bastrup

For at undersøge jordbundens udviklingshistorie og dens egenskaber som grundlag for plantevækst, må der normalt foretages analyser af prøver fra de forskellige lag, der udgør et jordbundsprofil. Til fysiske og kemiske analyser af jord anvendes sønderbrudte prøver, hvor bestanddelenes naturlige indbyrdes relationer er ødelagte. Derved bliver resultaterne en slags gennemsnitsværdier, som ikke tager hensyn til de enkelte bestanddeles oprindelige placering i jorden.

I mange tilfælde kan et kendskab til de interne strukturforhold imidlertid være afgørende for forståelsen af jordbundsudviklingen. Det gælder for processer som opløsning og udfældning af kalk, transport af lerpartikler, humus, jern og andet, foruden biologiske omsætningsprocesser. En mulighed for at betragte den indre struktur i jordbunden fås ved fremstilling af tyndslib af uforstyrrede jordprøver efter imprægnering. Ved mikroskopering af slibene kan der findes synlige beviser for nogle af de processer, som har fundet sted i jorden.

GENERELT OM JORDBUNDSDANNELSE

Jordbundsudviklingen afhænger af adskillige faktorer, hvoraf de vigtigste er klimaet, udgangsmaterialet, vegetationen og tiden. Derfor er en fastlæggelse af den geografiske fordeling af jordbundstyper i Danmark ret kompliceret. Som eksempel på klimaets indflydelse kan nævnes, at nedbørens ujævne fordeling over landet, med et maximum i Sydvestjylland og et minimum i Storebæltsregionen, på Samsø og Helgenæs, bevirker en større udvaskning af jordbunden i Jylland. Vegetationstypen har først og fremmest indflydelse på jordbunden gennem tilførslen af mere eller mindre sure affaldsprodukter fra blade, stængler og rødder. For eksempel frembringer lyngplanter meget sure nedbrydningsprodukter. Betydningen af udgangsmaterialet under danske forhold skyldes fortrinsvis jordens indhold af nærings-ioner og dens evne til at tilbageholde gennemsivende regnvand. Begge forhold er stærkt afhængige af lerindholdet, fordi lerpartiklerne er i stand til at binde både ioner og vand til sig. Det vil sige, at en leret jord oftest er næringsrig og kan under tørke forsyne planter med vand i længere tid end en sandet jord. Med tiden sker der dog også en udvaskning af ionerne, og i lerjorden en transport af lerpartiklerne. Her kommer vi ind på den sidste af de nævnte faktorer - tiden. Det har vist sig, at dannelsen af en brunjord med lerudfældningshorisont varer omkring 10.000 år, mens en podsoljord kan dannes på få hundrede år. Det sidste kan ses i klitter af historisk alder, hvor man kan finde op til 3 podsoljorde ovenpå hinanden. En ny podsol er dannet, når sandflugt har aflejret materiale ovenpå den eksisterende jordbund.

En sådan opdeling i faktorer med indflydelse på jordbundsdannelsen er selvfølgelig kunstig. Ofte er det umuligt at skelne de enkelte faktorerets betydning fra hinanden, og faktorerne påvirker også hinanden. For eksempel afhænger vegetationen tit af udgangsmaterialets beskaffenhed og klimaets variation gennem tiden.



Figur 1. Brunjord med lerudfældningshorisont fra Hestehaven. Afstanden mellem de hvide tværstreger på målebåndet er 20 cm. Materialet upåvirket af jordbundsdannelsen, C-horisonten, ligger dybere end 160 cm og ses ikke på billedet. Materiale fra C-horisonten indeholder cirka 20% CaCO_3 .

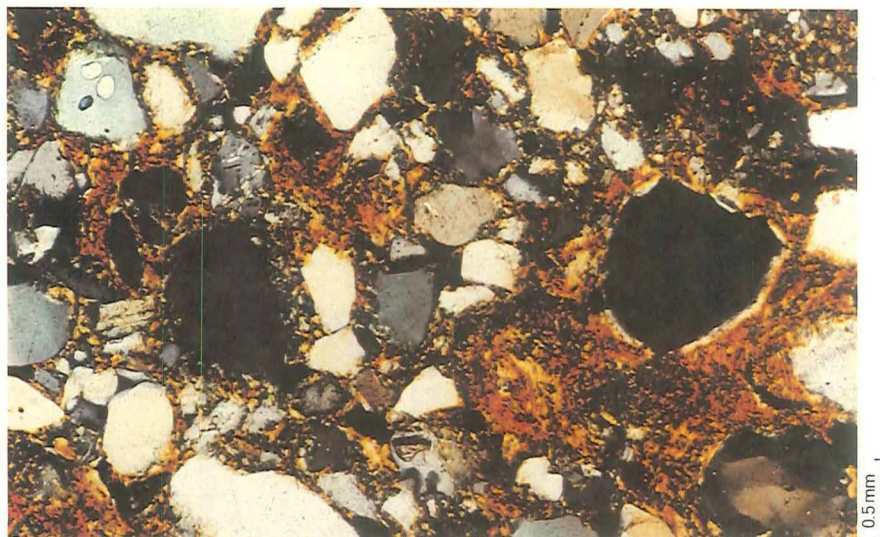


A1 horisont med stort humusindhold, muldlag, cirka 10% ler

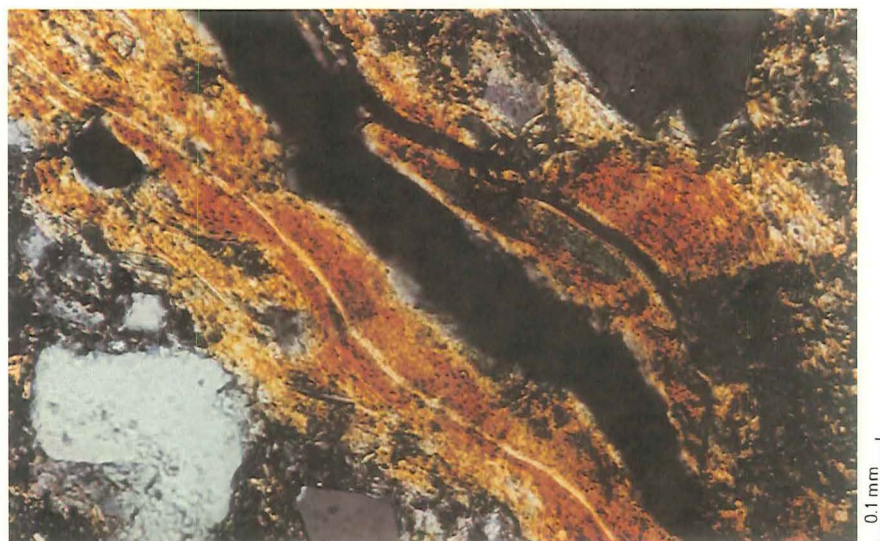
A2 udvasket horisont med 6% ler

B2t lerudfældningshorisont med veludviklet mangelkantet struktur, 20-25% ler

B3t lidt lysere horisont med svagere struktur.



Figur 2. B2t-horisonten. Polariseret lys. Kvartskornenes frave varierer fra hvid over grå til sort. Porerne er her sorte. Det gullige materiale er ler. Den store pore til højre i billedet er helt omgivet af lerudfældninger.



Figur 3. B2t-horisonten. Polariseret lys. Diagonalt løber en kanal (sort) omgivet af gulligt lagdelt ler.

UDVALGTE JORDBUNDSTYPER

I det følgende præsenteres to af de almindeligste danske jordbundstyper, nemlig en brunjord med lerudfældningshorisont (figur 1) og en podsoljord (figur 4). Den første type findes udbredt på moræner i Østdanmark, det vil sige på leret, ofte kalkholdigt materiale. Podsoljorden er derimod typisk for den fattige hedejord (både hedeslette og sandet bakkeø) i Vestjylland og på sandede jorde, for eksempel klitter, andre steder i landet.

Den her omtalte brunjord findes i bøgeskoven Hestehaven ved Rønde, 30 km nordøst for Århus, og podsolprofilet findes i en grusgrav ved Engesvang, 13 km vest for Silkeborg.

Først lidt om den teoretiske baggrund for dannelsen af de to jordbundstyper.

HVORLEDES DANNES BRUNJORD MED LERUDFÆLDNING

De processer, som fører til dannelsen af brunjord med lerudfældningshorisont, er mulddannelse, opløsning af kalk i de øverste 1-2 meter og transport af lerpartikler fra den øverste del af jorden til en udfældningshorisont nede i 50-150 cm dybde.

Mekanismerne bag mobilisering, transport og aflejring af lerpartikler kendes ikke fuldstændigt, men følgende teorier er almindeligt accepterede. Mobilisering kan ske, når leret i en horisont bliver fattig på især Ca^{++} - og Mg^{++} -ioner, men ved højere surhedsgrader også Al^{+++} og Fe^{++} . Transporten foregår ved mekanisk opslemning af partiklerne i det gennemsvivende vand. Aflejringen giver derimod anledning til større uoverensstemmelse mellem de to dominerende teorier.

Teori 1 anlægger synspunktet, at aflejringen sker ved 'fnugdannelse' (flokku-
lering) i det øjeblik lerpartiklerne når en horisont med højere indhold af de ovennævnte ioner, som er 'fnugdannende'. Teori 2 hævder, at nedsivningen standses ved, at vandet suges ind i tørre partier i jordbunden, og at lerpartiklerne derved 'filtreres' fra som lerhinder på overfladen af jordklumperne. Tilhængerne af teori 2 er nok efterhånden i overtal, hvilket blandt andet skyldes, at lerhinderne ofte træffes temmelig langt nede i kalkholdige horisonter, hvor der jo er masser af 'fnugdannende' ioner.

HVORLEDES DANNES PODSOLJORD

Podsolen karakteriseres af et morlag (surt, ufuldstændigt dannet organisk materiale) og en iøjnefaldende horisontopdeling, hvor sorte organiske forbindelser og rødbrune jernforbindelser danner hver sin horisont under en næsten hvid horisont (figur 4). Det skal dog bemærkes, at langt fra alle podsoltyper er så stærkt opdelte, men at vi i Danmark træffer nogle af de smukkeste udviklede podsoler i Europa.

Zoneringen opstår ved, at umættede organiske forbindelser fra morlaget, opløst i det nedsivende vand, danner komplekse forbindelser med jern- og aluminium-ioner i den underliggende jord. Med regnvandet flyttes forbindelserne nedad i jorden, og udfældning finder sted, når alle ledige pladser på de organiske forbindelser er besat med metalioner. Senere nedbrydes forbindelserne af mikroorganismer, så jern- og aluminium-ioner igen frigives.

LERHINDER I BRUNJORDEN

Den vigtigste proces i brunjorden er lertransporten, som illustreres ved de følgende to billeder af tyndslib. Aflejring af lerpartikler på jordklumper i B-horisonterne ses ofte med det blotte øje som en glinsende belægning. I tyndslibene er det muligt at afsløre, at selv en ringe transport har fundet sted og placering, tykkelse og bestanddele af lerhinderne kan studeres nærmere. Figur 2 viser et udsnit fra B2t-horisonten med mange lerhinder og lerudfyldte porer. Leret ligger som lamelagtige, lysende gule, langstrakte udfyldninger mellem kornene. Det skyldes, at de små pladeformede lermineraller ligger parallelt og derfor bryder lyset, som om de var et enkelt mineralkorn.

Figur 3 viser en kraftig forstørrelse af en lerhinde med særlig tydelig lamelopbygning.

JERNBÅNDET I PODSOLJORDEN

En af de vigtigste horisonter i dette profil er det tynde jernbånd omtrent midt i profilet. Både i naturen og i tyndslibene ses adskillige rødder over det stærkt cementerede jernbånd, nærmest som en 'matte'. Det tyder på, at i hvert fald en del af B2h-horisonten dannes efter jernbåndets opståen. Cementeringen bremser nemlig røddernes nedtrængen, hvorfor de på stedet nedbrydes til humusforbindelser af mikroorganismer. B2h-horisonten er således ikke udelukkende dannet af udfældede organiske forbindelser fra overfladelagene, som man tidligere har ment.

LERHINDER OGSÅ I PODSOLEN

I den nederste del af profilet afslører tyndslibene lerhinder både i B3ir- og C-horisonten. Her kan mikromorfologien altså påvise en lertransport, som er usynlig med det blotte øje og som heller ikke konstateres ved analyser af partikelstørrelsesfordelingen.

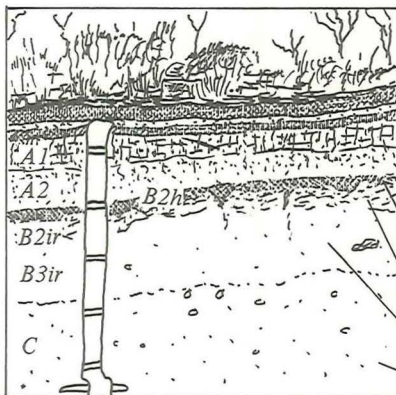
KONKLUSION

Ved undersøgelse af tyndslib fra jordprøver under mikroskop, er det muligt at opdage en række skjulte træk ved jordbunden, foruden at tyndslibene kan tjene som dokumentation for visse processer, for eksempel lertransport.

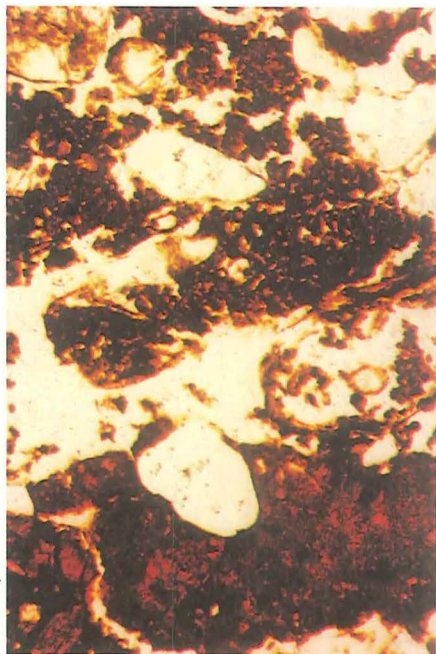
Endelig er mikromorfologien et udmærket pædagogisk hjælpemiddel, idet visuelle oplevelser ofte forstås og huskes bedre end en teoretisk gennemgang.



Figur 4. Podsolprofil fra Engesvang.



- lyngtørv
- flyvesandslag
- tidligere overflade
- horisont med stort organisk indhold, som er ufuldstændigt omdannet
- kraftigt udvasket horisont, hvor rene kvartskorn giver den lyse farve
- horisont med udfældning af organisk stof
- tyndt jernbånd
- jernudfældningshorisont
- horisont stadig præget af jernforbindelser
- upåvirket jord



Figur 5. Overgangen mellem B2h og jernbåndet. Forneden i billedet ses det rødlige jernbånd, som udfylder omtrent alle porer med jernforbindelser. Ovenfor findes det mere granulære og brunlige organiske stof (B2h) og en del smårødder, som tilsyneladende ikke kan trænge gennem jernbåndet.

Den varme undergrund

GEOTERMISKE RESERVOIR-FORMATIONER I DANMARK

af Olaf Michelsen og Finn Bertelsen

I artiklen 'Geotermisk energi i Danmark' (Varv nr. 4, 1978) blev det kort nævnt, at det generelt er lagene under Skrivekridtet, især Trias-Jura lagserien, der har interesse i forbindelse med geotermisk efterforskningsarbejde. I denne opfølgende artikel er det derfor hensigten at beskrive den geologiske udvikling i Danmark gennem Trias, Jura og Nedre Kridt perioderne for dermed rumligt og dannelsesmæssigt at placere de lag eller lagserier, der i de kommende år kan komme til at spille en hovedrolle som reservoirer for geotermisk vand.

Da det oftest drejer sig om velafgrænsede lag vil de blive beskrevet som formationer, der er sedimentlegemer af en vis ensartet karakter og afsat under ensartede forhold. Dette betyder, at de ikke behøver at have samme alder i forskellige dele af området. Derfor er der i skemaet, figur 1, vist forholdet mellem formationer og den geologiske alder.