Samenvatting Bodemkunde

# I Inleiding

## I.1 Definitie bodem

De bodem is het bovenste, losse deel van de aardkorst 🡪 reactiezone litho-, atmo-, hydro- en biosfeer.

Synoniem: Pedosfeer

Bodemkunde = pedologie

## I.2 Onderzoeksobject

Primaire kenmerken 🡪 geologische erfenis

Secundaire kenmerken 🡪 gevolg bodemgenese/bodemevolutie oiv milieufactoren

Bodemprofiel 🡪 verticale wand, tijdsveranderlijk 🡪 incompleet beeld

* Horizonten: 3-dimensionele volumes, gevolg bodemgenese
* Type: wordt beschouwd als individu
* Systeem: bodems in landschappelijke samenhang (migratie deeltjes ook vertikaal)

Pedon: 3-dimensionaal volume om vorm en relaties horizonten te bestuderen

Topo-hydrosequenties: # pedons op helling en/of hydrolische gradiënten

## I.3 Waar zijn bodemkundigen actief en opleiding

Actief:

* Archeologisch onderzoek
* Geologisch onderzoek
* Beheer van graslanden en natuurreservaten

Opleiding 🡪 vooral landbouwonderwijs

# II Basiselementen van bodems

## II A Vast-Mineraal

### II A.1 Fysische aspecten

**Deeltjesgrootte**

* Individuele deeltjes: een enkel deeltje
* Deeltjesklassen: Klei (<2µm), leem (2-50µm), zand (50µm-2mm), grind (>2mm)
* Korrelgrootteverdeling: Relatieve # deeltjesklassen, incl. grind 🡪 curve
* Textuur: Relatieve # deeltjesklassen, excl. grind 🡪 naamgeving 🡪 textuurdriehoek

Fijne grond: texturen die kleiner zijn dan 2 mm

**Vorm**

* Klei 🡪 plaatvormig
* Leem en zand 🡪 ≠ vormen 🡪 hangt af van transport en soort mineraal

**Oppervlakte**

* Blokvormig (zand en leem) 🡪 kubuszijde 10 X kleiner 🡪 opp. 10 X groter
* Klei 🡪 opgestapelde bladstructuur 🡪 opp. veel groter

**Belang van textuur (selectie)**

* Belang # klei 🡪 groot oppervlak, negatieve lading 🡪 buitenkant positieve lading 🡪 sommige kationen voeding voor planten 🡪 worden uitgewisseld met H+
* Dus hoe meer klei 🡪 hoe meer voeding vasthouden 🡪 maar ≠ soorten klei
* Textuur bepaald # water kan worden vastgehouden en # daarvan planten kunnen opnemen

Kationen: ionen met een positieve lading

**Lithologische discontinuïteit**

Plekken in bodems waar bepaalde horizonten sterke verschillen tonen in korrelgroottesamenstelling door een verschillende geologische erfenis.

### II A.2 Chemische en mineralogische aspecten

Primaire mineralen: zijn afkomstig uit het moedermateriaal, de geologische erfenis

**Kleimineralen: kristallen en lading**

Kleimineralen = Al-phyllosilicaten 🡪 opgebouwd uit Si-tetrahedron en Al-octahedron

Een oneindig groot kristal van Si-tetrahedronen en Al-octahedronen 🡪 neutraal

In realiteit kleimineralen soms negatief door:

* Isomorfe substitutie: ionen in het rooster zijn vervangen door andere ionen met een andere lading (niet pH-afhankelijk)
* Vrije hoeken van het kristal 🡪 overschot negatieve lading (pH-afhankelijk)

Laagstructuur phyllosilicaten 🡪 afwisseling tetraheder- en octahederlagen 🡪 tweelaags = 1:1 (TOTO...) en drielaags = 2:1 (TOTTOTTO...) 🡪 hangen aan elkaar door gemeenschappelijke O en OH-ionen 🡪 waterstofbruggen

**Kleimineralen: de belangrijkste soorten**

1. 1:1 Niet-zwellende kleien
2. 2:1 Zwellende kleien
3. 2:1 Niet-zwellende kleien
4. 2:2 of 2:1:1 Groep van gemengde gelaagdheid
5. Ketting aluminiumsillicaten
6. Amorfe aluminiumsillicaten

**Kleimineralen in de Belgische bodems**

Meestal gemengd 🡪 veel illiet, smectiet, chloriet en kaoliniet, tertiaire afzettingen 🡪 glauconiet

**Andere (secundaire) mineralen**

1. Oxiden en hydroxiden
   1. Si (silicium)
   2. Al (aluminium)
   3. Fe (ijzer)
   4. Mn (mangaan)
2. Carbonaten
3. Sulfaten
4. Sulfiden
5. Fosfaten
6. Haliden

**Genese van de kleimineralen**

Primaire mineralen verweren 🡪 reacties (meestal evenwicht) 🡪 water verwijderd opgeloste stoffen uit het systeem 🡪 reacties kunnen verder gaan

**Mineralogische samenstelling van bodems**

Varieert in functie ven de korrelgrootteklasse

**Lithologische discontinuïteit**

Dit begrip slaagt ook op plekken in bodems waar bepaalde horizonten sterke verschillen tonen in mineralogische samenstelling door een verschillende geologische erfenis.

## II B Vast-organisch

### II B.1 Enkele begrippen

**Edafologie**: Wetenschap die de invloed van bodems op het leven in die bodems (vooral planten) bestudeert

**Edafisch**: beïnvloed door factoren die ontstaan door de bodem

**Edafische factor**: Een eigenschap van de bodem die het type planten beïnvloed die op die bodem groeien

**Edafon**: Het geheel van de in de bodem levende organismen

**Organische stof/materiaal (OM)**: Het levende/dode organische materiaal in de bodem

**Organische koolstof (OC)**: Het deel van OM dat bestaat uit koolstof

**Minerale koolstof**: Koolstof in een zuivere en stabiele vorm 🡪 meestal houtskool

**Biomassa**: De totale massa van levende organismen in een gegeven volume bodem

**Humus**: Deel van het dode OM dat zover is aangetast dat de plantaardige en dierlijke delen, waarvan ze afkomstig zijn, visueel noch chemische herkend kunnen worden

**Veen**: Bodemmateriaal dat grotendeels bestaat uit OM

**Colloïdale stof**: Stof waarbij de moleculen te groot zijn om op te lossen, maar klein genoeg om in water te blijven zweven vb: humus

**Mest, compost en groenmest**: Door menselijke activiteit ontstane vormen van dood OM dat aan de bodem wordt toegevoegd om de vruchtbaarheid te verbeteren

### II B.2 Levende organismen

Zowel fauna als flora aanwezig in grote aantallen 🡪 produceren dood OM 🡪 voedsel andere organismen 🡪 zijn ook levende voedselbron voor andere organismen

Worden ingedeeld volgens afmetingen, voedingswijze, wijze van voortbeweging en taxonomische systematiek (= planten, dieren, algen...)

Onderverdeling volgens afmetingen:

1. Grote gravers (>25cm)
2. Wormen (2-20cm)
3. Andere dieren zichtbaar met het blote oog
   1. Arthropoden (geleedpotigen, enkele cm)
   2. Myriapoden (miljoenpoten, enkele cm)
   3. Hexapoden 🡪 Collembolen (springstaarten, 1 cm), Hymenoptera (mieren, 1 cm) en Coleoptera (kevers, enkele cm)
4. Microfauna 🡪 Nematoden (aaltjes, max. 1 mm), Protozoa (eencelligen, max. 1 mm, meestal veel kleiner), Rotiferen (radardiertjes, 200-600 µm)
5. Plantenwortels (>100-250 µm) 🡪 concentratie van bodemleven 🡪 wortels regelen toevoer OM naar bodem 🡪 symbiose
6. Algae (algen, diatomeeën...)
7. Fungi (schimmels, zwammen, paddenstoelen...)
8. Actinomycetes (sporenvormende bacteriën, <700 µm)
9. Bacteriën

* overlevingsmechanismen 🡪 autotroof (anorganische stoffen), heterotroof (organische stoffen), aerobisch (met zuurstof), anaerobisch (zonder zuurstof)

### II B.3 Organische stof cyclus

Fotosynthese 🡪 CO2+H2O 🡪 CH2O+O2

Respiratie 🡪 CH2O+O2 🡪 CO2+H2O 🡪 omgekeerde van fotosynthese

Deel biomassa sterft en komt in het voedselweb terecht 🡪 omzettingen door verschillende organismen in drie fasen

* Decompositie 🡪 organisch materiaal wordt verkleind en aangetast
* Mineralisatie 🡪 afbraak en het vrijmaken van voedingsstoffen
* Humificatie 🡪 vorming traag afbreekbare organische stof

### II B.4 Samenvatting van de organische stoffen

**Vers organisch materiaal**

Bestaat uit drie componenten 🡪 aminozuren, suikers en polymere macromoleculen Polymere macromoleculen 🡪 cellulose, hemicellulose, lignine, vetten, harsen en wassen

**Humus en humusstoffen**

Humus 🡪 heterogeen mengsel van OM, bestaat uit drie delen:

* Humine: Deel dat niet oplost in basisch of een zuur milieu
* Humuszuren: Deel dat wel oplost in een basisch maar niet in een zuur milieu
* Fluvozuren: Deel dat zowel in een basisch als in een zuur milieu oplost

Verdeling is kunstmatig 🡪 functionele groepen zorgen voor reacties en eigenschappen

* Normale pH-bereik 🡪 zuurgroepen (oa –COOH) gedissocieerd (H+ in oplossing) 🡪 negatieve lading
* Beïnvloeden oplossing in water 🡪 gedissocieerde moleculen beter oplosbaar 🡪 als gebonden minder oplosbaar

Verhouding C/N bepaald graad humificatie 🡪 goed gedraineerd en aanvoer N 🡪 vlotte humificatie (ratio 10), slecht gedraineerd 🡪 veen (ratio 20)

### II B.5 Fysische kenmerken van humusstoffen

Humus en klei kleverig 🡪 plakken aan elkaar 🡪 klei-humuscomplex 🡪 bepaald eigenschappen

* Waterophoudingsvermogen 🡪 kleine poriën verhinderd leeglopen van de bodem in droge omstandigheden
* Aggregaatstabiliteit 🡪 verbindingen grote moleculen 🡪 geven bodem stevigheid

### II B.6 Bodemhumustypen

**Terrestrisch** = humus die aan de opp. ligt van bodems zonder wateroverlast

Menging humus en minerale ondergrond slecht 🡪 ectorganische horizonten

* L-horizont 🡪 strooisellaag 🡪 goed herkenbare bladfragmenten
* F-horizont 🡪 verkleind en gedeeltelijk verteerd strooisel
* H-horizont 🡪 vrijwel volledig gehumificeerd
* A-horizont 🡪 minerale horizont waarbij de humus en de minerale fractie zijn gemengd

Drie hoofdtypen humus:

* Mor (ruwe humus) 🡪 strooisel, L, F en H-horizonten, C/N 🡪 >20, pH 3,5-4,5 🡪 zuur milieu, bodemfauna weinig actief, podzolgronden en naaldbossen
* Moder (half-rume humus) 🡪 actievere humificatie door schimmels en kleine insecten, C/H 🡪 12-20, pH 5-6, bosgronden en loofbossen
* Mull (zachte humus) 🡪 goed gestructureerde A-horizont, C/N 🡪 <12, pH rond 7 🡪 biologisch zeer actief, homogenisatie dominant proces

**Semi-terrestrisch =** Moerassige, slecht ontwaterde gebieden (= anmoor) 🡪 altijd nat

Typische horizonten:

* S-horizont: ectorganisch met levend veenmos
* O-horizont: endorganisch (ligt in minerale bodemprofiel) waarin afgestorven veen is geaccumuleerd

**Aquatisch** = In water zonder O (anaerobisch) door bezinking aquatische organismen

Verschillende soorten:

* Laagveen: ontbinding waterminnende planten, rijk aan nutriënten
* Gyttja: bezinksel plankton, planten en mineraal sediment
* Moerasmergel: mengsel planten en kalksediment 🡪 hellingen waar kalkrijk grondwater aan het opp. komt

### II B.7 Organische stoffen in de bodem

**Distributie**

* Humusmigratie 🡪 uitspoeling bovengrond en inspoeling ondergrond 🡪 podzol
* Begraven bodems 🡪 horizonten begraven onder nieuw sediment
* Bijzondere worteldistributie 🡪 wortels concentreren zich op een bepaalde diepte door beperking bovenste deel bodem en/of lager gedeelte zeer gunstig

**Organische bodem =** Bodems die bijzonder rijk zijn aan OM 🡪 vooral veen

**Bodems met bijzonder veel organische stof**

1. Actieve kalk 🡪 geen beweging 🡪 accumulatie OM
2. Amorfe aluminiumsilikaten 🡪 vulkanische as, + Al-silicaten & - humus binden
3. Zwellende klei en afwisselend droog en vochtig seizoen 🡪 organische verbindingen verspreiden zich door zwel en krimp
4. Graslanden onder een koud en vochtig klimaat
5. Graslanden onder continentaal klimaat 🡪 hoge productie, menging en migratie
6. Moerassige gebieden 🡪 laag- en hoogveen
7. Antropogene factoren 🡪 plaggebodems, langdurige overbemesting

### II B.8 Belang organische stoffen in de bodem

Voedingsketens, biodiversiteit, stabiliteit, conservatie, temperatuur, waterophoudingsvermogen, kationen uitwisselen en ontwikkeling secundaire mineralen

## II C Poriën

### II C.1 Inleiding, belang poriën

Porositeit: de volumefractie van de bodem die wordt ingenomen door poriën (holtes)

Totale porositeit 🡪 meestal 40-60 % van het bodemvolume

Belangrijk voor bodem 🡪 bepaald waterpercolatie, wortelpenetratie, verluchting... 🡪 hangt af van # poriën, grootte poriën, continuïteit poriën systeem

Vooral bestudeerd voor landbouw en milieuhygiëne (effect beluchting en watertransport)

### II C.2 Bulkdichtheid, porositeit en hun relatie

Bulkdichtheid (BD)/schijnbaar soortelijk gewicht (SSG): gewicht van ongestoorde, ovengedroogde bodem per volume-eenheid

BDbodem = (Vfr \*1)water + (Vfr \*0)lucht + (Vfr \*1,45)organische stof + (Vfr \*2,65)mineralen

Vfr = volumefractie

Natte bulkdichtheid: Bulkdichtheid van een nat monster

Porositeit = (BDnat – BDdroog) / SGwater

Berekening reële # van stoffen:

* Massa in 1 horizont 🡪 gewichtsfractie \* BD \* diktehorizont
* Massa bodem 🡪 optelling massa’s van de ≠ horizonten

### II C.3 Poriën, biologische activiteit en wortels

Bewortelbare diepte: diepte tot waar er continue poriën zijn van meer dan 150 µm diepte, aangezien de kleinste wortels 100-250 µm dik zijn

Zandbodems vs kleibodems

* Zand 🡪 korrels van 150-250 µm met nog kleinere poriën, krimpt en zwelt ook niet 🡪 weinig grote continue poriën voor wortels
* Klei 🡪 structuurelementen 🡪 grote poriën 🡪 plaats voor wortels

In zand kan wel water doorstromen en gravende dieren kunnen gangen maken, die instorten en met los materiaal worden gevuld 🡪 wel geschikt voor wortels

Biologische actieve laag: de bovenste decimeters van de bodem waar wortels parallel aan het opp. groeien, in diepere lagen groeien ze meer verticaal

### II C.4 Problemen met de bulkdichtheid en porositeit

**De ploegzool**

Druk tractorbanden drukt de bodem onder de bewerkte laag samen 🡪 bodem wordt dichtgesmeerd 🡪 wortelpenetratie wordt zeer beperkt en de waterpercolatie wordt bemoeilijkt waardoor de velden onder water kunnen komen staan

Na WOII grote problemen 🡪 als fysieke fertiliteit niet in orde is, heeft bemesten geen zin 🡪 probleem verminderd door aangepaste banden en snelheid

**De traffic pan**

Landbouw zinder bodembewerking

* Ploegzool vermijden door niet te bewerken met ploeg (no tillage farming)
* Nieuw probleem: samendrukken opp. door rijden met landbouwwerktuigen

Bosbestanden

* Bodemverstoring door machines die boomstammen en kaphout wegbrengen
* Probleem regeneratie bos 🡪 kiemende planten geraken niet door traffic pan
* Vooral probleem op leemgronden en perioden waarin de bodem nat of vochtig is

Graslanden

* Grazend vee in vochtige of natte weiden maar door mest meer mestkevers en regenwormen 🡪 goed tegen traffic pan

Wanneer oppervlakte verdicht 🡪 waterstagnatie en weinig zuurstof 🡪 kruidenvegetatie

**Gecementeerde horizonten**

Gecementeerde stoffen kunnen poriën tussen minerale korrels opvullen 🡪 lage porositeit

Voorbeeld: humus-ijzer podzolbodems

## II D Lucht in de bodems

### II D.1 Luchtsamenstelling

* Biologische activiteit 🡪 verbruik O2 en productie CO2 🡪 CO2 blijft in bodem door hogere dichtheid
* Bodemkleur 🡪 oxido-reductiegradiënt 🡪 overgang 2- naar 3-waardig ijzer
* Broeikasgas methaan wordt geproduceerd in moerassen, geïrrigeerde rijstvelden en door herkauwers

### II D.2 Planten en zuurstof

Bepaalde soorten zijn beter bestand tegen zuurstoftekort dan andere.

De behoefte van water heeft meer te maken met het compenceren van een zuurstoftekort. Planten met een korter groeiseizoen in een koude/natte periode zijn dus beter bestand tegen zuurstoftekort dan planten met een langer groeiseizoen.

### II D.3 Hoe bodem verluchten

* Bodembreking 🡪 ploegen en spitten brengt verse lucht in de grond
* Gravende dieren 🡪 vooral regenwormen
* Regenneerslag 🡪 percolerend water vult de poriën en verdrijft de lucht, wanneer bodem waterverzadigd 🡪 O uit water wordt gebruikt, als op 🡪 bodem anoxisch

## II E Water in de bodem

### II E.1 Hydrologische cyclus

Evaporatie: Het verdampen van water aan of boven het aardoppervlak

Transpiratie: De verdamping van waterdamp uit de huidmondjes van planten

Evapotranspiratie: Evaporatie + transpiratie

Percolatie: De neerwaartse beweging van water in de [onverzadigde zone](http://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Onverzadigde_zone&action=edit&redlink=1) van de [bodem](http://nl.wikipedia.org/wiki/Bodem)

Interceptie: Deel van de neerslag dat door de vegetatie wordt onderschept

Capillaire opstijging: Het via kleine gronddeeltjes opstijgen van grondwater in de bodem

### II E.2 Meteogegevens en noodzakelijke correcties

De waterbalans hangt af van begroeiing, de helling, oriëntatie helling en windrichting

* Interceptie 🡪 hangt af van vegetatie
* Optreden oppervlakkige afvoer 🡪 aanwezigheid van continue bodembedekking
* De oriëntatie van een helling en de windrichting 🡪 neerslag die effectief valt
* Bodemverdamping 🡪 aanwezigheid bodembegroeiing en/of strooisel

### II E.3 Bodemvocht: classificatie en terminologie

**Bodemwaterzones**

Bewortelde zone = hangwater- en/of open-capillaire zone, hangt af van grondwatertafel

* Hangwaterzone: Bodemlaag tot waar capilleire opstijging niet rijkt
* Open-capillaire zone: Laag met water en lucht, water komt door capillariteit
* Onverzadigde zone: Open-capillaire en hangwaterzone
* Vol-capillaire zone: In de poriën zit water maar nog boven de grondwatertafel
* Grondwaterzone: Ligt onder de grondwatertafel
* Verzadigde zone: Vol-capillaire en grondwaterzone

Grenzen moeilijk te trekken 🡪 variatie poriënsysteem

**Bindingskrachten (adhesie, cohesie en osmose) en drukhoogte**

**Adhesie**: Aantrekkingskracht tussen verschillende soorten moleculen

**Cohesie**: Onderlinge samenhang van moleculen van dezelfde soort

**Osmose**: Uitwisseling van twee oplossingen met een verschillende concentratie, door een halfdoorlatende wand

**Capillaire krachten**: combinatie adhesie en cohesiekrachten in de bodem

**Drukhoogte/zuigspanning h**: combinatie capillaire en osmotische krachten

**Het verband tussen drukhoogte en volumetrisch vochtgehalte: de pF-curve**

pF-curve of vochtkarakteristiek: geeft de relatie tussen de zuigspanning en het volumetrisch vochtgehalte weer

**Begrippen gebaseerd op de pF-curve**

**Verwelkingspunt θwp**: het punt op de curve bij een pF van 4,2 🡪 bij deze zuigspanning of hoger kan de plant geen water meer onttrekken van de bodem

**Veldcapaciteit θfc**: de hoeveelheid water die achterblijft na het uitzakken van het regenwater, dit is het geval bij een pF tussen 1,7 en 2,3

**Hoeveelheid beschikbaar vocht**: verschil tussen veldcapaciteit en verwelkingspunt

**Bergingsvermogen**: verschil tussen het verzadigd vochtgehalte en de veldcapaciteit

**Stroming van water: de doorlatendheidskarakteristiek**

De doorlatendheidskarakteristiek verteld hoeveel water er door de grond kan stromen afhankelijk van de zuigspanning.

Door de doorlatendheidskarakteristiek te combineren met de vochtkarakteristiek (pF-curve) kan men de stroming van water door de bodem simuleren.

### II E.4 Grondwatertafel

De grondwatertafel varieert in ruimte en tijd. De variatie in ruimte komt door de landschappelijke ligging en de variatie in de bodem. De verandering in tijd is te wijten aan de neerslag en verdamping.

**Landschappelijke ligging en typen grondwatertafels**

Vlakke, lage gebieden

* Grondwatergronden 🡪 ondiepe grondwatertafel
* Bovengrond zonder roest, dan laag met bruine en grijze roestvlekken en dan een blauw of grijs gereduceerde ondergrond

Hogere heuvelachtige gebieden

* Hangwaterprofielen 🡪 zeer diepe grondwatertafel
* Planten hebben alleen het hangwater
* De bodem vertoond geen roest- of reductieverschijnselen

Heuvels met een ondiepe kleilaag in de ondergrond

* Stuwwatergronden 🡪 klei laat infiltrerend regenwater slecht door en in de winter ontstaat hier dan een stuwwatertafel 🡪 zijn tijdelijk, verdwijnen in zomer
* Laag met roestvlekken aanwezig maar geen gereduceerde laag

Heuvelachtige gebieden met dagzomende watervoerende laag

* Hellingwatergronden 🡪 liggen dicht bij een bronniveau en zijn altijd nat

### II E.5 Bodemvochtregime

Dit geeft aan hoe goed of slecht een bodem gedraineerd is of hoeveel water er beschikbaar is voor de planten gedurende het jaar.

**Impact op de bodemmorfologie**

Effect van grondwatertafels op bodemmorfologie 🡪 oxido-reductie wat voorkomt in een afwisseling van anaerobe en aerobe omstandigheden 🡪 verplaatsing Fe en Mn van nat naar droog 🡪 roestvlekken, als voldoende Mn ook zwarte Mnvlekken

Gley (grondwatergley)

* Van beneden af gereduceerd omdat grondwater stijgt in het natte seizoen
* Langs wanden van grote poriën oxideert Fe 🡪 roestvlekken
* Zwarte Mn-bandjes tussen de poriën en de roestvlekken

Pseudogley (oppervlektegley)

* Van boven af gereduceerd
* Grote poriën vullen zich met water en aan de binnenkant concentreert Fe zich 🡪 roestvlekken aan de binnenkant

Stagnogley

* Deel bodem reduceert tijdelijk 🡪 infiltrerend water stuwt op stagnerende laag
* Boven stagnerende laag kan een reducerende laag zijn
* Onder stagnerende laag kunnen permanente oxidatieve omstandigheden zijn

**Bodemkaart van België**

Afhankelijk van de textuur en de aanwezigheid/diepte roest- en reductievlekken

Beperkingen 🡪 zuiver landbouwkundig en gebaseerd op roestverschijnselen 🡪 niet noodzakelijk de actuele situatie

# III Reacties en processen in bodems

Onder invloed van het externe en het interne milieu vinden er een reeks reacties en processen plaats, die tot gevolg hebben dat bodemeigenschappen met de tijd evolueren  ontstaan van een bodemprofiel met secundaire eigenschappen

Studie secundaire kenmerken laat toe:

* Reconstructie van het paleomilieu en zijn evolutie
* Impact van het milieu op de bodem in de toekomst
* Inschatten van de gebruiksmogelijkheden van de bodem

## III A Water en de faseveranderingen

* Water  hoekstructuur  waterstofbruggen  veel energie nodig om te breken
* Bevriezing  wanneer poriën die gevuld zijn met water uitzetten ontstaat er een grote druk op de bodem  materiaal wordt vervormd en verplaatst
* Verdampen  kookpunt zeer hoog (100°C)  endotherme reactie  invloed klimaat

Endotherme reactie: Een reactie waarbij warmte (=energie) nodig is om ze te laten verlopen

## III B Zwellen, krimpen, zuigkracht en druk

### III B.1 Krimpen in verband met ontwatering (rijping)

Rijpingsproces: vaste deeltjes komen dicht bij elkaar zodat er een aantrekkingskracht ontstaat  porositeit verminderd  minder plaats voor water  vermindering bodemvolume

Oppervlaktebodems  ontstaan van polygonaal barstenpatroon  kunnen opgevuld geraken  maar kan blijven werken als drainagesysteem en wortels groeien langs de barsten

Dieper gelegen sedimenten  onomkeerbare volumevermindering = subsidentie, ook hoger gelegen oppervlak kan zakken

n-waarde: empirische maat voor de rijping = (A-0,2R)/(L+3H)

A: % water

R: % leem en zand

L: % klei

H: % organisch materiaal

### III B.2 Zwellen en krimpen in verband met druk

* Bevriezing (zie III A)  druk veroorzaakt door bevriezing water
* Boomwortels  verdichting rond wortels  druk die wordt uitgeoefend als er wind is, tijdens storm wanneer bodem sterk waterverzadigd is  bodem onder druk  moddergeysers  risico op kantelen (windworp)
* Menselijke impact (zie II C)  ploegzool, traffic pan en dierlijke impact
* Neerslaan en groei van kristallen en concreties
  + Omzetting van kalk (CaCO3) naar gips (CaSO4.2H2O) door zure regen  volume verdubbelt
  + Hydrateren van anhydriet (CaSO4) naar gips (CaSO4.2H2O)  volumestijging

### III B.3 Zwellen en krimpen in verband met nat-droog cycli

COLE-index: bepaald mate van zwelling en krimp in functie van het vochtgehalte

**Sterk zwellende en krimpende gronden: de Verisolen**

Deze bodems hebben een grote # zwellende klei en komen vooral voor in een klimaat met een groot contrast tussen vochtige en droge seizoenen

Bodemkenmerken:

* Zwarte kleur tot grote diepte
* Barsten
  + Polygonaal verloop, tot 10 cm breed en 1 m diep, ruw wandoppervlak
* Bodemstructuur
  + Self-mulching  vorming laag aan oppervlak met een fijne korrelstructuur
  + Gevolg van uitdroging, vullen de open barsten deels op
* Drukhuiden
  + De klei die in de barsten is gevallen zwelt in de regenperiode  drukhuiden
  + Proces van argilloturbatie  bewegingen en verstoringendoor klei
* Oppervlaktereliëf
  + Gilgaï  microreliëf, bij vlak reliëf  gesloten depressies, bij hellingen  opeenvolging van ruggen en depressies

Hoge chemische fertiliteit, maar moeilijk te bewerken. Komen niet voor in België.

**Bodems met drukvlakken**

Bodems met zwellende klei, maar niet genoeg voor het ontstaan van slicksides. Hebben meestal een oppervlaktehorizont met een grovere structuur.

**“Normale bodems”**

Bodems met 10-30% klei en zonder dominantie van zwellende kleisoorten. Wanneer goed gedraineerd  prismastructuur door zwel/krimp

### III B.4 Zwellen en krimpen in verband met temperatuurswisselingen

* Thermische coëfficiënt  mate van zwel/krimp door temperatuursveranderingen
* Krimp door afkoeling  krimpscheuren met polygonaal patroon, groter dan bij water
* Vooral in woestijnklimaten  ≠ dag- en nachttemperaturen daar het grootste
* Temperatuur van belang bij verwering rotsen  ≠ mineralen  ≠ coëfficiënten  scheuren op grensvlakken mineralen  chemische aantasting
* Exfoliatie  invloed temperatuur vooral buitenkant  rots schilfert af

## III C Oplossing, verzadiging, neerslag en kristallisatie

Meeste reacties evenwicht  producten moeten verder migreren in de bodem, anders kan de reactie niet verder gaan, oplossen essentieel  planten nemen opgeloste stoffen op

**Oplosbaarheid van enkele belangrijke stoffen**

Zout: stoffen die beter oplossen dan gips (woestijnrozen)

Chloriden en sulfaten van K, Na, Mg en Ca  oplosbaar, zouten

Oplosbaarheid hangt af van temperatuur en kristalvorm

**Neerslag en kristallisatie**

Stof kan uit een verzadigde oplossing neerslaan door  verandering temperatuur, verdamping vloeistof en opname van vloeistof zonder of met minder opgeloste stof

## III D Cementeren

Invloed van de korrelgrootte  grind cementeert makkelijker dan zand…

Gecementeerde horizonten hebben invloed op waterpercolatie en wortelpenetratie

**Cementerende stoffen**

1. Calciet (kalk)  Kan door magnesiet (MgCO3) gecementeerd worden, in België allen als kalkconcreties in lössbodems met veranderende grondwatertafel
2. Gips  In (semi-)aride gebieden, ontstaan ven een microreliëf met oplossingsholten
3. Opaal, chalcedoon  Amorfe silica slaat als veel Si uit verwering komt  vulkanisch
4. Ijzeroxiden en –hydroxiden
   1. Lateriet  tropisch, vele ≠ vormen, in B  ijzerkorsten in paleobodems
   2. Plinthiet  nog niet verharde ijzeraccumulatie, verhard als blootgesteld aan zon en lucht
   3. Moerasijzer  grondwatertafel met veel Fe2+ dicht bij oppervlak  oxidatie en microbiologische activiteit wordt Fe3+ gevormd
5. Humusstoffen (met of zonder ijzer)  podzol- en zandbodems, ook in Belgisch Lotharingen belemmert wortelpenetratie
6. Placic horizont  zeer dun, accumulatie van Fe, Mn en organische stof, stopt wortelpenetratie en waterpercolatie, gevormd in bodems met dagelijks wateroverschot

## III E Hydrateren en dehydrateren

Hydrateren: het aan zich binden van watermoleculen

Sommige verbindingen kunnen in meer of minder gehydrateerde vorm voorkomen  info over milieuomstandigheden tijdens ontstaan

## III F Hydrolyse

Hydrolyse: chemisch proces waarin een mineraal in oplossing gaat door een reactie met geïoniseerd water (H3O+, OH-). Kationen worden vervangen door waterstofionen.

Voorbeelden

1. Veldspaten
   1. KAlSi3O8 + H2O  HAlSi3O8 + KOH (kaliloog, zeer basisch, pH stijgt)
   2. 2HAlSi3O8 + 9H2O  Al2Si2O5(OH)4 + 4H4SiO4 (kaoliniet + kiezelzuur zwak)
   3. Al2Si2O5(OH)4 + 5H2O  2Al(OH3) + 2H4SiO4 (gibbsiet + kiezelzuur)
2. Mica (met K in de tussenlaagjes)
   1. KAl2(AlSi3O10)(OH)2 (muscoviet)+ H2O  illiet + KOH
   2. Illiet + H2O  vermiculiet + KOH
   3. Vermiculiet + H2O  kaoliniet + kiezelzuur
   4. Kaoliniet + H2O  gibbsiet + kiezelzuur

Hydrolyse verloopt het best bij veel regenoverschot, hoge temperatuur, genoeg tijd (geen erosie) en voldoende aanbod van zuur om de sterke basen die ontstaan te compenseren.

## III G Zuur effect

pH regenwater  normaal lichtjes zuur door oplossing CO2, ook kunnen er organische en anorganische zuren in opgelost zijn

In de bodem  organische zuren, gevormd door ontbinding organische stoffen

**Ontkalking**

Kalk vooral aanwezig als calciumcarbonaat CaCO3  ook koolzuur H2CO3 aanwezig  omgezet naar calciumbicarbonaat Ca(HCO3)2

Calciumbicarbonaat veel oplosbaarder dan calciumcarbonaat  kalk lost op en migreert

Factoren van belang bij ontkalking  # organische stof, biologische activiteit en temperatuur

## III H Oxido-reductie

**Een paar begrippen**

Oxidatie: een reactie waarbij een elektron wordt afgestaan

Reductie: een reactie waarbij een elektron wordt opgenomen

Redoxpotentiaal: geeft de verhouding weer tussen de # geoxideerde en gereduceerde stof

Belang zuurstof en organische stof  zuurstof is een sterke oxidator en organische stof ontstaat uit de reductie van CO2

**Het proces**

Oxidatie van OM gebeurd door micro-organismen. Er wordt eerst vrij zuurstofgas gebruikt, maar als het nodig is ook niet-vrij zuurstofgas en andere oxidators, zoals nitraat (NO3-), Mn4+, Mn3+, Fe3+ en sulfaat SO42-. Er komt dan CO2 en daarna achtereenvolgens N2, zouten van Mn2+, zouten van Fe2+, sulfiden S2- en als laatste methaangas CH4

**Wanneer reductie**

Reductie vind vooral plaats in milieus met:

* Stagnerend water
* Rijk aan organische stoffen
* Hoge temperaturen

**Bodemkleur en morfologie**

Fe3+ en Mn4+  kleur en onoplosbaar

Fe2+ en Mn2+  kleurloos en oplosbaar

* Gley  Fe slaat neer aan rand poriën (binnenkomende lucht), Mn slaat meer naar buiten neer aan de rand van de poriën  hogere zuurstofconcentratie nodig
* Gevlekte bodems  zowel Fe3+ (slecht oplosbaar) als Fe2+ (goed oplosbaar) aanwezig  stomend water doet Fe2+ uitlogen en Fe3+ accumuleren  redoximorfe uitloging
* Pseudogley en stagnogley  bodem bevat zuurstof en heeft bruin/rode kleur, reductie aan poriën, hier ook meestal wortels  sterven af  geven OM voor reductie

**Weetjes**

* Fosfaten die niet oplosbaar zijn binden met Fe  kunnen migreren als Fe reduceert
* Mn oxideert moeilijker en reduceert eter dan Fe  Mn migreert  Fe stabiel
* Zuurdere pH  hogere redoxpotentiaal  Mn reduceert makkelijker in zuur, Fe moeilijker in basisch  Fe mobieler in zuur dan in kalkbodems
* Type Fe-mineraal en morfologie spelen ook rol bij mobiliteit en vatbaarheid reductie

## III I Ionenuitwisseling

Kationen en anionen → zeer oplosbaar, belangrijke nutriënten voor planten

Negatieve lading klei en humus → permanent en pH-afhankelijk

Ionenuitwisselingscomplex: geabsorbeerde ionen kunnen worden uitgewisseld met andere ionen die dezelfde lading hebben

Factoren die uitwisseling beïnvloeden → de wet van behoud van massa, de lading, de activiteit van de ionen (in functie van de grootte en de hydratatiegraad) en de pH als de lading hiervan afhankelijk is

Selectiviteitscoëfficiënt: berekening van het effect van de lading, concentratie en de activiteit

Efficiëntiereeks: reeks die weergeeft welke ionen prferencieel worden opgenomen

Bepaling van de fertiliteit in functie ven de kationenuitwisseling

* Kationenuitwisselingsvermogen (CEC) → som van H+, Al3+ en alle basische kationen, uitgedrukt in cmol(+)/kg bodem
* Baseverzadiging → de hoeveelheid van CEC die is bezet door de basische kationen

Verband tussen de pH en de basenverzadiging

* pH < 5 → Al3+ dominant, basenverzadiging laag
* pH tussen 5 en 8,5 → Ca2+ dominant, basenverzadiging hoog
* pH boven 8,5 → Na+ en K+ dominant, basenverzadiging hoog
* pH > 7 → 100% basenverzadiging
* Hoe zuurder de pH, hoe armer de bodem, >60% Al3+ → toxisch voor vele planten

## III J Chelaten (organo-metaalcomplexen)

Ondbinding OM → nieuw OM, sommige oplosbaar in water → kunnen binden met metaalionen, vooral Fe en Al → niet meer oplosbaar → worden niet meegevoerd met water, maar kunnen wel migreren

Complexolyse: de extractie van Fe en Al uit mineralen, vorm van verwering

Podzolisatie: vorming podzol met een ontijzerde licht uitlogingshoriziont en een zwarte aanrijkingshorizont

Factoren podzolisatie → percolerend water, arm moedermateriaal en de vegetatie

Podzolen in België → vooral in de zandstreek, heidengebieden hebben dit in de hand gewerkt. Meestal intensief bewerkt door de landbouw en niet meer te herkennen

## III K Dispersie-flocculatie

Dispertie: het afstoten van colloïdale deeltjes in water

Flocculatie: het aantrekken van colloïdale deeltjes in water

**Het proces**

Aantrekking → Van der Waals-kracht → alleen als deeltjes dicht genoeg bij elkaar zijn

Afstoting → als deeltjes niet dicht genoeg bij elkaar kunnen komen

Klei → hangt af van de dikte van de elektrische dubbellaag (positieve mantel rond mineralen)

Hangt af van → lading van de colloïden, afmetingen van de deeltjes en de geabsorbeerde ionen → proportie, afmeting, lading en hydratatielaag

**Gevolg voor de bodems**

* pH lager dan 5 → Al3+ domineert → flocculatie en geen kleimigratie
* pH tussen 5,5 en 6,5 → dispersie als kationenconcentraties laag, kans op kleimigratie
* pH tussen 7 en 8,4 → bodems verzadigt met Ca2+ → flocculatie, geen kleimigratie
* Zoute bodems → hoge concentratie kationen → flocculatie
* Hoge Na-concentratie op colloïden → zeer sterke dispersie

# IV Bodemkenmerken

## IV A Zuurgraad, alkaliciteit en pH

pH: de graad van concentratie van H+-ionen in de bodemoplossing

Verschil tussen zure, neutrale en alkalische (=basische) bodems:

* Zure bodems → pH lager dan 3, meestal zure sulfaatbodems
* Neutrale bodems → pH tussen 6,6 en 7,3
* Alkalische bodems → pH > 7/7,3

kalkrijke bodem → pH tussen 7 en 8,5

Alkalibodems → aanwezigheid alkalizouten, zoals Na2CO3 → pH > 8,8

## IV B Zoute bodems

Problemen plantengroei → sommige kunnen nog verdragen → vegetatie slikken en schorren

Graad van zouthei → wordt gemeten door de elektrische geleidbaarheid

In België → komen alleen voor aan de kust en de Schelde

## IV C Alkalibodms

Bodems met een pH >8,5 en een hoge Na+ verzadiging, komt voor in aride gebieden, niet in België

Bij irrigatie → komt veel Na vrij → sterke dispersie van klei en organische colliöden

## IV D Aggregaatstabiliteit

Gekarakteriseerd door de mate waarin een kurkdroog fragment grond uit elkaar valt wanneer het in water wordt gedompeld → humuscolloïden versterken de stabiliteit → belangrijk om het risico op erosie te bestrijden

In België → sterk gedaald na WO II → verlaging hoeveelheid humus in ploeglaag omdat men dieper ploegde waardoor de concentratie daalden en men gebruikte veel kunstmeststoffen → verlaagd de hoeveelheid organische stof

## IV E Bodemstructuur

### IV E.1 Aggregaten

Dit zijn natuurlijke eenheden van de bodemmatrix, gescheiden door natuurlijke breukvlakken

Belangrijkst vormen → korrels, platen, blokken, prisma's en massief of loskorrelig → geen structuur, stukken die ontstaan zijn door menselijke activiteit → kluiten/fragmenten

### IV E.2 Verband tussen structuur en milieu

Korrelstructuur

1. Gevolg biologische activiteit, goed voor verluchting, wortels en waterpercolatie
2. Komt vooral voor in begraasde weiden en graslanden (lage C/N dus intensieve biologische activiteit) en op kalkrijke bodems (intensieve wormactiviteit)

Plaatstructuur

* Ijssegregatie bij vries/dooi in compacte , vochtige bodemhorizonten
* Niet goed voor waterpercolatie en wortelpenetratie →
* Ploegzool, traffic pan, paleobodem die sterke vries/dooiprocessen hebben meegemaakt…

Blokken en prisma's

* Gevolg van krimp/zwelprocessen → klei aanwezig en tot diepte waar de bodem uitdroogt
* België → polderkleibodems, Bthorizont en Bhorizont
* Beginnen rond 30-50 cm en gaan tot 100-120 cm, hoe dieper, hoe groter de aggregaten

Bodems en bodemhorizonten zonder structuur

* Waar geen biologische activiteit is, zwel/krimp en ijssegregatie plaats grijpt
* Jonge, gestratificieerde zandbodems en polder- en leembodems vanaf 100-120 cm diep

### IV E.3 Belang van structuur

De bodemstructuur verteld iets over bodemdprocessen zoals:

* De diepte en de intensiteit waarmee de bodem uitdroogt in de zomer
* De diepte tot waar de bodem bevriest in de winter
* De intensiteit van de wormactiviteit

Is van belang bij de wortelpenetratie en waterpercolatie

En heeft invloed op de bodemverluchting

## IV F Bodemkleur

### IV F.1 Oorsprong van bodemkleur

* Het moedermateriaal

Kwartszand en krijt → wit

Basaltzand → zwart

Glauconiethoudende klei → groen

* Organische stoffen → niet altijd zwart, ook bruinrood, bruin, geel en kleurloos
* Ijzeroxiden en -hydroxiden

Varieert → type (hydr)oxide, grootte kristalvorm, concentratie stof en textuur

B horizonten met geelbruine kleur → sterk gehydrateerd ijzer in jonge bodem

Rodere kleur → minder gehydrateerd ijzer → oude oplossingsholten van kalksteen, jonge bodems in Ardens masief en zeer oude verweringsbodems op het Ardens plateau

* Andere bijzondere mineralen

Fijn verdeeld pyriet → zwart, fijn verdeelde kalk → wit

Glauconiet → groen, illiet en smectieten → blauw en kaoniet → wit

### IV F.2 Naam van de kleur

Munsell Soil Color Charts → standaard kleurenbeschrijving, wereldwijd

* Hue → dominante spectrale kleur, lengtegolf
* Value → graad donker/licht of zwart/wit
* Chroma → zuiverheid en intensiteit spectrale kleur

Bodemkunde → rood (R), geelbruin (YR) en geel (Y), reeks bijzondere kleurschakeringen voor bodems in een reducerende milieuconditie → “gley” kleuren

Kleur verschilt naar gelang de vochtigheidsgraad → wordt vermeld

Kleur kan veranderen, vooral in reducerende bodems

### IV F.3 Gebruik van kleur

Kleur belangrijk → grenzen van opeenvolgende horizonten en indicator aanwezigheid organische en minerale stoffen → indicatoren voor het milieu

## IV G Bodemtemperatuur

### IV G.1 Milieufactoren die een rol spelen

* Klimaat en de jaarlijkse variatie
* Hellingsoriëntatie en -graad
* Kleur van het oppervlak
* Textuur van de horizont
* Hoeveelheid water in de bodem
* Dikte van de stooisellaag

### IV G.2 Bodemtemperatuur en de landbouw

Rol lenteproductie groenten → hoe snel opwarmen na de winter

Klei → veel water → koud

Zand → warmer in de zomer, kouder in de winter

Invloed landbouwers → bedden aanleggen, zwarte plastic folie (groenten/fruit) en steenlaag (wijn)

### IV G.3 De invloed van bodem op lokaal klimaat

Droge zandstreek Kempen → iets kouder in de winter en iets warmer in de zomer

Hoge Venen → kouder dan normaal door endotherme verdamping van water

### IV G.4 Diepte van jaarlijkse temperatuurschommelingen

Gemengde klei-leem-zand textuur → dagelijkse verschillen merkbaar tot op 50 cm diep, jaarlijkse verschillen tot op 5 m diep → meten temperatuur op 50 cm en 5 m geeft idee van de gemiddelde dag- en jaartemperatuur

### IV G.5 Bodemtemperatuur en bodemclassificatie

Essentieel kenmerk voor plantengroei en landbouw → zit in US nationaal classificatiesysteem

## IV H Waterafstotend vermogen *= hydrofobie*

Vooral bij droge en zandige bodems → OM dat een coating vormt op minerale korrels

Gevolg → neerslagwater infiltreert en percoleert op ongelijke wijze, water reikt op sommige plaatsen heel diep en op andere totaal niet, erosie door oppervlakkige waterstroming en moeilijke colonisatie van duinzandbodems door vegetatie

## IV I Bodemkenmerken belangrijk voor plantengroei

Minerale nutriëntentoestand → biomassaproductie en plantenziektes, uit zich in basenbezetting en gehalten stikstof en fosfaat

Water → biomassaproductie, hangt indirect af van textuur, porositeit en OM

Zuurstof → wortelpenetratie, hangt af van verluchting → biologische activiteit en porositeit

Temperatuur → of plant kan groeien, hangt af van luchttemperatuur en watergeleiding, bodemvochtgehalte, textuur en kleur

Biologische activiteit → bepaald nutriënten en porositeit, hangt af van pH en C/N ratio

# V Bodemgenetische processen

## V A Verwering

Verwering: De wijzigingen op het niveau van minerale componenten

Temperatuur, vochtigheidsgraad en het biologische milieu 🡪 invloed, druk niet

### V A.1 Fysische verwering

Processen:

* Vermindering van de druk 🡪 breuken parallel aan blootgestelde oppervlak
* Temperatuurschommelingen (zwel/krimp) 🡪 thermische expansie/retractie
* Waterinfiltratie in breuken en/of poriën 🡪 vorst 🡪 uitzetten ijs
* Wortelpenetratie langs kleine breukvlakken 🡪 secundaire groei en laterale druk

Fysische verwering 🡪 groter contactvlak voor chemische verwering

### V A.2 Chemische verwering

Talrijke reacties en processen 🡪 zie hfst 3

* Oplossen 🡪 wanneer producten oplosbaar zijn, kan de reactie voortgaan
* Hydrateren/dehydrateren
* Hydrolyse 🡪 belangrijke en zeer trage reactie
* Zuureffect
* Oxido-reductie 🡪Fe en Mn ionen meestal gereduceerd 🡪 door oxidatie verandering lading en afmeting 🡪 interne spanningen, terug naar gereduceerd vorm 🡪 uitlogen
* Complexolyse

Als gevolg van chemische verwering kunnen ook fysische aspecten veranderen

### V A.3 Biologische verwering

Kan steeds teruggebracht worden tot fysische en/of chemische verwering

Planten, mossen en schimmels kunnen zuren produceren die mineralen kunnen doen verweren

### V A.4 Snelheid van verwering

Meeste verweringsprocessen zijn traag 🡪 schaal nodig van 10.000- tot 100.000-den jaren

Hangt af van omgevingsfactoren:

* Percolerend water
* Temperatuur
* Originele bodemsamenstelling
* Graad van erosie

Hangt af van materiaal:

* Soort mineraal
* Grootte van de mineralen
* Hardheid van het gesteente

### V A.5 Graad van verwering

Uitgedrukt in de verhouding tussen de gemakkelijk verweerbare en de meer resistente mineralen en gesteenten.

### V A.6 Soorten van verwering als functie van de klimaatzone

Verwijzing naar wereldklimaatzone om bodemtype te verklaren:

* Gematigde vochtige klimaatzones 🡪 bruine bodems 🡪 door verjonging moedermaterialen tijdens laatste ijstijd
* Rode mediterrane bodems 🡪 komt voor op kalksteen en evolueren sinds einde tertiair
* Tropische bodems 🡪 regio’s die al miljoenen jaren stabiel zijn en zich in een zeer warm, sterk uitlogend klimaat bevinden

Zonaliteit: Bepaalde bodemtypes die kunnen worden gekoppeld aan een huidig klimaat 🡪 toendra- en taigabodems

## V B Migratie – accumulatie

### V B.1 Processen

Resultaat van mobilisatie en verlies:

* Een eluviatie-, uitlogings- of uitspoelingshorizont
* Een illuviatie-, accumulatie-, of inspoelingshorizont

Verplaatsing gebeurt steeds door water 🡪 niet alleen vertikaal naar beneden (percolatie), maar ook capillaire opstijging en laterale waterbeweging

### V B.2 Hoe uit te drukken

Wordt uitgedrukt in gewichtsprocent of gewicht/vol eenheid

Het is van belang om rekening te houden met de porositeit 🡪 waar iets emigreert, verhoogt de porositeit en waar iets accumuleert, verlaagd de porositeit

De porositeit zou bij het uitdrukken ook in aanmerking moeten komen en alles zou moeten omgerekend worden in volumeprocent

### V B.3 Kleimigratie en -accumulatie

Zichtbaar als E horizont (lichter, ijzer migreert mee) boven een Bt horizont = kleiaanrijkingshorizont (bruiner)

Komen veel voor in België 🡪 ontwikkelen zich op lössgronden en op het Ardens plateau

### V B.4 Podzolisatie

Gekenmerkt door uitloging van oplosbare organische stoffen, waar Fe of Al aan gebonden is

Te herkennen aan een sterk gebleekte, soms witte, Fe-uitlogingshorizont gevolgd door een accumulatie B horizont

Twee types van organische stof:

* Monomorf OM 🡪 rood/donkerbruin, ingespoelde humus, vult porositeit mineralen
* Polymorf OM 🡪 zwart, decompositie van organisch materiaal

In podzolgronden met waterstagnatie 🡪 reducerende omstandigheden 🡪 uitspoeling Fe2+

Drie types podzolbodems:

* “Ijzerpodzol”
  + B horizont 🡪 bruin 🡪 ijzer en OM, ook Al (kleurloos)
  + Niet gecementeerd en intensieve beworteling
  + Toendra- en taiga 🡪 sneeuw ontdooit in voorjaar 🡪 uitlogingscondities
  + Komt ook voor op arme gesteenten en onder bossen
  + België 🡪 Ardennen en onder tumuli en aarden wallen uit de brons- en ijzertijd
* Humus-ijzerpodzol
  + Dubbele horizontatie
    - Zwarte humus-accumulatiehorizont (Bh) 🡪 licht gecementeerd (Bhm) 🡪 houd wortels tegen
    - Ijzeraccumulatiehorizont (Bs) 🡪 kan plaatselijk ook licht gecementeerd zijn
    - Onder de Bh/Bs ook humus-aangerijkte bandjes
  + Hoofdzakelijk onder heide 🡪 overgang bos-heide 🡪 wijziging productie oplosbare humusstoffen 🡪 geleidelijk zwartere kleur
  + Hoofdzakelijk op dekzanden in de kempen, in Vlaanderen meestal verstoord
* Humuspodzol
  + Enkel een humus-aanrijkingshorizont 🡪 zeer laag ijzergehalte 🡪 uitloging door fluctuerende grondwatertafel 🡪 afgezet als concreties in moerassen
  + Oppervlaktehorizont rijk aan zwart OM, Bh licht gecementeerd
  + Vooral in de Kempen en Vlaanderen maar dynamiek Fe niet meer actief en oppervlaktehorizont niet meer rijk aan OM
  + Begraven onder recentere eolische of antropogene sedimenten

### V B.5 Ontkalking – kalkaanrijking

België 🡪 uitlogingsklimaat 🡪 ontkalking

Secundaire accumulaties in bijzondere landschapscondities 🡪 golvend bedekt met löss, löss met kalkrijk substraat en kalkverzadigde grondwatertafel dicht bij opp. in depressies

Wortels nemen niet alle kalk op 🡪 groeiende neerslag rond wortels 🡪 klaknodules