JORDKEMI – FARVER OG BINDING
Link til feedbackformular og QR-kode:
https://ecolise.eu/curiosoil-lesson-plan-form-DA

Fag: Kemi/Miljøvidenskab/Kunst
Varighed: 45 minutter (kan være meget længere, hvis der afsættes mere tid til diskussioner)
Aldersgruppe: elever i gymnasiet (14-16 år)
Emne: pH og næringsstoftilgængelighed/-tilbageholdelse
Tilslutning til Curiosoil-værktøjer: -

LÆRINGSRESULTATER

Viden

- Husk at forskellige jordtyper og materialer (f.eks. blade, ask, nåletræer, vand) har karakteristiske pH-værdier.
- Forstå, at jordens pH-værdi påvirker næringsstoftilgængeligheden, kationbytning og endda biotilgængeligheden af tungmetaller.
- Sammenlign pålideligheden af forskellige testmetoder (pH-meter, eddike/natron) og anerkend deres begrænsninger i forhold til videnskabelig nøjagtighed.

Færdigheder

- Brug nøjagtigt simple og feltbaserede værktøjer (pH-måler, teststrimler, eddike/natron) til at måle jordens pH-værdi.
- Håndter jord og materialer sikkert i henhold til laboratorie-/feltsikkerhedsforskrifterne.
- Observer og fortolk reaktioner (farveændringer, brusen) og vurder surhedsgrad/alkalinitet.
- Registrer og organiser resultater i en overskuelig tabel, inklusive data fra kolleger.
- Kommuniker resultater i gruppediskussioner ved hjælp af videnskabeligt sprog (sur, basisk, neutral, pålidelig, begrænsning).

Kompetencer

- Demonstrere evnen til at evaluere testmetoder for deres pålidelighed og praktiske anvendelse inden for jordbundsvidenskab og landbrug.
- Arbejd effektivt i en samarbejdsorienteret gruppe, del opgaver og bidrag med observationer.
- Reflektere kritisk over forholdet mellem jordkemi og økosystemtjenester, såsom fødevareproduktion og forureningsbuffering.

LÆRINGSMÅL I SAMMENHOLDEN MED JORDKOMPETENCEOMRÅDER

1. Jordens funktioner
Indikatorer: Eleverne kan forklare sammenhængen mellem jordkemi og plantevækst.
Beskrivelser: Eleverne demonstrerer forståelse for, at jord er dynamiske systemer, der regulerer næringsstoftilgængeligheden gennem kemiske og fysiske egenskaber.

2. Jordbundens diversitet
Indikatorer: Eleverne registrerer kontrasterende pH-værdier på tværs af jord/materialer og forklarer, hvorfor sandjord mister næringsstoffer hurtigere end lerjord.
Beskrivelser: Eleverne erkender, at jordbund er forskellige økosystemer med variable egenskaber, der påvirker, hvordan de fungerer og understøtter liv.

3. Jordbundstrusler
Indikatorer: Eleverne forstår, hvorfor nogle jordtyper kan være nedbrudte eller udvaskede; modeller inkluderer "ubundne" næringsstoffer, når områderne er fulde; gruppediskussioner fremhæver trusler som overgødskning eller forsuring.
Beskrivelser: Eleverne forstår, at jordkemi er sårbar over for menneskelig belastning, hvilket fører til ubalance i næringsstoffer, forurening eller tab af jordens frugtbarhed.

4. Jordløsninger
Indikatorer: Eleverne foreslår løsninger under opsummeringen; modeller viser, at organisk materiale øger næringsbindingen; gruppepræsentationer forbinder resultaterne med faktisk jordforvaltning.
Beskrivelser: Demonstrerer bevidsthed om strategier til at forebygge, afbøde eller genoprette jordforringelse ved at overvåge pH og forbedre jordens næringsstofholdige evne.

LEKTIONENS STRUKTUR

Aktivitet 1: Test af jordens pH-værdi med forskellige metoder
Varighed: 20 minutter

Beskrivelse
Eleverne tester jord og andre komponenter (æggeskaller, aske, savsmuld, blade, nåletræsnåle, vand) ved hjælp af tre metoder til at sammenligne (i) pH-værdien af forskellige jordtyper og materialer, der er forbundet med jord, og (ii) pålidelighed.

Materialer
- Forskellige jordtyper (fra flere steder, kan også medbringes til undervisningen af eleverne) og komponentprøver i mærkede beholdere
- Felt pH-måler (hvis tilgængelig)
- Eddike og bagepulver
- Bægerglas/beholdere med låg

Opsætningsvejledning
- Mind eleverne om sikkerhedsforskrifterne.
- Forbered prøver og fordel dem i gruppebakker

Trin-for-trin proces
1. Som en introduktion forklarer læreren eksperimentet eller viser en kort video.
2. Eleverne opdeles i små grupper. Hver gruppe modtager en bakke med enten jord eller andet materiale.
3. Test hver prøve med (a) pH-meter i felten og (b) eddike/natron.

(a) Placer lidt jord i bakken og tilsæt et par dråber indikatoropløsning. Flyt bakken en smule for at blande jord og indikatoropløsning.
Vent et par øjeblikke på en reaktion fra indikatoropløsningen.
Aflæs pH-værdien fra skalaen i henhold til den resulterende farve.

(b) Kom jord i en beholder og tilsæt eddike eller bagepulver som forklaret i videoen.

Bemærk: 10% HCl, som normalt bruges i jordbundsvidenskab til test for karbonater i marken, vil føre til stærkere reaktioner end eddike.

4. Eleverne observerer reaktionen af indikatoropløsningen/eddike/natron og noterer deres oplevelse med et estimat af en svag/stærk/ingen reaktion.

5. Eleverne sammenligner værdier/reaktioner mellem forskellige jordtyper og materialer (enten med hele klassen eller ved at spørge de andre grupper i en peer-to-peer-sammenhæng).

Indspilning

Eleverne observerer reaktionen af indikatoropløsningen/eddike/natron og noterer deres oplevelse med et estimat af en svag/stærk/ingen reaktion.
Eleverne noterer resultaterne af deres egne eksperimenter samt mindst resultater fra to andre materialer.

Gruppediskussion (udvalg af mulige vejledende spørgsmål):

1. Sammenligning af jord og materialer

- Hvilke jordtyper eller materialer var mest sure? Hvilke var mest alkaliske?
- Svarede resultaterne til dine forventninger baseret på materialet (f.eks. nåletræers nåle vs. ask)? Hvorfor eller hvorfor ikke?

2. Metodens pålidelighed

- Hvilken testmetode (pH-meter vs. eddike/natron) gav de klareste eller mest pålidelige resultater?
- Hvad var begrænsningerne ved hver metode? Hvordan kunne dette påvirke reel jordprøvetagning inden for videnskab eller landbrug?

3. Forbindelser til jordkemi og planter

- Hvordan kan jordens pH-værdi påvirke planters evne til at optage næringsstoffer?
- Hvorfor tror du, at landmænd, gartnere eller skovbrugere bekymrer sig om jordens pH-værdi?
- Hvordan kan jordens pH-værdi påvirke tilstedeværelsen af tungmetaller eller giftige elementer?

4. Kritisk tænkning og anvendelse i den virkelige verden

- Hvad kan folk gøre, hvis deres jord er for sur eller for basisk til de planter, de ønsker at dyrke?
- Hvordan kan menneskelige aktiviteter (f.eks. tilsætning af gødning, afbrænding af træ, sur regn) ændre jordens pH-værdi over tid?

Aktivitet 2: Modellering af næringsstofbinding med jordmineraler

Varighed: 25 minutter

Beskrivelse

Eleverne udforsker, hvordan jordens tekstur og kationbytningskapacitet påvirker næringsstoftilbageholdelsen ved at bygge praktiske modeller af næringsstoffer, der binder sig til mineraloverflader. De arbejder i små grupper og bruger simple materialer (f.eks. lego, ler, perler) til at repræsentere mineraler, næringsioner og organisk materiale, idet de følger regler, der efterligner virkelige jordprocesser.

Materialer
- Jord (leret og sandet)
- Materialer til at bygge modeller (Lego, ler, perler, papir osv.)
- Trykt sæt regler for modellering
- PC, projektor, lydsystem (til visning af video)

Opsætningsvejledning
Forbered en lille mængde jord med kontrasterende teksturer og nok materialer til at bygge modeller i små grupper.

Trin-for-trin proces
1. Læreren forklarer, at jordens frugtbarhed ikke kun påvirkes af mængden af næringsstoffer, men også af:
    - Jordens tekstur (forholdet mellem sand, silt og ler), som påvirker det overfladeareal, der er tilgængeligt for næringsstofbinding.
    - Kationbytningskapacitet (CEC), som bestemmer, hvor godt jorden kan tilbageholde og udveksle næringsioner.

    For at illustrere dette viser læreren:
    - Prøver af sandjord og lerjord, som eleverne kan røre ved og sammenligne.
    - Makroskopiske eller mikroskopiske billeder af mineralpartikler (f.eks. lermineraler).
    - En valgfri kort video, der visualiserer, hvordan næringsstoffer interagerer med jordoverflader.
2. I klassen diskuterer eleverne kort:
    - Hvorfor sandjord har tendens til hurtigt at miste næringsstoffer.
    - Hvorfor ler og organisk materiale kan holde på næringsstoffer mere effektivt.
    - Hvordan dette påvirker plantevækst og miljøpåvirkninger (f.eks. næringsstofudvaskning).

3. Eleverne arbejder i små grupper (4-5 elever) om at bygge modeller, der viser, hvordan næringsstoffer binder sig til mineraloverflader.
    - Materialer: Legoklodser, modellervoks/ler, perler, piberensere, papirudskæringer eller andre simple modelleringsmaterialer (leveres af læreren eller eleven).
    - Hver gruppe bestemmer, hvordan de vil repræsentere:
        - *o* Mineralpartikler (f.eks. lerplader, sandkorn).
        - *o* Næringsstofioner (positivt eller negativt ladede).
        - *o* Organisk materiale (humus), hvis det er inkluderet som en del af bindingssystemet (valgfrit).

Mulige regler for modellering:
- Mineraloverflade: Repræsenter tydeligt mindst én mineralpartikel (sand eller ler). Leroverflader bør have flere "fastgørelsespunkter" end sand.

- Ladningsrepræsentation: Næringsstofioner skal vises med deres ladning (f.eks. + for kationer som Ca^{2+}, K^{+}, NH_4^{+}; - for anioner som NO_3^{-}, PO_4^{3-}).
- Binding: Næringsstoffer kan kun binde sig til mineraloverflader på bestemte bindingssteder. Hvert bindingssted kan indeholde én næringsstofion ad gangen.
- Konkurrence: Hvis der tilsættes flere næringsioner, end der er bindingssteder, skal nogle forblive "i opløsning" (ikke-bundne).
- Interaktion mellem organisk materiale: Grupper kan tilføje organisk materiale for at demonstrere, hvordan det øger bindingssteder og forbedrer næringsstofretentionen.
- Fleksibilitet: Grupper kan redesigne deres modeller, hvis de oplever forbedringer undervejs, men de skal kunne forklare deres valg.

4. Opsummering: Hver gruppe præsenterer kort deres model og forklarer:
    - *o* Hvordan næringsstoffer bindes til jordpartiklerne.
    - *o* Hvorfor nogle jordtyper holder på næringsstoffer bedre end andre.
    - *o* Hvordan deres model forbinder sig med virkelige jordprocesser (gødskning, udvaskning, planteoptagelse).

Indspilning
Eleverne bygger modeller og skriver deres idéer ned til den afsluttende diskussion.

Vurdering

Formativ evaluering (under aktiviteterne)
- Læreren observerer gruppesamarbejde, nøjagtighed i at følge procedurer og sikker håndtering af materialer.
- Elevernes noter/tabeller om pH-resultater og karbonatreaktioner kontrolleres for fuldstændighed og klarhed.
- Læreren stiller undersøgende spørgsmål under modelbygningen (f.eks. "Hvorfor tilføjede I flere fastgørelsespunkter til lerpartiklen?").
- Hurtige tommelfinger-op/tommerne-ned-tjek eller mini-svar på whiteboard: "Ville sandjord indeholde flere eller færre næringsstoffer end lerjord? Hvorfor?"

Summativ evaluering (afslutning af lektionen/kort opfølgning)
- Kort skriftlig refleksion eller quiz:
    - Forklar hvordan jordens pH-værdi påvirker næringsoptagelsen.
    - Sammenlign næringsstofretention i sandjord vs. lerjord.
- Gruppepræsentation af modeller vurderet med en simpel rubrik: klarhed, nøjagtighed, forklaring af sammenhæng med den virkelige verden

Differentieringsstrategier

For avancerede elever
- Angiv yderligere primære kildedokumenter om pH, næringsstofopløselighed og interaktioner mellem næringsstoffer og mineraler
- Udvidet forskning i tungmetalforurening

For elever, der kæmper
- Udfyld trinvise arbejdsark med visuelle elementer (f.eks. tabel til registrering af observationer)
- Gå sammen med støttende kolleger til gruppearbejde
- Stil vejledende spørgsmål under aktiviteten: "Hvad bemærker du ved farveændringen? Hvad fortæller det dig om surhedsgraden?"

For studerende, hvis modersmål ikke er undervisningssproget
- Brug visuelle elementer, diagrammer og symboler for ladning (+/-) og bindingssteder.
- Udbyde tosprogede ordforrådskort med nøgleord (sur, basisk, næringsstof, bindemiddel, ler, sand)
- Tillad samarbejde med tosprogede jævnaldrende
- Tillad nonverbal deltagelse i modelbygning, med verbal støtte fra jævnaldrende.

Udvidelsesaktiviteter

Øjeblikkelige forlængelser
- Hvis det er muligt, test også med et pH-meter, der viser pH-værdien i tal (nogle apparater placeres direkte i jorden, andre kræver, at jorden opløses i demineraliseret vand).
- Jordbunden kan testes for næringsstoftilgængelighed ved hjælp af teststrimler (f.eks. ammonium, nitrat, fosfat), som normalt kan købes på apoteker.
- Undersøg lokale jordtyper: Lad eleverne medbringe jord fra hjemmet/haven/parken og analysere forskellene

Hjemmeundervisning
- Vælg husholdningsmaterialer til at teste pH-værdien til den næste lektion (f.eks. citronsaft, sæbe)
- Tegn en plakat, der viser "Hvordan næringsstoffer hæfter sig til jordens mineraler"

Sundheds- og sikkerhedshensyn
- Sørg for, at jordprøverne er sikre at håndtere
- Sørg for håndsprit efter jordobservationsaktivitet
- Overvåg gruppedynamikken under debataktiviteter for at sikre respektfuld diskurs

Henvisning til pensumindhold
Denne lektion omhandler:
- Jordens pH-værdi og dens relation til næringsstoffer
- Næringsstoftilbageholdelse via mineraloverflader

Lærerens forberedelsesnotater

Udskrivningsinstruktioner
Regelsæt for modellering
Forberedelse af materialer til pH-testning og modellering