

## 42. ENDODERMISDRAMA

### *worteldruk met lijven*

In bovenbouw vwo komt bij transport in planten (het ontstaan van) worteldruk aan de orde, maar de routes van water en mineralen in de wortel daarbij zijn ingewikkeld. Om die duidelijker te maken kan dit korte endodermisdrama nuttig zijn – in een practicum waar iedereen aan deelneemt. Dit uitbeeldpracticum is ontwikkeld door Gee van Duin (Cartesius Lyceum, Amsterdam).

---

duur	15-20 minuten, inclusief nabespreking
doelgroep	bovenbouw vwo
doelen	<p>Leerlingen kunnen uitleggen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hoe de water- en mineralenstroom in een plantenwortel loopt;</li> <li>• wat de rol van de endodermis daarbij is;</li> <li>• hoe worteldruk ontstaat.</li> </ul>
voorkennis	<p>Begrippen zoals nutriënt/zout/mineraal, passief en actief transport, symplasmatisch en apoplasmatisch transport, plasmodesma, centrale cilinder, houtvaten, bastvaten, endodermis, bandjes van Caspary – maar die kunnen ook al doende of naderhand worden geïntroduceerd.</p>
nodig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een flinke open ruimte in de klas of daarbuiten</li> <li>• stevig en stabiel huishoudtrapje (of stoel of vierpotige kruk)</li> <li>• labjassen voor de helft van de klas</li> <li>• eventueel winterwortels of bospeentjes</li> <li>• eventueel blauwe A4-vellen</li> </ul>

### voorbereiding

1. Dit uitbeeldpracticum kan gebruikt worden als levendige en dynamische illustratie van een inhoudelijke les; in dat geval moeten de begrippen genoemd bij 'voorkennis' behandeld zijn. Zo niet, dan is het alleen spullen en ruimte organiseren, en misschien de begrippen als lijst projecteren.
2. Zet de trap in het midden van de open ruimte neer en leg de labjassen klaar.
3. Voor het juiste begrip van het concept 'centrale cilinder' is het handig een paar winterwortels of bospeentjes bij de hand te hebben, deels dwars doorgesneden en deels in de lengte doorgesneden.
4. Houd de blauwe vellen bij de hand.

### uitvoering

1. Introduceer de situatie (waarbij de vakbegrippen worden teruggevraagd als ze al behandeld zijn; of genoemd als het practicum als introductie wordt gebruikt): de open ruimte is een stukje plantenwortel, waarin leerlingenkomen te staan die cellen uitbeelden, en de tussenruimtes zijn de celwanden. In die celwanden bewegen nutriënten/zouten/mineralen (vanaf nu kortweg 'zouten'), opgelost in water. De trap is (een houtvat in) het midden van de wortel, in de centrale cilinder.
2. Verdeel de klas in twee groepen: de cellen en de zouten. Er zijn minimaal drie leerlingen nodig als endodermiscellen, minimaal zes als schorscellen, en minimaal vier als zout. Voor groepen vanaf 15 leerlingen voldoet de simpele regel: de helft cellen, de helft zout. Om gedoe bij de endodermis te voorkomen is het handig die in ieder geval uit meisjes te laten bestaan.
3. Laat de cellen de labjassen aandoen, met de mouwen opgestroopt. Licht toe dat de labjas voor de cellen de celmembraan voorstelt, en het lichaam het cytoplasma – of vraag het.
4. De drie à vier endodermisdames gaan in een kring rond de trap staan, met hun rug er naar toe, en vormen een gesloten kring door elkaars hand te pakken. Licht toe dat zij de endodermis voorstellen, de 'binnenhuid' rond de centrale cilinder waarin verticale transportvaten zitten – of vraag het.
5. De endodermisdames kunnen nu óf een geheime instructie krijgen, óf die vertel je later openlijk: als er een zout binnen endodermisbereik komt, mogen twee endodermiscellen dat zout actief naar binnen de kring trekken en de kring weer sluiten.
6. De rest van de 'wortelcellen' gaat verspreid in de ruimte om de endodermis staan, met minimaal 1 meter onderlinge afstand. Licht toe dat die open ruimte tussen de cellen de celwanden voorstelt – of vraag het. Dat is ook het moment om terug te komen op de in elkaar gegrepen armen van de endodermisdames: die blokkeren dus de celwand ter plaatse (kurkbandjes van Caspary).
7. Eventueel kun je dan als symbool voor het water waarmee de celwanden verzadigd zijn, her en der blauwe vellen op de grond leggen – dus ook in de centrale cilinder.
8. De zouten gaan in een kring rond de wortel staan.

9. De zouten gaan nu tussen de wortelcellen door diffunderen (willekeurig bewegen) – dat is dus passief transport.
10. Zodra een zout-leerling in het bereik van de endodermis komt, wordt die volgens de geheime of openbare instructie beetgepakt en binnen de kring gesleurd. Dat gaat zo door (desnoods met wat regie) en zo komen er steeds meer leerlingen binnen die kring. Al snel is er geen plek meer en er moeten leerlingen op de trap gaan staan (soms moeten ze erop gewezen worden dat die mogelijkheid er is...). Die stijging kun je al benoemen als worteldruk, maar er ontbreekt een stap.
11. Dat is het moment voor een bevestiging van het drama en de start van de verklarende tussenbespreking waar de volgende aspecten aan bod moeten komen:
  - Er was passief transport (diffusie) in de celwanden.
  - Er was actief (selectief) transport toen de zouten door de endodermiscellen werden binnengehaald.
  - De concentratie mineralen binnen de centrale cilinder is nu hoger dan in de schors (bij gebruik van blauwe vellen vergelijk je het aantal mineralen met het aantal blauwe vellen op de grond).
12. Dan komt de vraag: wat gebeurt er nu?
  - Door de hogere concentratie binnen de centrale cilinder gaat daar passief water naartoe vanuit de schors. Dat kan gesymboliseerd worden doordat leerlingen rond en op de trap met hun armen omhoog wijzen. Als er met blauwe vellen is gewerkt, kun je ze die aanreiken.
13. Om leerlingen de kans te geven te demonstreren dat ze het snappen kun je ze het endodermisdrama nog eens helemaal zelfstandig laten uitvoeren, zonder regieaanwijzingen en intermezzo's.

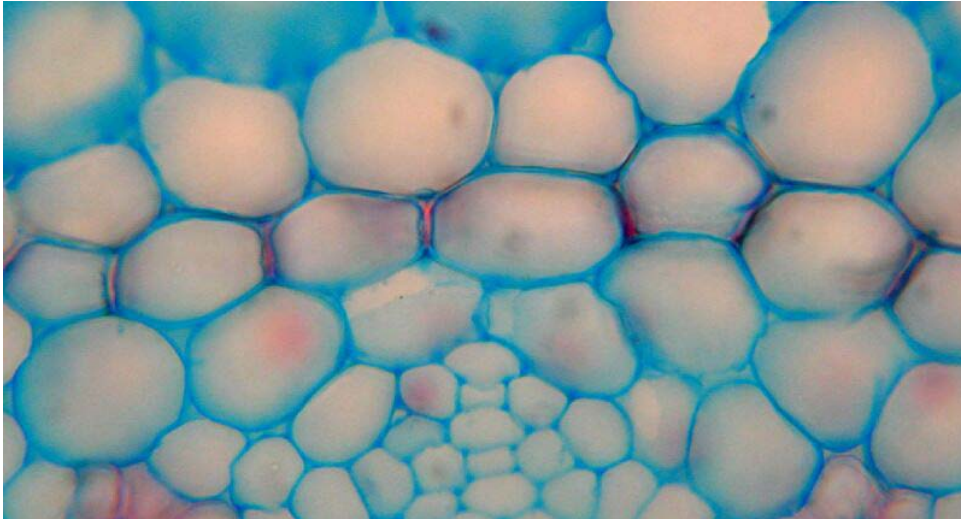
#### (na)denkwerk

Het is heel belangrijk te laten nadenken over waar dit model niet klopt:

- Het klopt écht niet waar de mineralen door de armen = bandjes van Caspary werden binnenge trokken terwijl dat de plek is waar ze juist *niet* door kunnen. Hoe kan dat in het drama beter? (Leerlingen tussen de benen door onder de jas langs laten kruipen?)
- Een ander aspect is dat het nu net lijkt of er buiten de endodermis alleen *apoplasmatisch* transport is, terwijl er ook wel degelijk *symplasmatisch* transport is. Hoe kun je dat symplasma verbeelden? Bijvoorbeeld door cellen/leerlingen elkaar handen met *niet* opgestroopte mouwen te laten geven (plasmodesmata). Maar dan heb je weer een schaalprobleem erbij qua mineralen in dit model.
- De schaal klopt natuurlijk sowieso niet. Bespreek met de leerlingen wat in werkelijkheid naar verhouding groter/kleiner is.
- Er is geen onderscheid tussen hout- en bastvaten in de centrale cilinder.

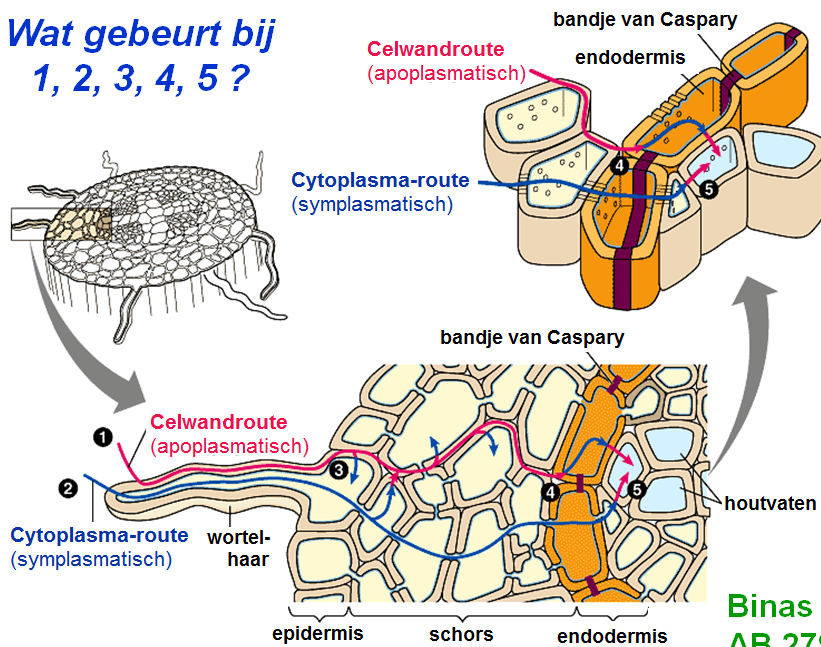
### aanpassen/uitbreiden

Om alles te laten landen kun je leerlingen ook nog in een plaatje de mogelijke routes laten tekenen en tegelijk laten navertellen, bijvoorbeeld met een van de volgende twee afbeeldingen (zie ook de bijlage):



bron: <http://www.boku.ac.at/botanik/Dokumente/persoenlich/Kartusch/AP5130013.jpg>

### Wat gebeurt bij 1, 2, 3, 4, 5 ?



Binas 91.B  
AB 279

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.