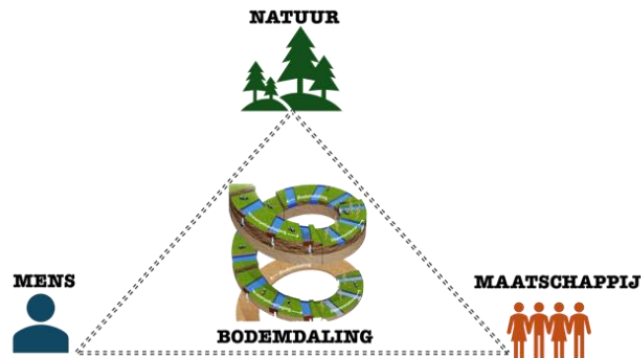


Lesbrief 1: Bodemdaling in veengebieden

Oorzaken, gevolgen en maatschappelijke impact



Leerdoel: Leerlingen verkennen de complexiteit rond oorzaken, gevolgen en maatschappelijke impact van bodemdaling in gebieden met veen in de ondergrond.

Inhoud lesbrief:

1. Introductie: Bodemdaling uitleggen en/of video kijken (ca. 5 minuten)
2. Voorbereiding: Groepen vormen, uitleg en verdeling van sleutelbegrippen (ca. 5 minuten)
3. Opdracht: Sleutelbegrippen bespreken en mind map maken (ca. 15 minuten), en mind maps met elkaar vergelijken (ca. 10 minuten)
4. Afronding: Stripboek lezen en discussie (ca. 15 minuten)

Benodigd materiaal: [video](#), kaartjes met sleutelbegrippen (zie bijlage), papier, kleurpennen of markeerstiften, stripboek (zie bijlage).

1. Introductie

Gebruik de [link](#) om naar een video over bodemdaling te gaan. Laat de leerlingen deze thuis bekijken, of bekijk de video gezamenlijk aan het begin van de les.

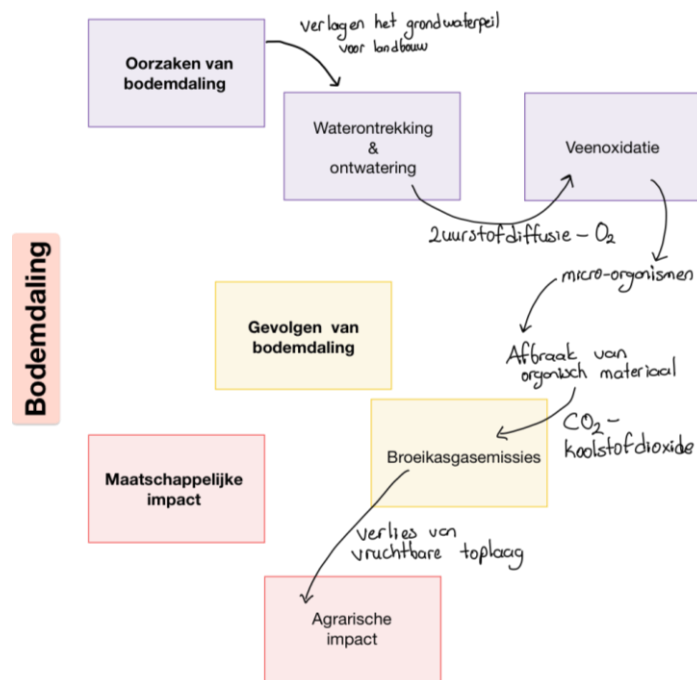
2. Voorbereiding

Stap 1: Groepen vormen

Laat leerlingen in kleine groepen (4-5) werken.

Stap 2: Uitleg en sleutelbegrippen uitdelen

Geef leerlingen de sleutelbegrippen rond het thema bodemdaling (zie bijlage). Elke groep gebruikt de gegeven sleutelbegrippen om een mind map te maken. Leg kort uit hoe ze een mindmap kunnen maken. Bijvoorbeeld:



3. Opdracht

Stap 1: Verbindingen maken met beperkte kennis

Groepen kiezen minimaal drie sleutelbegrippen uit elke categorie en verbinden deze met elkaar aan de hand van de centrale termen: Oorzaken – Gevolgen – Maatschappelijke Impact.

De docent geeft nog geen inhoudelijke uitleg van de termen. Leerlingen bespreken in hun groep welke verbanden zij zélf zien tussen de sleutelbegrippen, op basis van hun kennis en de video.

Stap 2: Uitwerken van de mind map

De docent geeft een inhoudelijke uitleg van de sleutelbegrippen uit de lesbrief en deelt per kernbegrip aanvullende informatie waarmee leerlingen zich verder kunnen verdiepen. Tijdens en na deze uitleg werken de leerlingen in hun groep verder aan de mind map. Zij mogen extra relevante woorden en begrippen toevoegen, onjuiste verbindingen die eerder zijn gemaakt corrigeren en juiste verbanden versterken of verduidelijken. Daarbij bespreken zij onderling hun keuzes en inzichten.

Bij het verder uitwerken van de mind map maken de leerlingen gebruik van lijnen of pijlen om relaties duidelijk zichtbaar te maken. Ze denken na over hoe processen elkaar beïnvloeden, bijvoorbeeld van veenoxidatie naar broeikasgasemissies en vervolgens naar agrarische impact. Daarnaast voegen zij nieuwe relevante termen toe op basis van hun eigen ideeën en de uitleg van de docent.

Stap 3: Vergelijken van de mind maps

Na ongeveer 15 minuten worden de mind maps van alle groepen worden opgehangen aan de muur. De leerlingen lopen langs de mindmaps van de andere groepen om deze te bekijken en met elkaar te vergelijken. Tijdens deze rondgang letten zij op overeenkomsten, verschillen en nieuwe verbanden die zij zelf nog niet hadden gelegd. Deze observaties noteren zij, zodat zij deze later kunnen gebruiken in de gezamenlijke bespreking.

4. Afronding

Leerlingen lezen in hun groep een kort stripverhaal over de geschiedenis van Nederlandse veengebieden en bodemdaling, waarbij de focus ligt op mogelijke oplossingen en toekomstperspectieven. De inhoud van het stripverhaal wordt gekoppeld aan de eerder gemaakte mindmaps. Leerlingen gebruiken hun observaties uit de vergelijkingsronde om verbanden aan te scherpen en hun begrip te verdiepen.

De lesbrief wordt afgesloten met een klassikale discussie waarin leerlingen reflecteren op de toekomstvraag hoe duurzame veenweiden in Nederland ontwikkeld of beschermd kunnen worden. Daarbij bespreken zij welke verbanden zij verrassend vonden, hoe bodemdaling hun eigen leven in de toekomst zou kunnen beïnvloeden en welke acties de samenleving kan ondernemen om de oorzaken aan te pakken of de impact te verminderen.

Opmerking: *Het lezen van het stripverhaal kan ook als huiswerk worden gegeven en thuis na de les worden gedaan. De inhoud van het stripverhaal wordt dan in de daaropvolgende les gebruikt als startpunt voor de gezamenlijke discussie en reflectie.*

Bijlage: Uitleg van de sleutelbegrippen

OORZAKEN VAN BODEMDALING

1. Wateronttrekking & ontwatering

Wateronttrekking en ontwatering verlagen het grondwaterpeil, waardoor veen uitdroogt, oxideert en inklinkt.

- Grondwateronttrekking voor landbouw of stedelijk gebruik.
- Drainage via sloten maakt landbouw en begrazing mogelijk maar laten veen versneld krimpen.
- Drainage in polders veroorzaakt continue daling van de veenbodem.

2. Veenoxidatie

Veenoxidatie is het proces waarbij drooggevalen veen door blootstelling aan zuurstof en afbraak door de meeste micro-organismen volume verliest.

- Ontwaterde veengronden oxideren snel.
- Leidt tot significante CO₂-uitstoot.
- Versnelt onder warmere omstandigheden.

3. Bodemverdichting

Bodemverdichting treedt op wanneer zware lasten de veenstructuur samendrukken, waardoor draagkracht en bodemhoogte verminderen.

- Zware landbouwmachines en voertuigen drukken veenlagen samen.
- Intensieve veehouderij veroorzaakt vertrapping bij natte omstandigheden.
- Infrastructuur, bebouwing en verharding leiden tot permanente verdichting.

4. Intensieve landbouwpraktijken

Intensieve landbouw houdt veengebieden structureel te droog en belast de bodem, wat verzakking versnelt.

- Laag peilbeheer voor melkveehouderij en traditionele grasproductie.
- Bodembewerking en drainage versnellen krimp en oxidatie.
- Overmatige irrigatie bevordert verzilting en bodemuitputting.

5. Klimaatverandering

Klimaatverandering versterkt bodemdaling door frequentere droogte, temperatuurstijging en extremer weer.

- Droge zomers versnellen krimp van veen en klei.
- Hogere temperaturen versnellen microbiële afbraak van organisch materiaal.
- Onregelmatige neerslag vergroot belasting op drainage en waterbeheer.

GEVOLGEN VAN BODEMDALING

1. Bodemdegradatie

Bodemdegradatie verwijst naar verminderd bodemvolume, structuur en vruchtbaarheid door inklinking en uitdroging.

- Verlies van vruchtbare toplaag.
- Toename van erosiegevoeligheid.
- Verzilting in laaggelegen gebieden met zoutdruk.

2. Verhoogd overstromingsrisico

Daling van het maaiveld samen met zeespiegelstijging maakt veengebieden kwetsbaarder voor overstromingen en wateroverlast.

- Grotere kans op polder- en regenwateroverlast.
- Meer pompcapaciteit en dijkversteving nodig.
- Verstoring van stedelijk waterbeheer en riolen.

3. Schade aan bebouwing en infrastructuur

Verzakkend veen onder gebouwen en infrastructuur leidt tot structurele schade en hoge herstelkosten.

- Scheuren in funderingen, muren en kades.
- Verzakkende wegen, leidingen en spoorconstructies.
- Hogere onderhoudsfrequentie van nutsvoorzieningen.

4. Verstoorde waterhuishouding

Door bodemdaling veranderen grondwaterstromen en wordt wateraanvulling moeilijker.

- Verdere daling van grondwaterstanden.
- Verandering in afstroming en infiltratie.
- Verdroging van natuur- en landbouwgebieden.

5. Verlies van ecosystemen

Het uitdrogen en inklinken van veen leidt tot verlies van waardevolle natuur en biodiversiteit.

- Krimp van moeras- en veenvegetaties.
- Afname van soorten die afhankelijk zijn van natte habitats.
- Vermindering van ecosysteemdiensten zoals waterberging en koolstofopslag.

6. Toegenomen broeikasgasemissies

Ontwaterde veengebieden stoten grote hoeveelheden broeikasgassen uit door afbraak van organisch materiaal.

- CO₂-emissie door veenoxidatie.
- Verandering in methaanemissies door wisselende vochtcondities.
- Verergering van klimaatverandering.

7. Verzilting

Bodemdaling verhoogt het risico op verzilting in kustveengebieden.

- Door bodemdaling en zeespiegelstijging worden grondwater en sloten brakker en zouter, wat de bodemstructuur, vegetatie en waterhuishouding onder druk zet.

SOCIALE EN ECONOMISCHE IMPACT

1. Verplaatsing van gemeenschappen

Woningen kunnen onveilig of onbewoonbaar worden, waardoor bewoners moeten verhuizen.

- Structurele schade door verzakking of overstromingen.
- Hoge kosten voor reparatie of herhuisvesting.
- Verstoring van sociale netwerken.

2. Agrarische impact

Boeren verliezen productiviteit en bruikbare grond door verzakkende veenbodems.

- Lagere opbrengsten en hogere kosten.
- Overstap naar natte teelten zoals lisdodde of cranberry's.
- Onzekerheid over bedrijfscontinuïteit.

3. Schade aan infrastructuur en economische kosten

Bodemdaling leidt tot grote economische schade aan openbare en private infrastructuur.

- Kosten voor herstel van wegen, leidingen, bruggen en kades.
- Hogere waterschapslasten door intensiever beheer.
- Negatieve effecten op bedrijfsvoering en vastgoedmarkt.

4. Kosten van land- en natuurherstel

Herstel van veengebieden is dringend en noodzakelijk, maar complex en langdurig. Het benadrukt hoe belangrijk het is om de bestaande natuurlijke veengebieden te beschermen, zodat het aantal te herstellen gebieden niet verder toeneemt.

- Waterpeilverhoging en hervernatting.
- Aanleggen van natte teelt- of bufferzones.
- Natuurbeheer om biodiversiteit te herstellen.

5. Milieubewustzijn en beleidsdruk

De groeiende problemen in veenweiden vergroten publieke en politieke druk voor duurzaam bodembeheer.

- Beleidsvorming voor waterpeilbeheer en klimaatadaptatie.
- Subsidies of stimulansen voor duurzame landbouw.
- Toename maatschappelijke aandacht voor natuur- en klimaatkwesties.

6. Psychologische en sociale stress

Bodemdaling veroorzaakt onzekerheid over woningen, waarde en leefbaarheid, wat stress en spanningen oproept.

- Angst voor schade en waardeverlies.
- Verminderd vertrouwen in instanties.
- Sociale onrust in door overstromingsrisico getroffen regio's.

7. Verlies van cultureel erfgoed

Veel historische landschappen en gebouwen in veengebieden raken onherstelbaar beschadigd door verzakking.

- Verzakkende kerken, boerderijen en polderstructuren.
- Aantasting van traditionele veenweidelandschappen.
- Verlies van identiteit en culturele betekenis.

8. Economische ongelijkheid

Kwetsbare huishoudens en regio's dragen vaak relatief zwaardere lasten van bodemdaling.

- Hogere kosten die niet iedereen kan dragen.
- Ongelijke toegang tot compensatie.
- Groeiend verschil tussen veenregio's en stabielere gebieden.

Oorzaken van bodemdaling	Wateronttrekking & ontwatering	Veenoxidatie	Bodemverdichting
Intensieve landbouwpraktijken	Klimaatverandering	Krimpen	Veehouderij
Landbouwmachines	Droogte	Verstedelijking	Hogere temperaturen
Gevolgen van bodemdaling	Bodemdegradatie	Verhoogd overstromingsrisico	Schade aan infrastructuur
Schade aan gebouwen	Verstoorde waterhuishouding	Verlies van vruchtbare grond	Impact op lokale ecosystemen
Broeikasemissies	Verlaging van het grondwaterpeil	Verzilting	Vermindering van grondwateraanvulling
Verlies van wetlands	Biodiversiteit	Habitats voor wilde dieren	Economische kosten
Maatschappelijke impact	Verplaatsen van gemeenschappen	Kosten van land- en natuurherstel	Verhuis- en herhuisvestingkosten
Agrarische impact	Voedselzekerheid	Milieubewustzijn	Beleidsdruk

Psychologische
en sociale stress

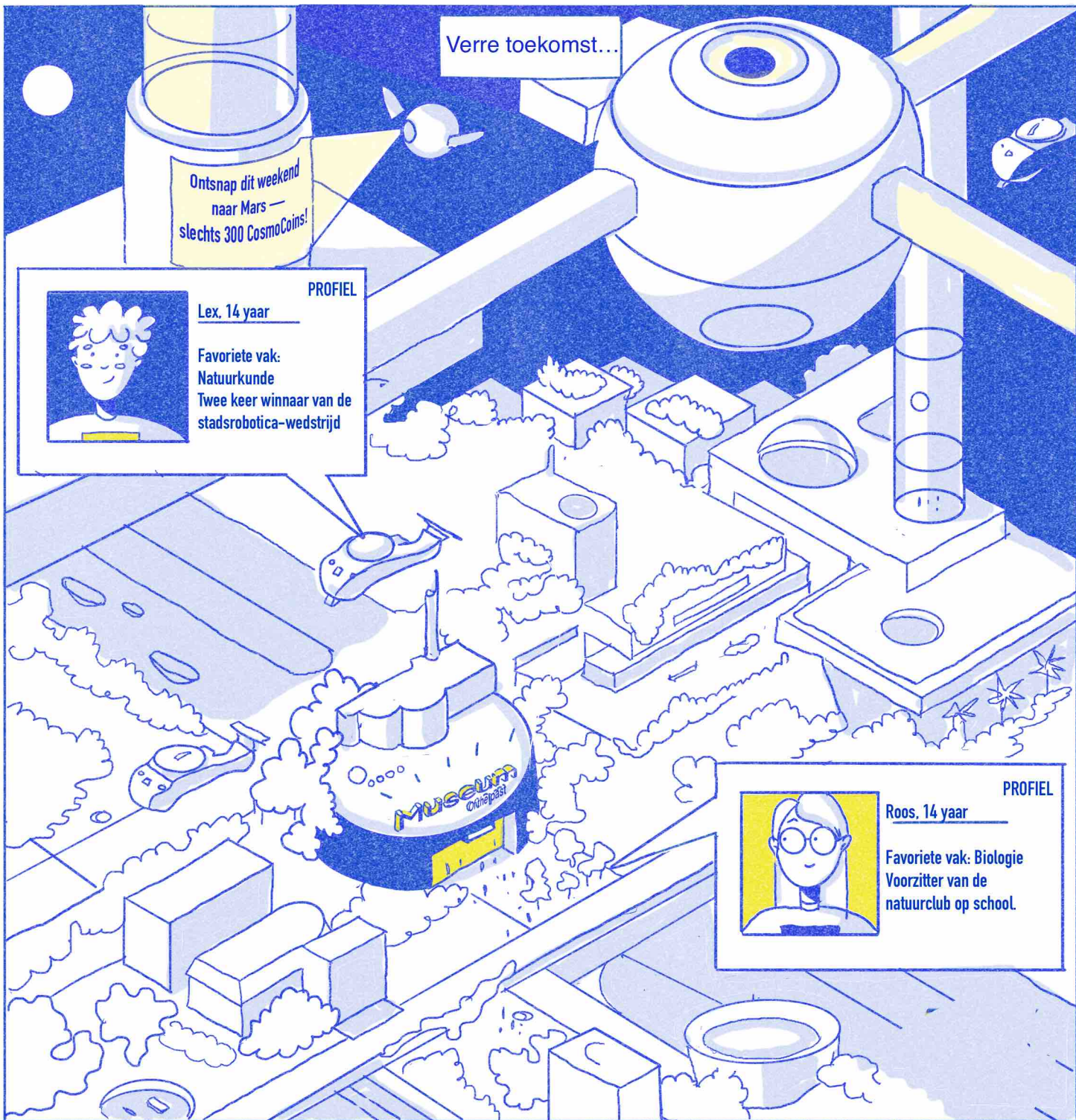
Verlies van
cultureel erfgoed

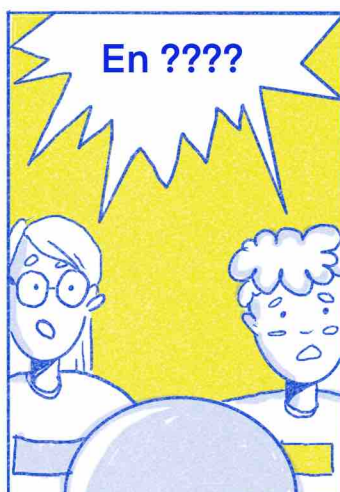
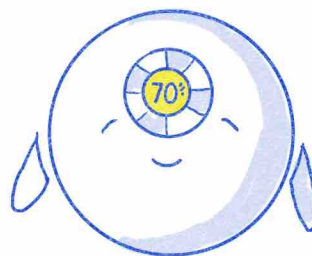
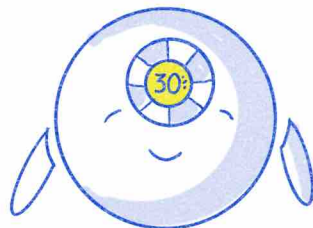
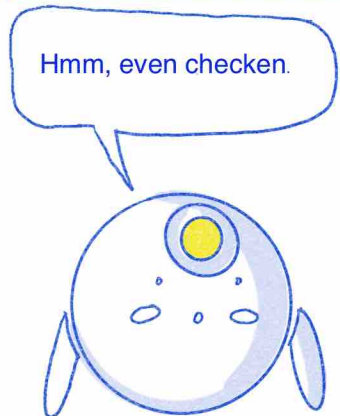
Economische
ongelijkheid

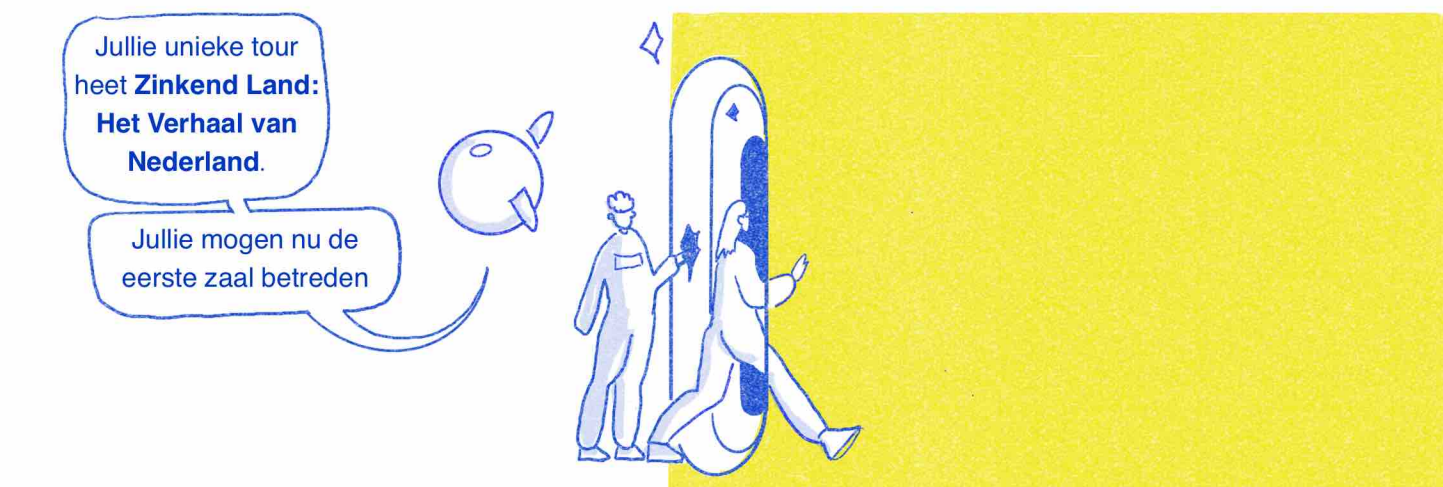
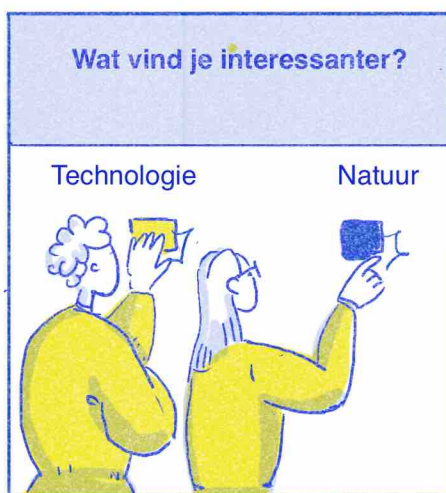
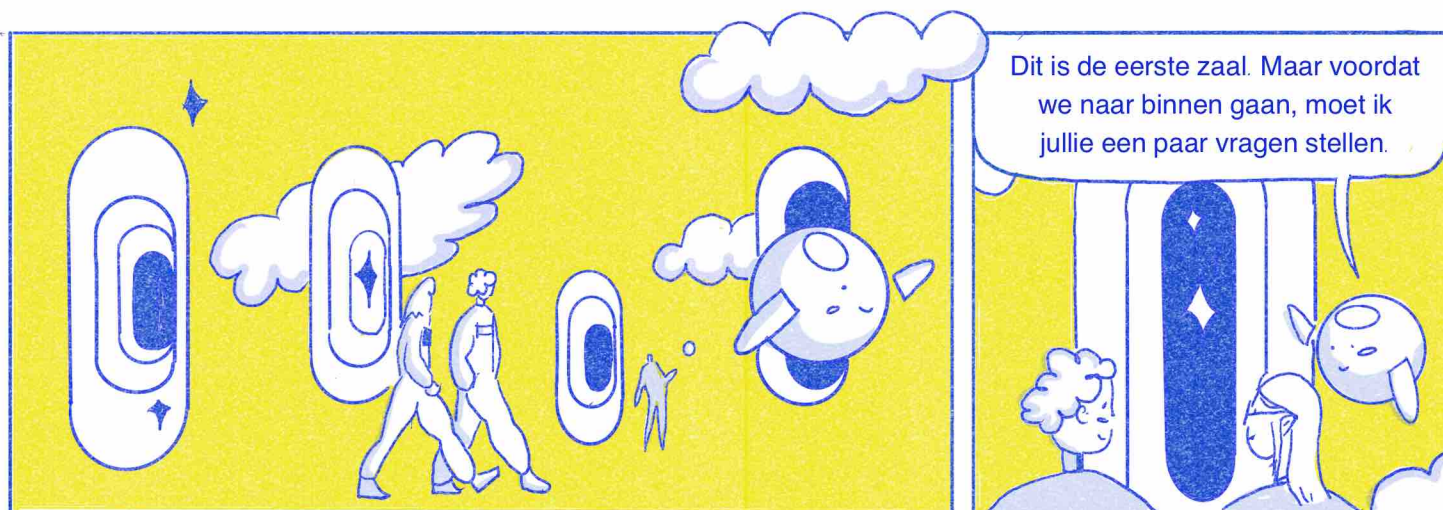
Zinkende Landen

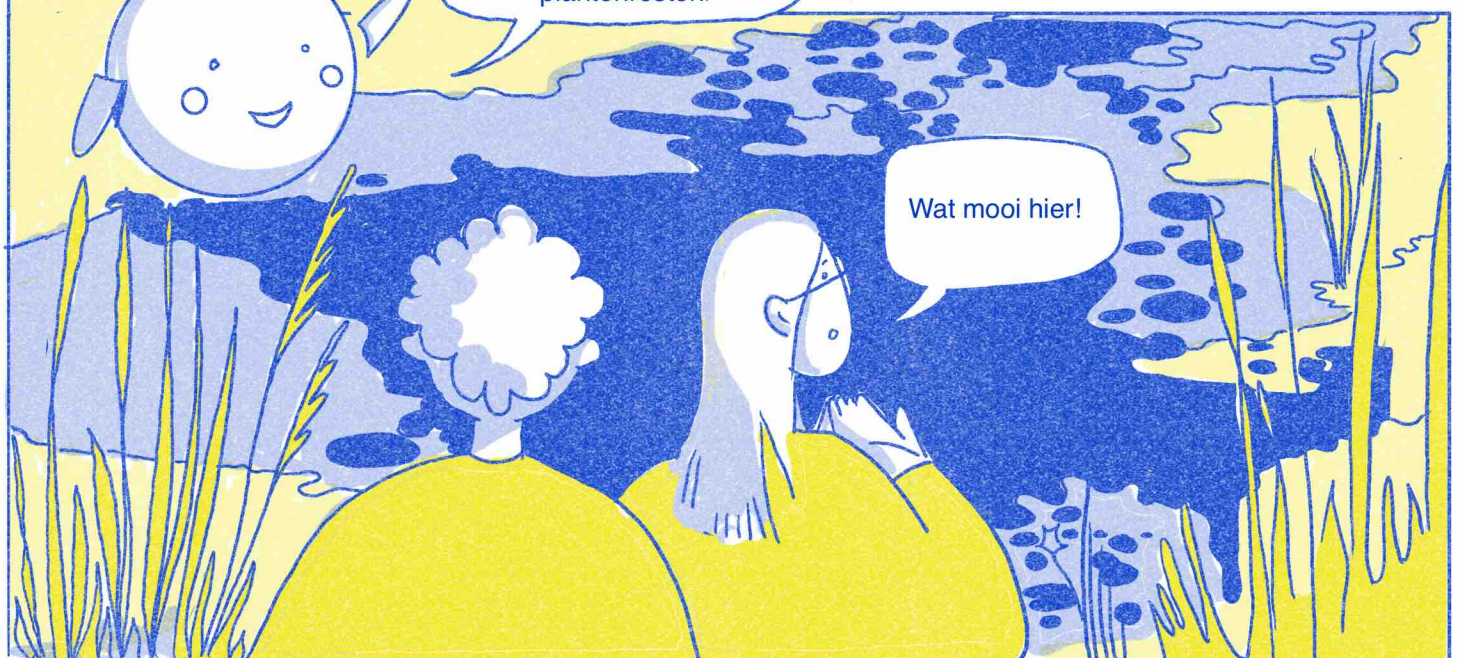
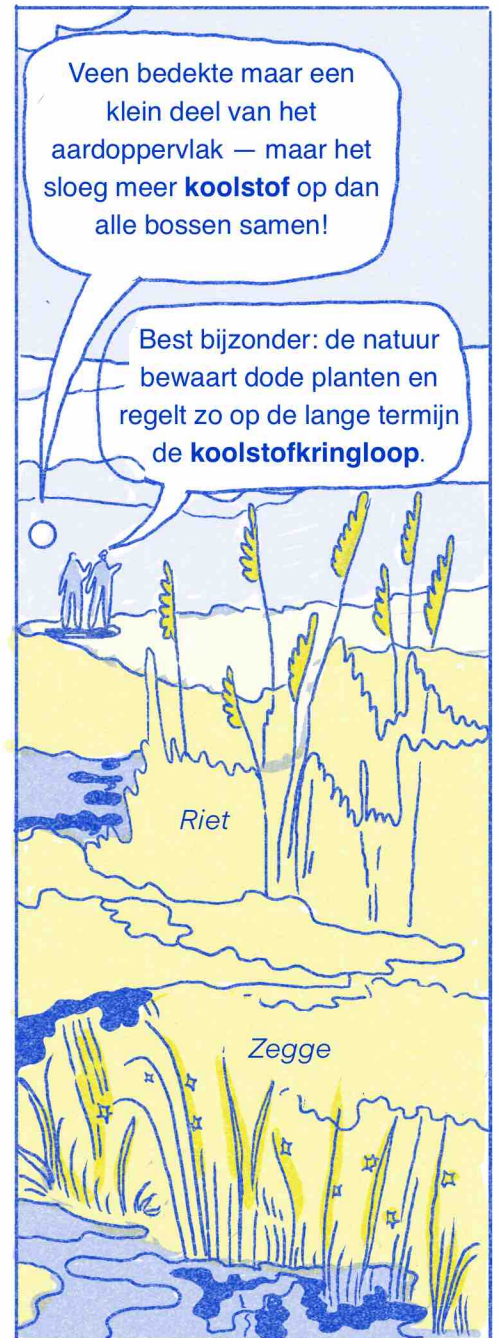
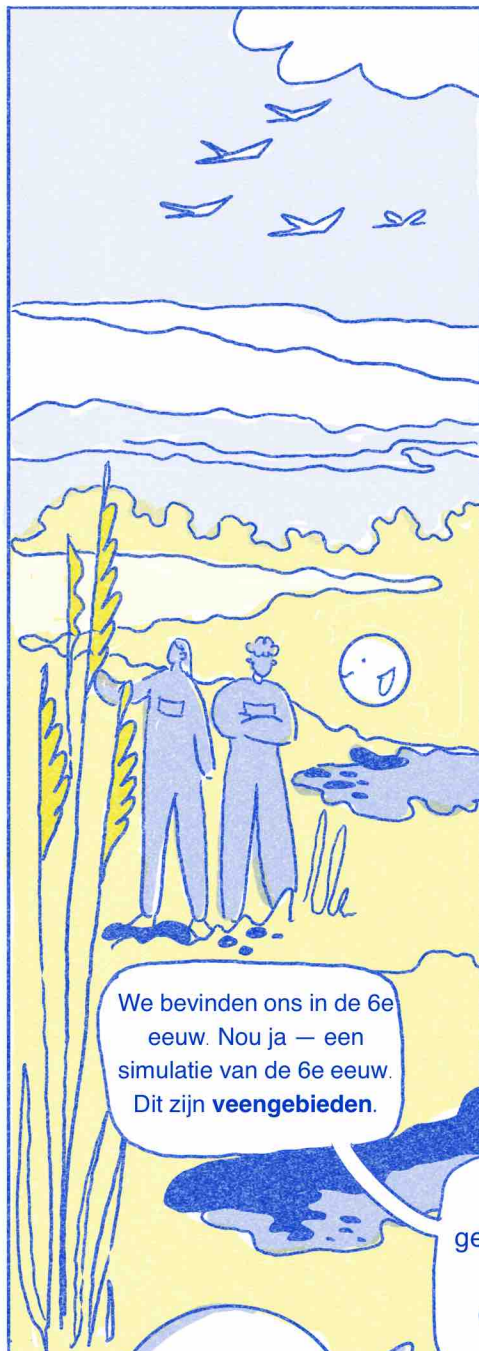


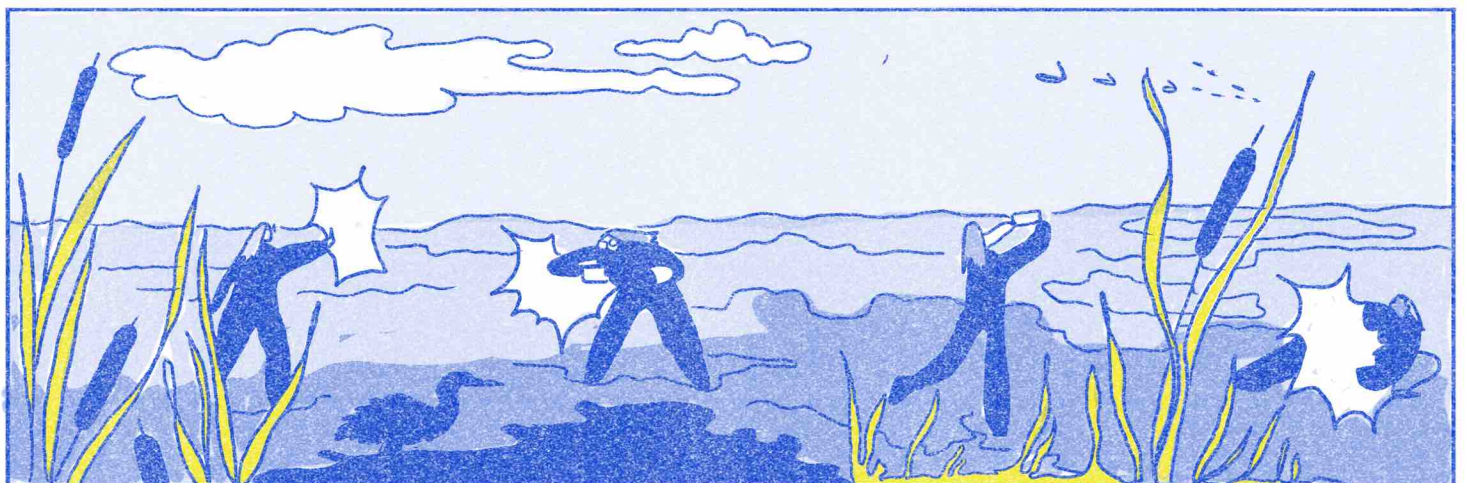
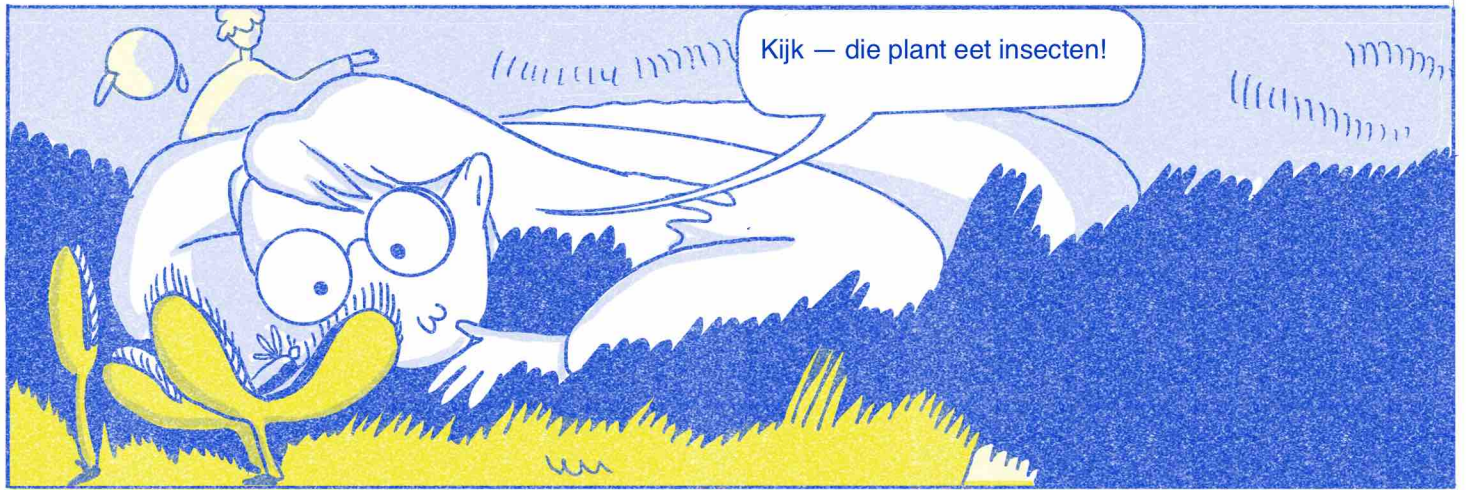
The comic book is part of the project Living on Soft Soils (LOSS): subsidence and society (grantnr.: NWA 1160.18.259). This project is funded by the Dutch Research Council (NWO-NWA-ORC), Utrecht University, Wageningen University, Delft University of Technology, Ministry of Infrastructure & Water Management, Ministry of the Interior & Kingdom Relations, Deltares Research Institute, Wageningen Environmental Research, TNO-Geological Survey of The Netherlands, STOWA, Water Authority: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Water Authority: Drents Overijsselse Delta, Province of Utrecht, Province of Zuid-Holland, Municipality of Gouda, Platform Soft Soil, Sweco, Tauw BV, NAM.
For more information: <https://nwa-loss.nl/>

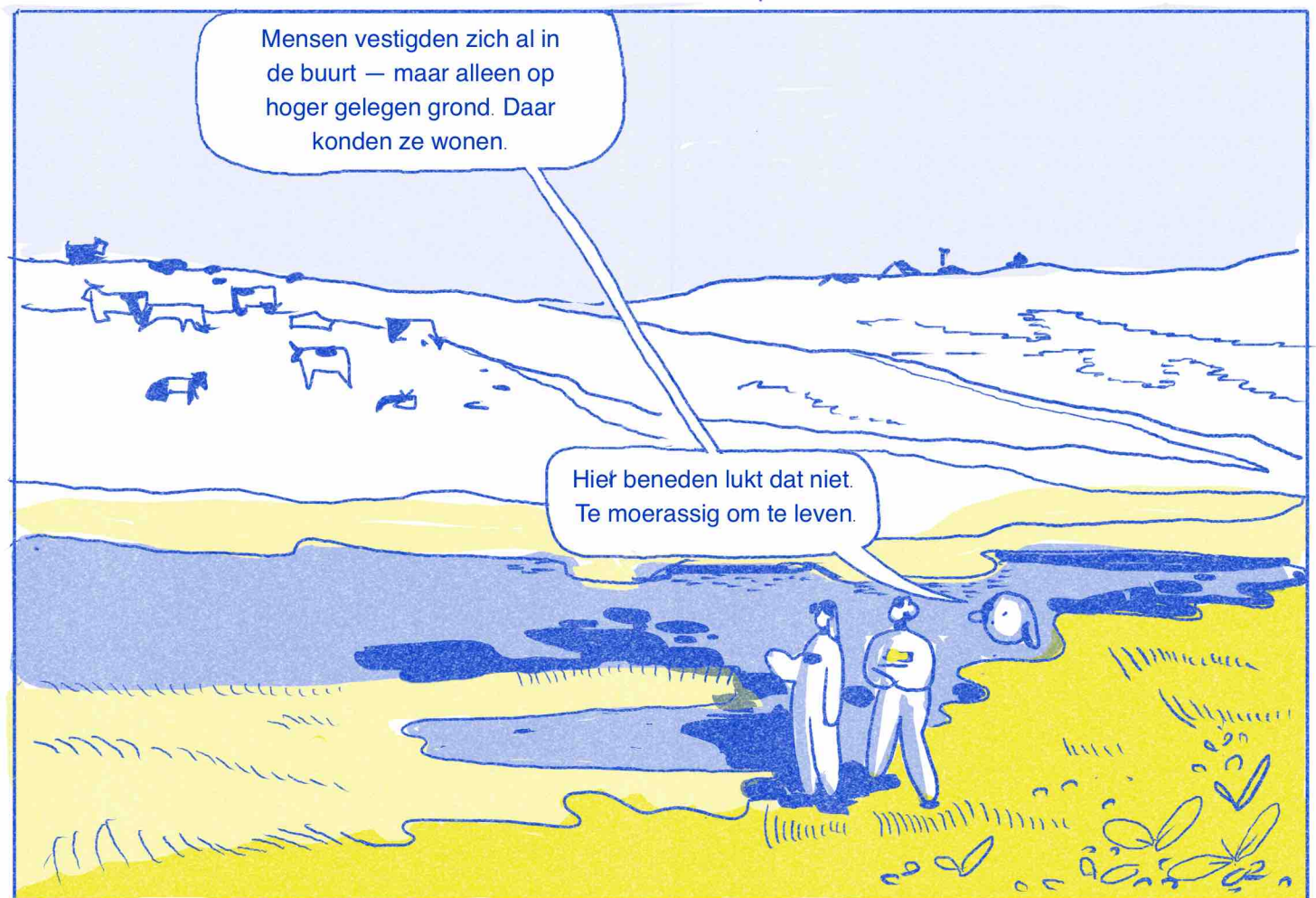
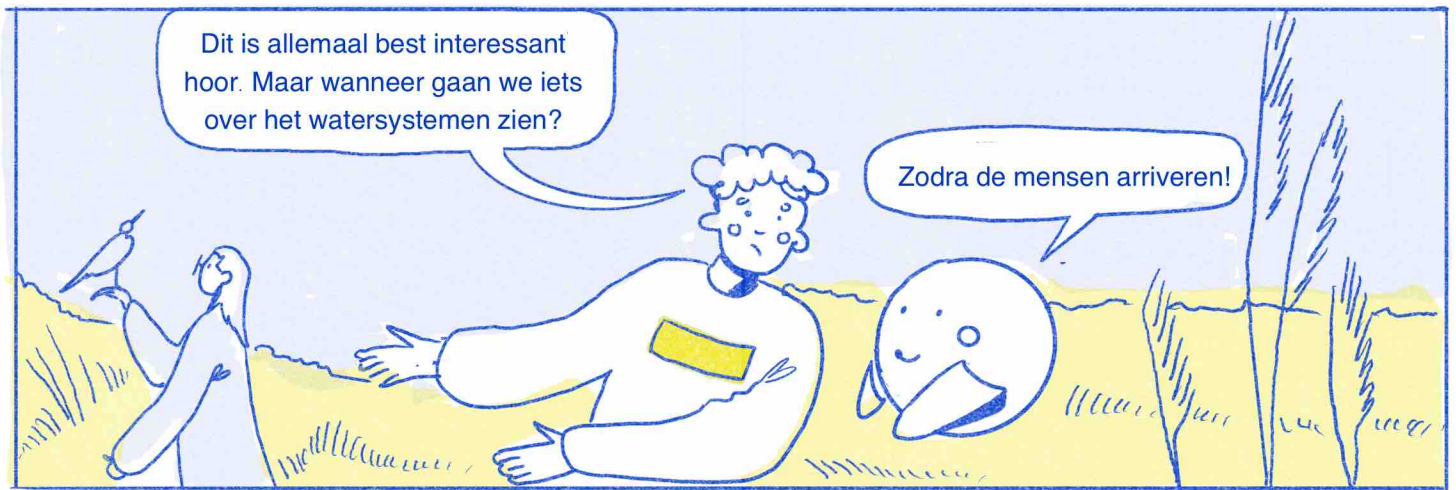






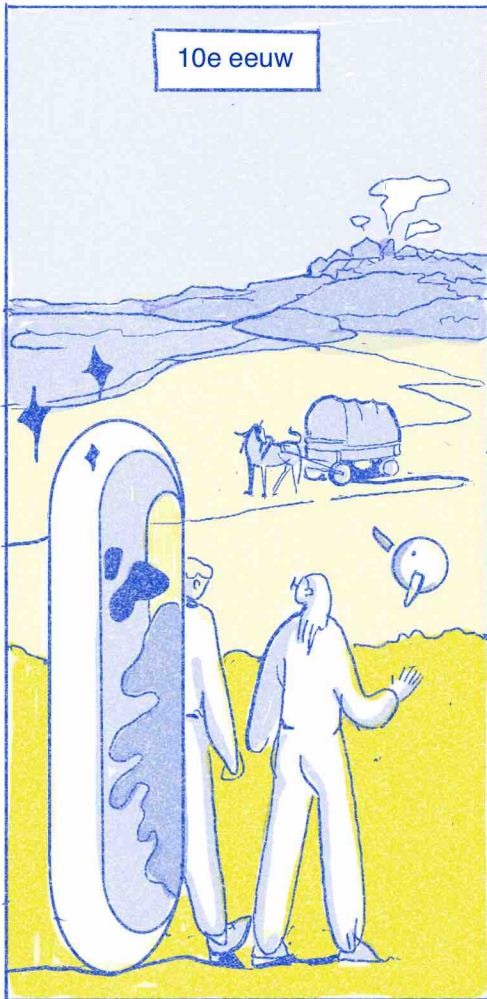






10e eeuw

Mensen staken turf uit, lieten die drogen en gebruikten het als brandstof voor hun kachels thuis.

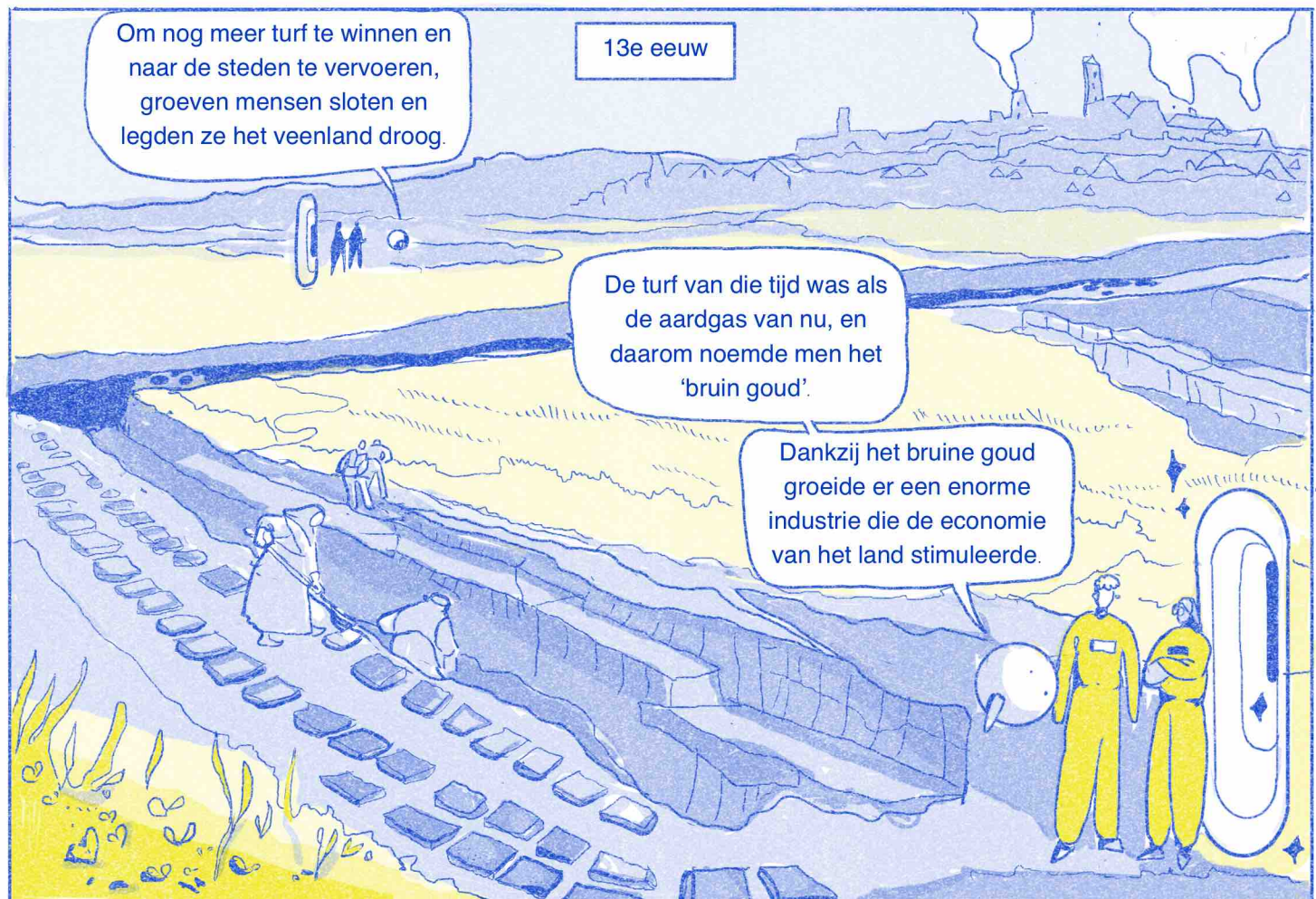


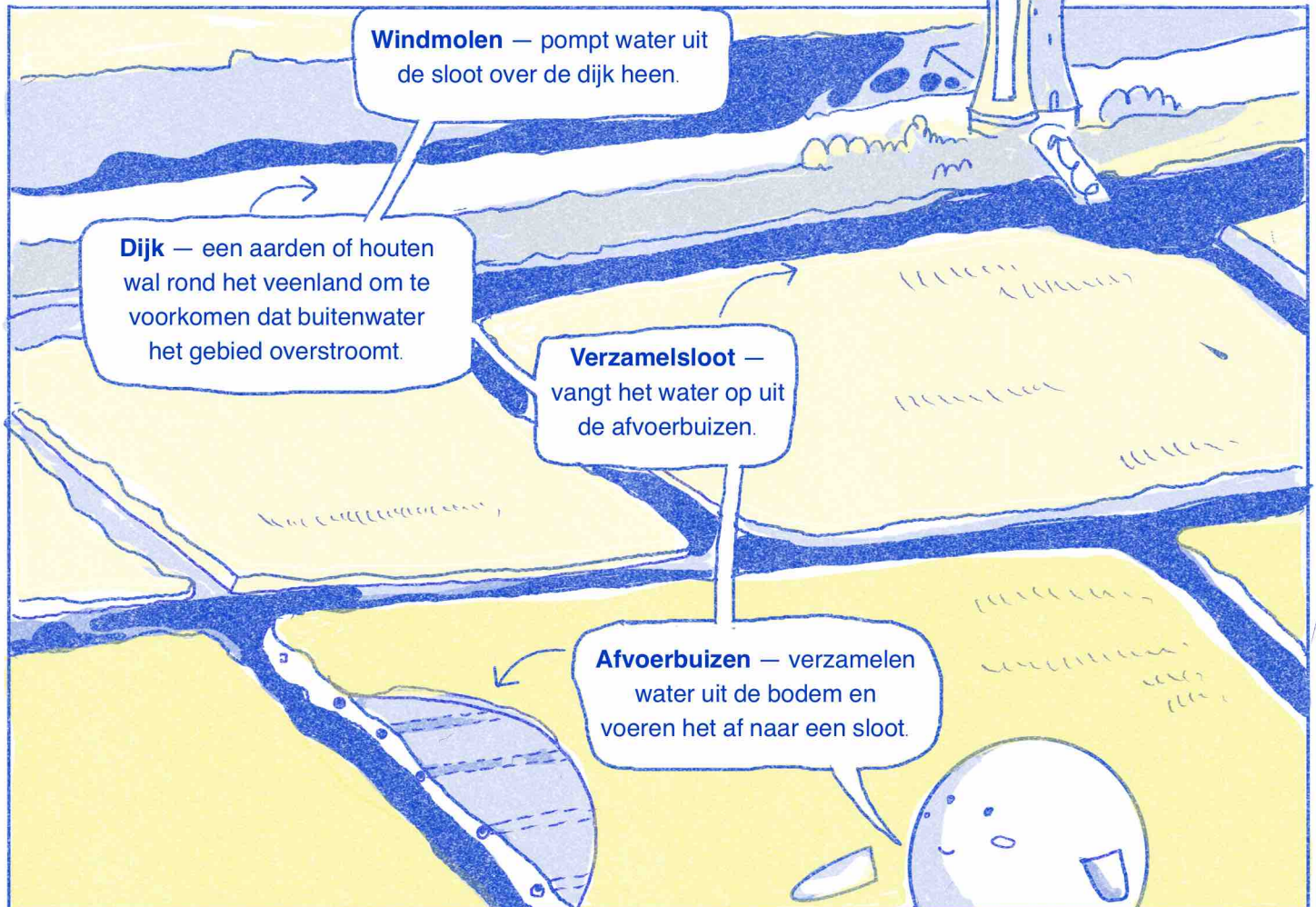
Om nog meer turf te winnen en naar de steden te vervoeren, groeven mensen sloten en legden ze het veenland droog.

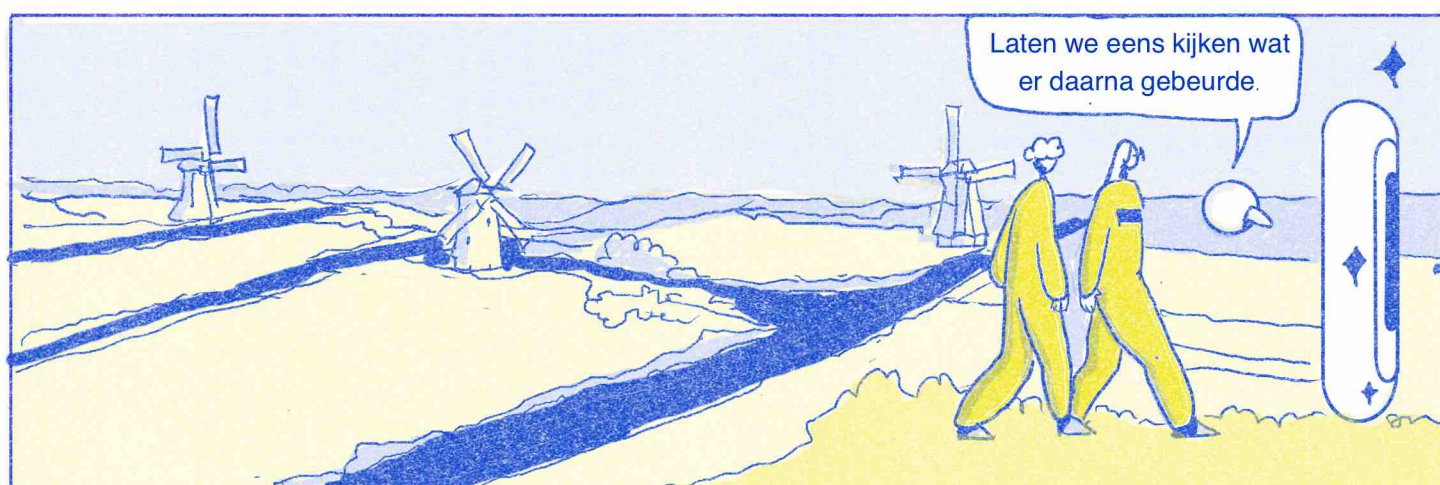
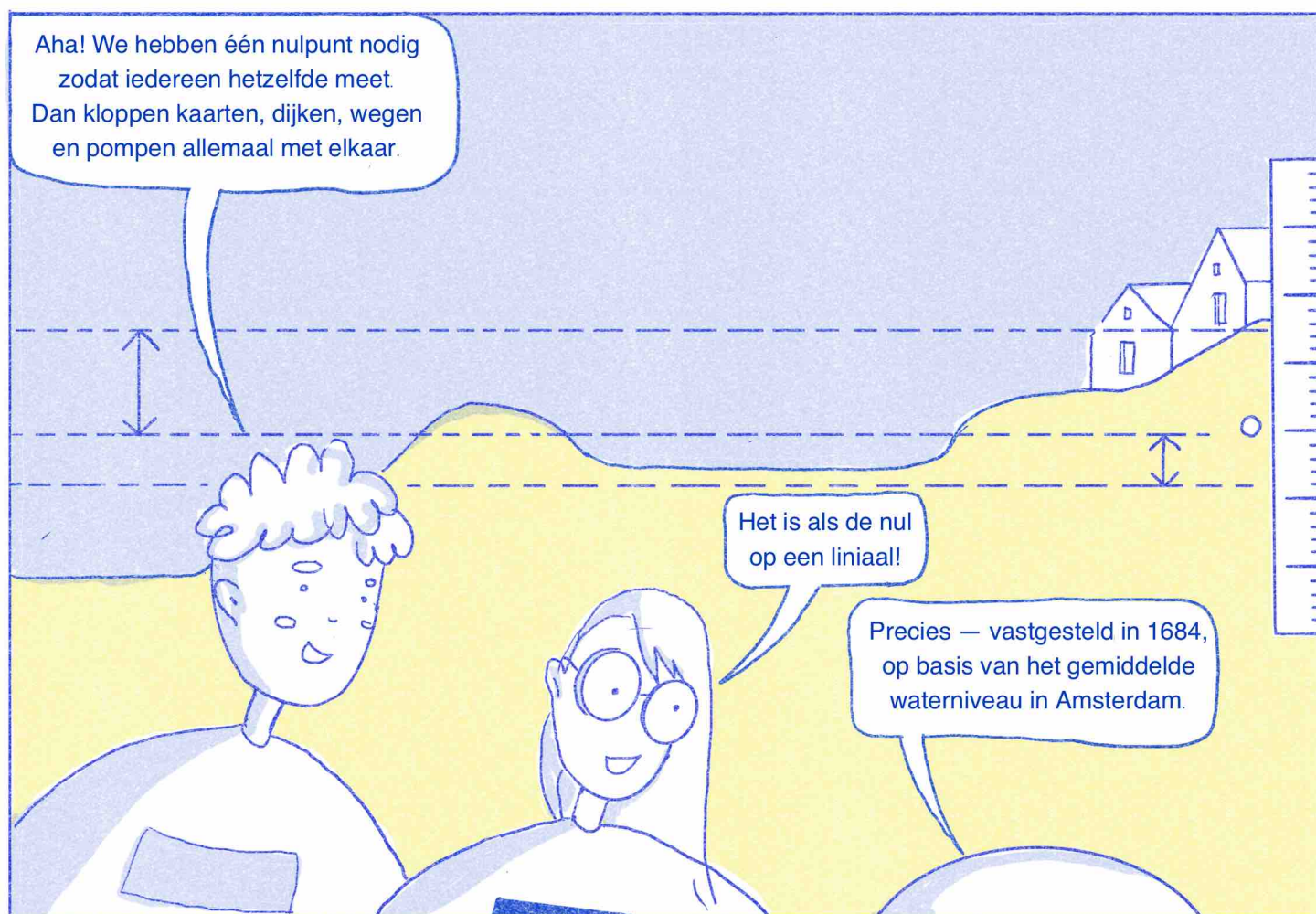
13e eeuw

De turf van die tijd was als de aardgas van nu, en daarom noemde men het 'bruin goud'.

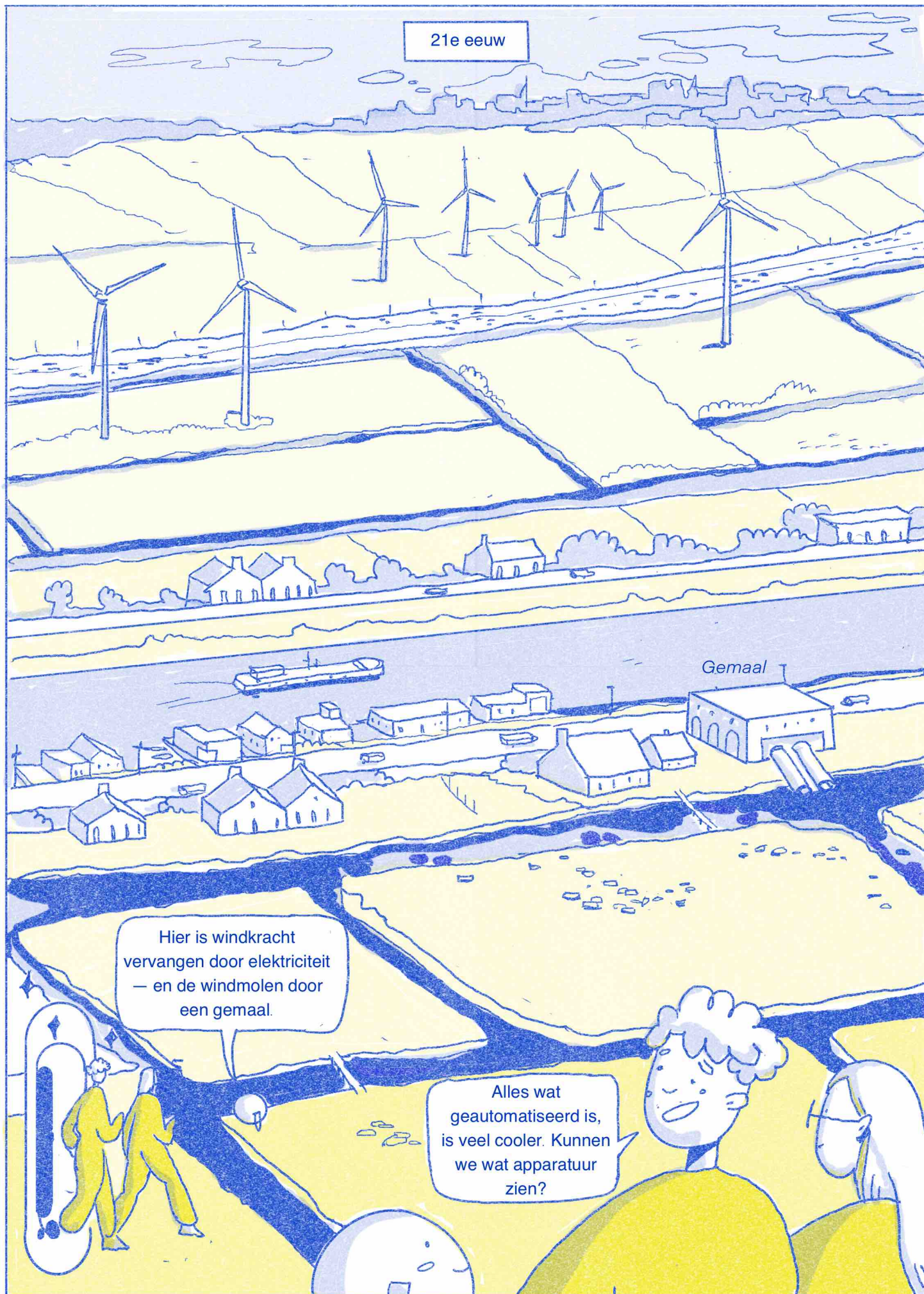
Dankzij het bruine goud groeide er een enorme industrie die de economie van het land stimuleerde.

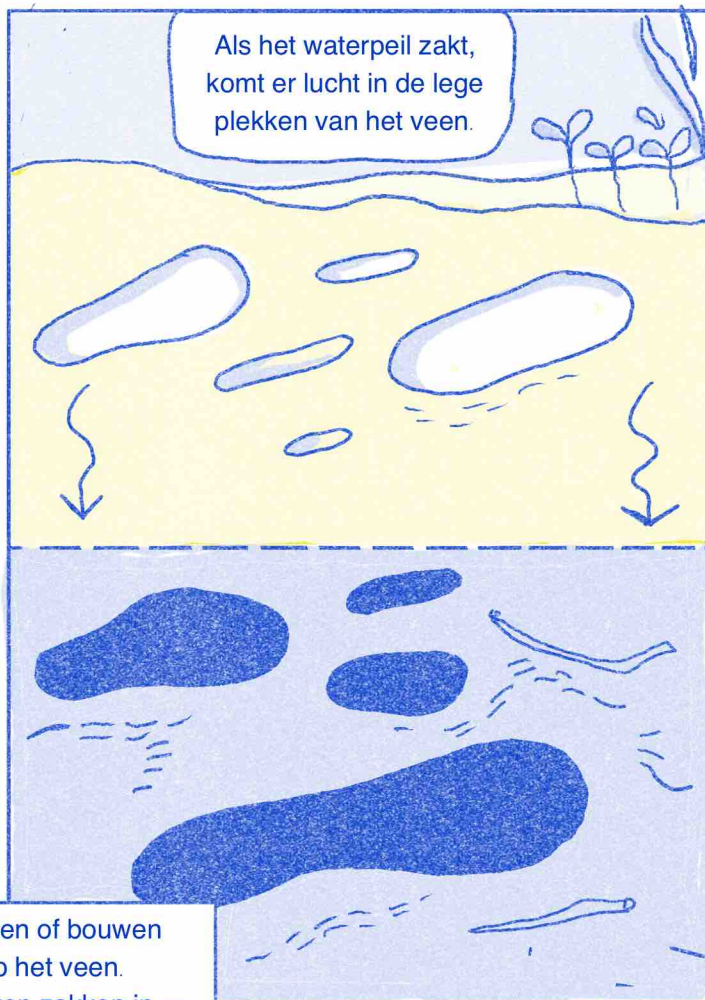
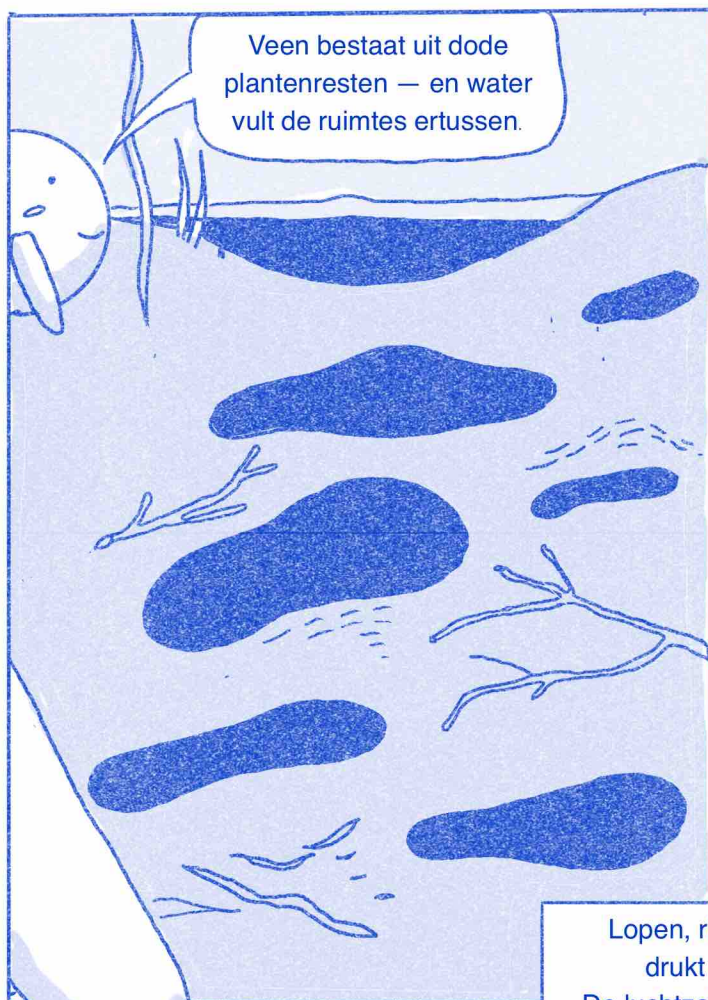


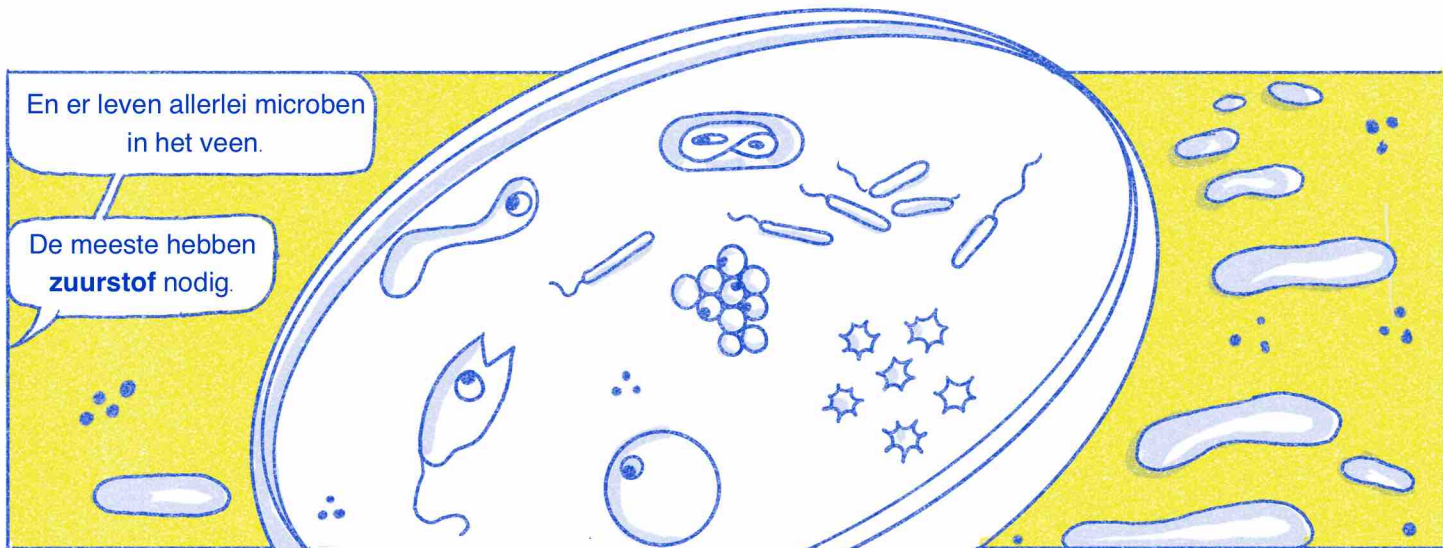




21e eeuw

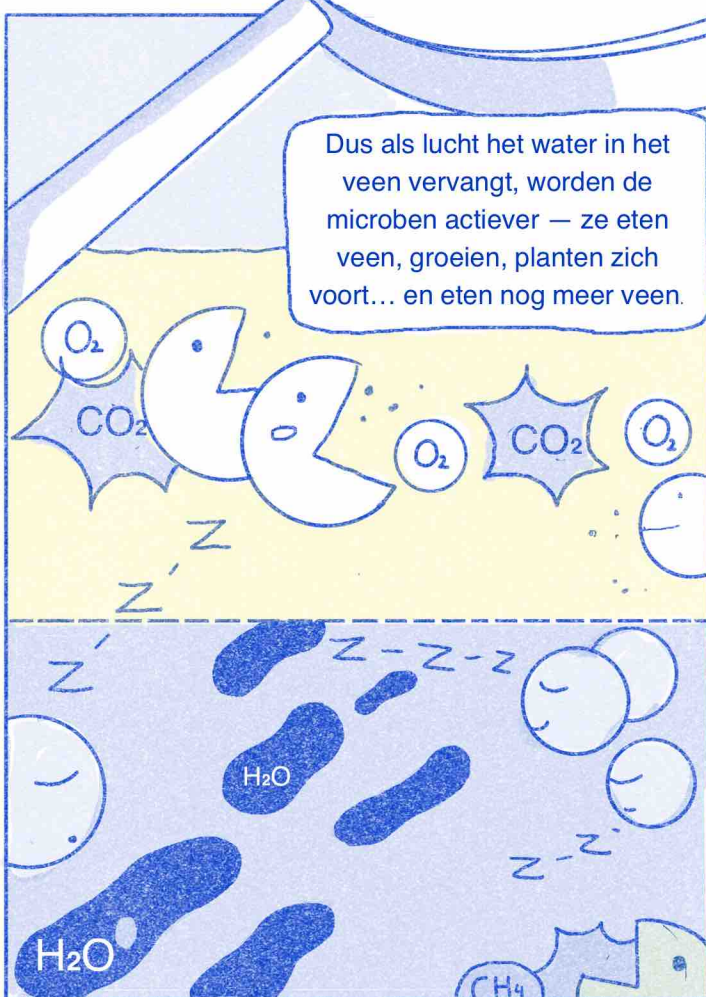






En er leven allerlei microben
in het veen.

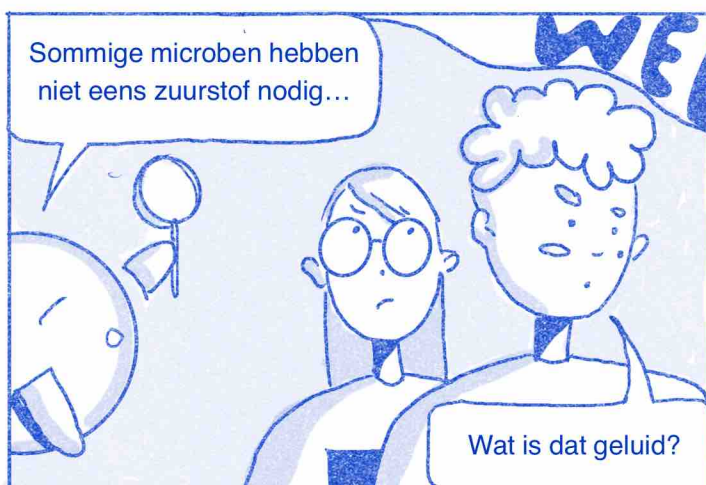
De meeste hebben
zuurstof nodig.



Dus als lucht het water in het
veen vervangt, worden de
microben actiever — ze eten
veen, groeien, planten zich
voort... en eten nog meer veen.



Microben ademen zuurstof
in en breken het veen af om
energie te krijgen.
Daardoor verdwijnt het
veen en ademen ze CO₂ uit.

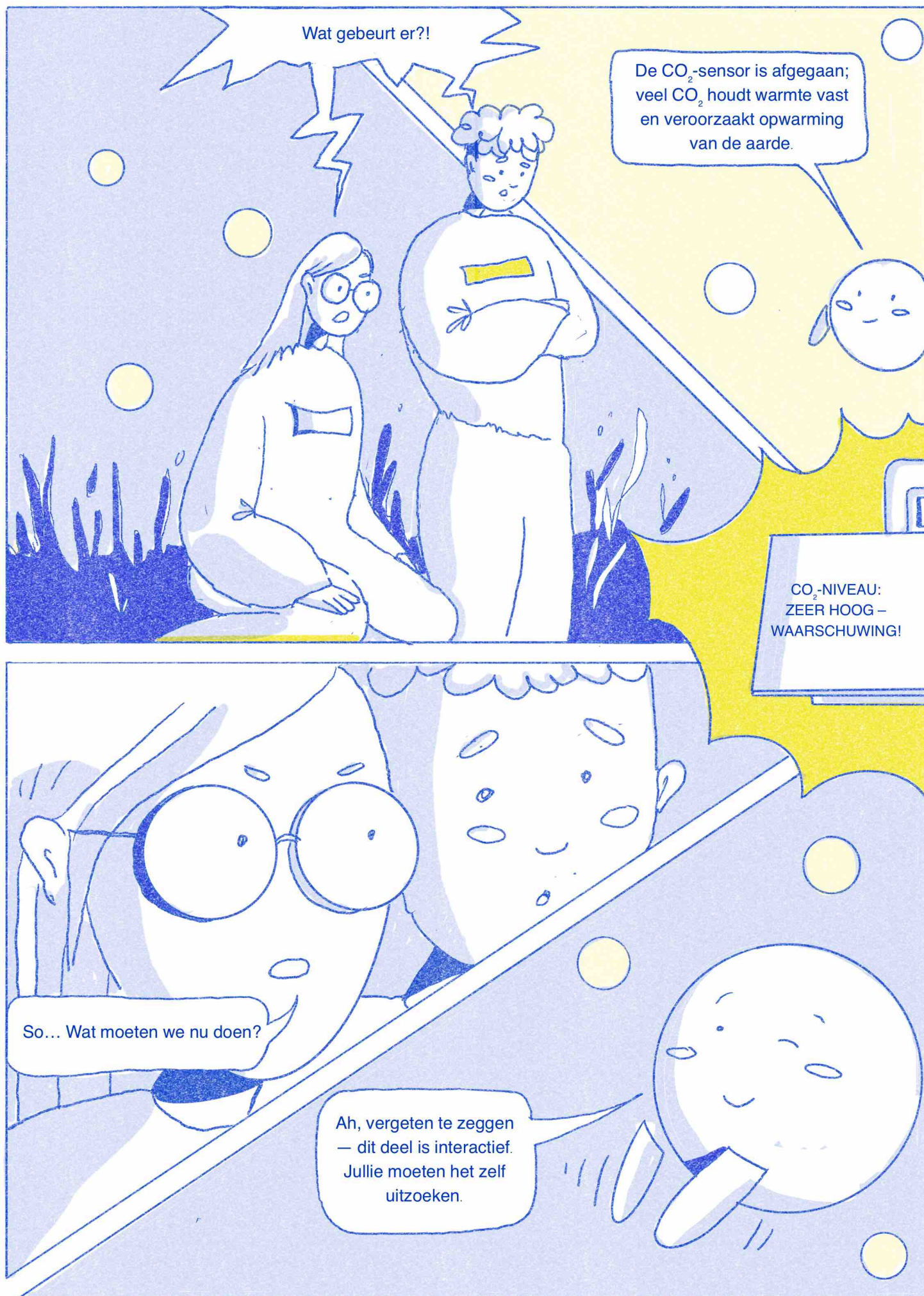


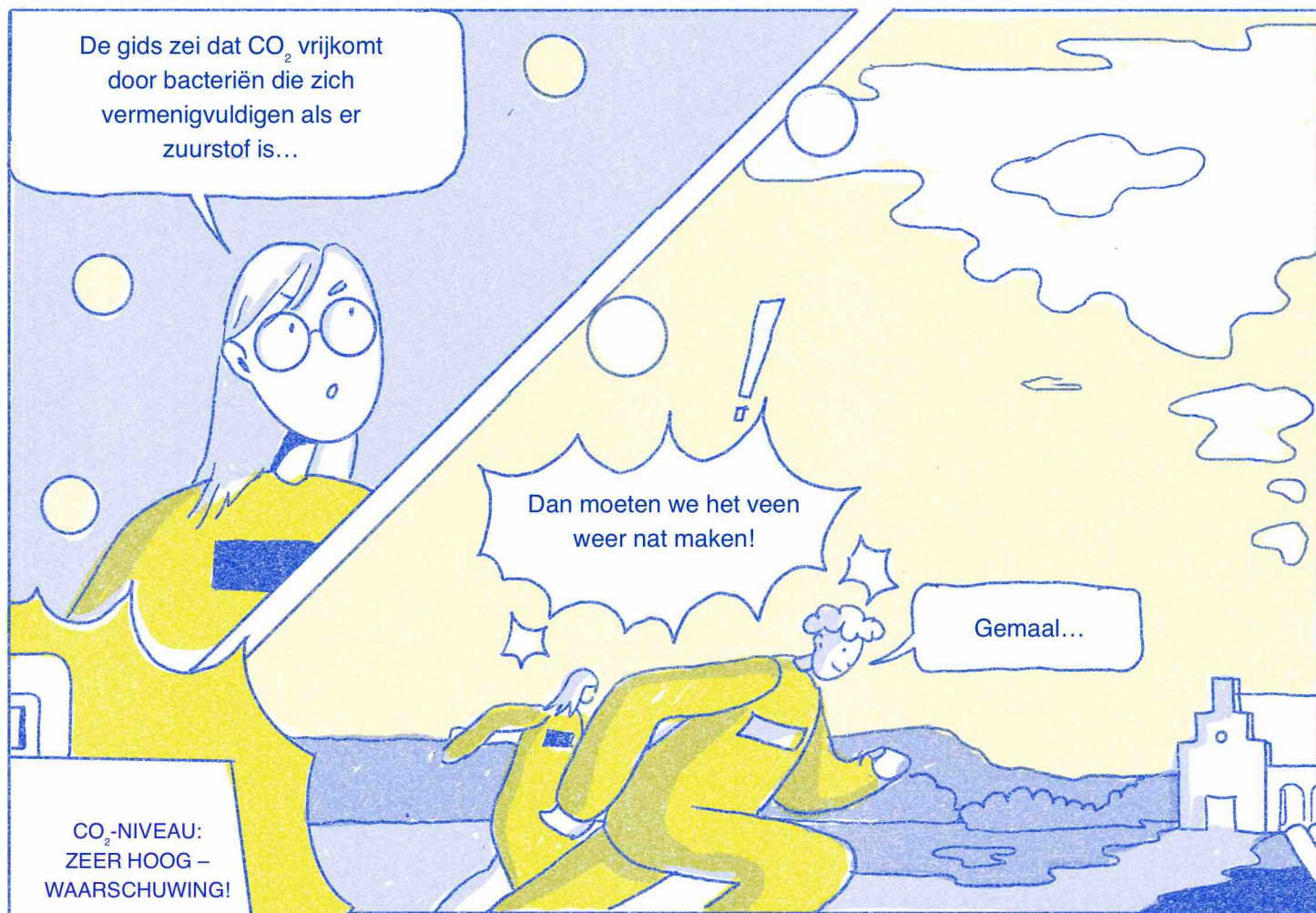
Sommige microben hebben
niet eens zuurstof nodig...

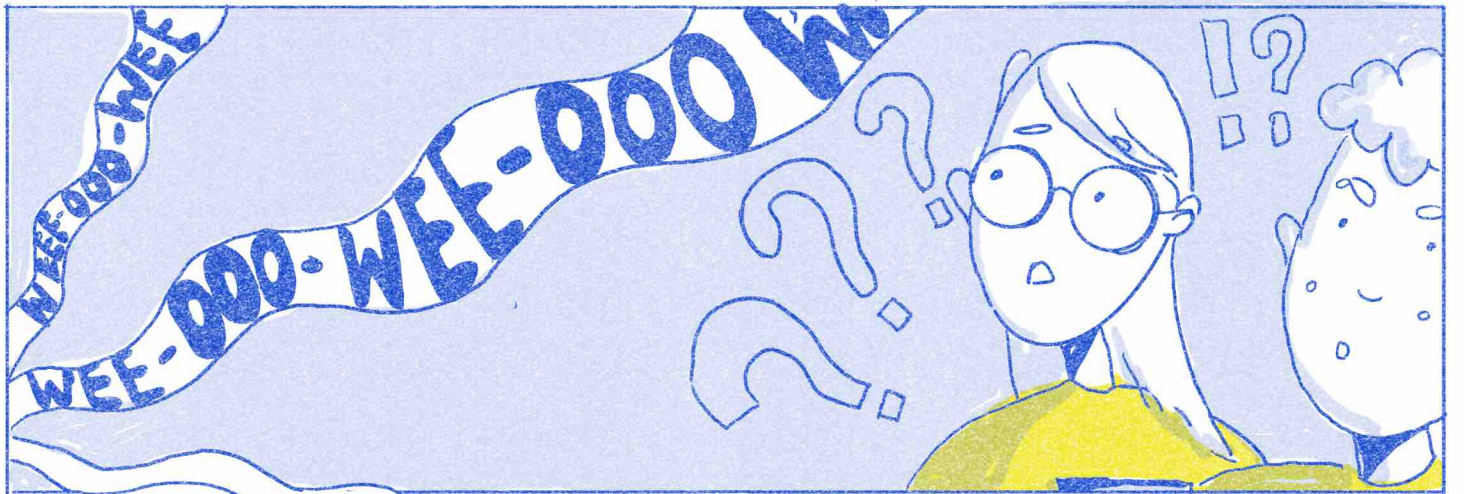
Wat is dat geluid?

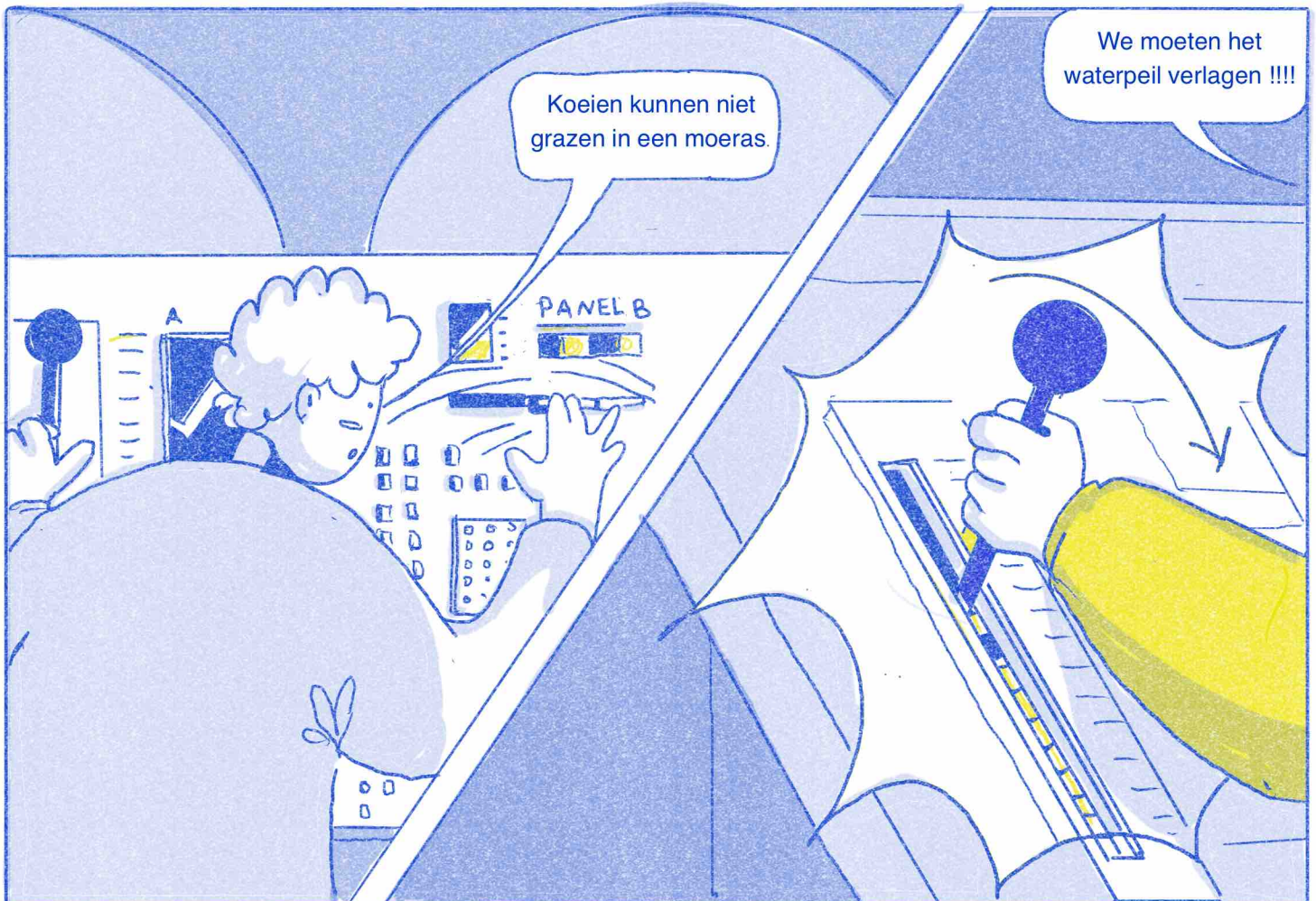
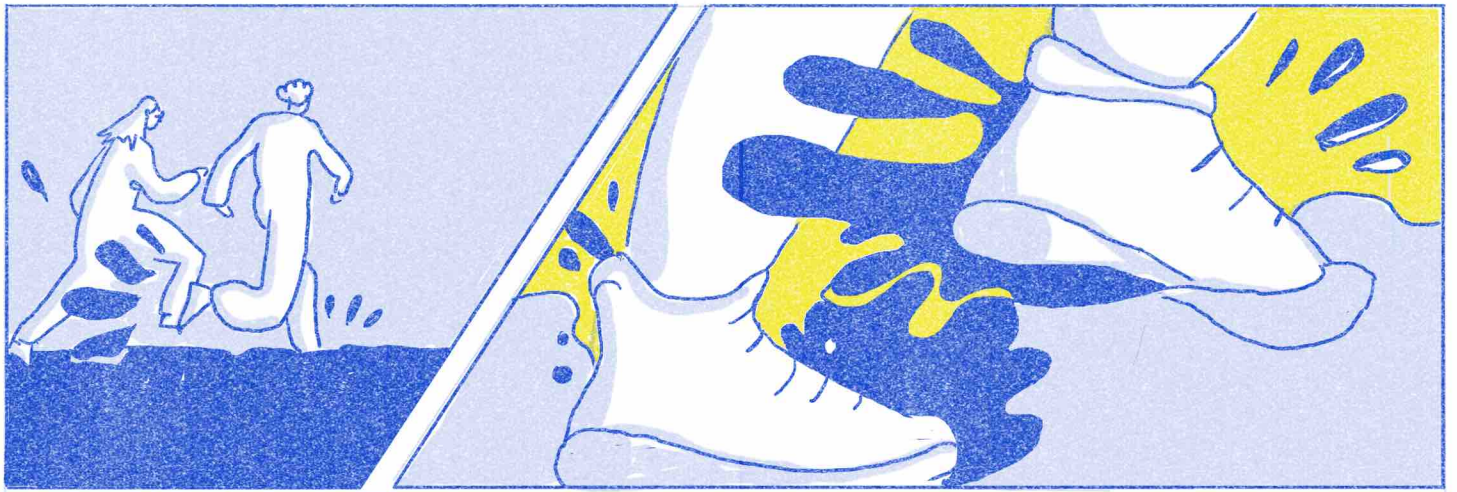


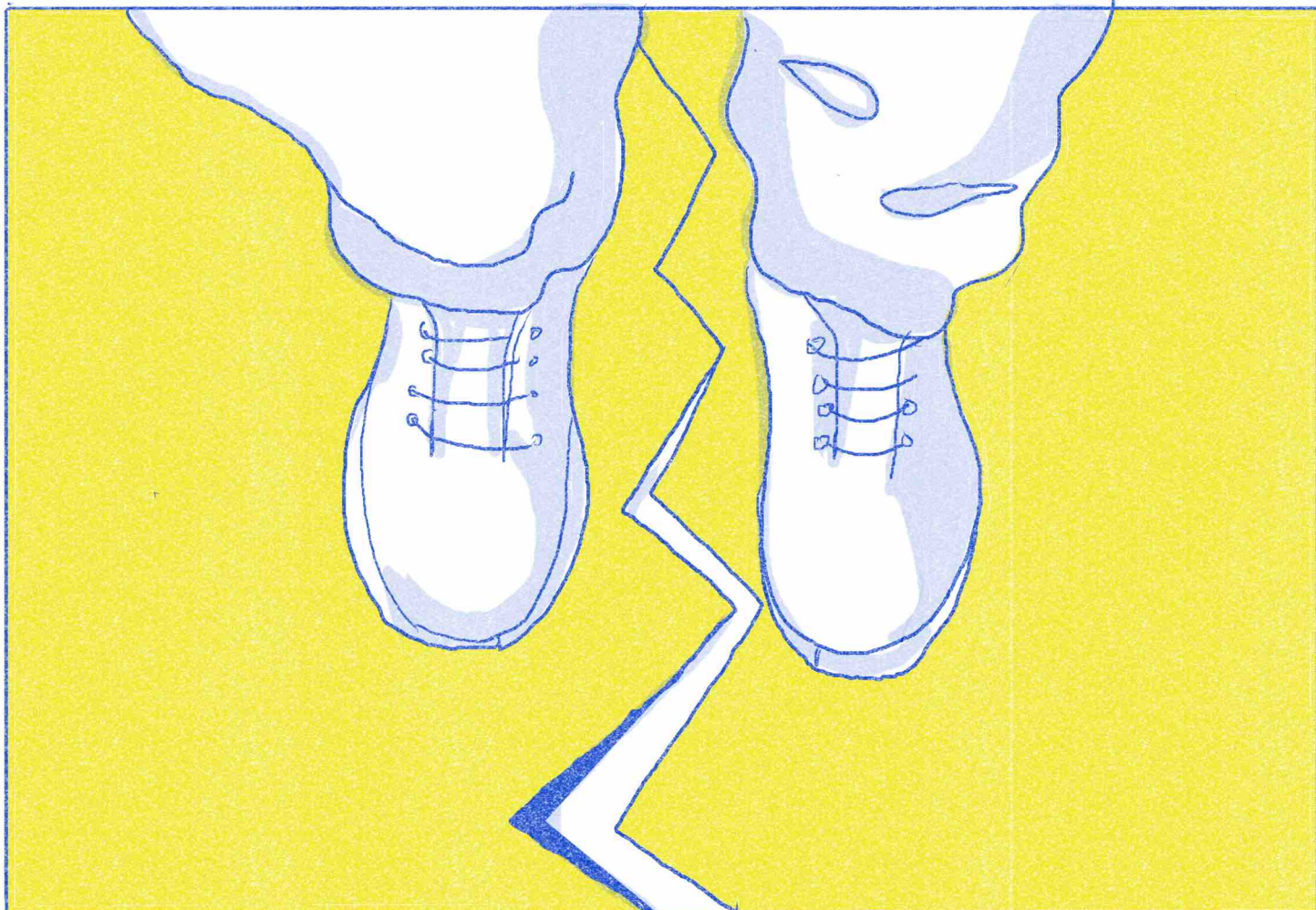
Een soort sirene.
Laten we gaan kijken!

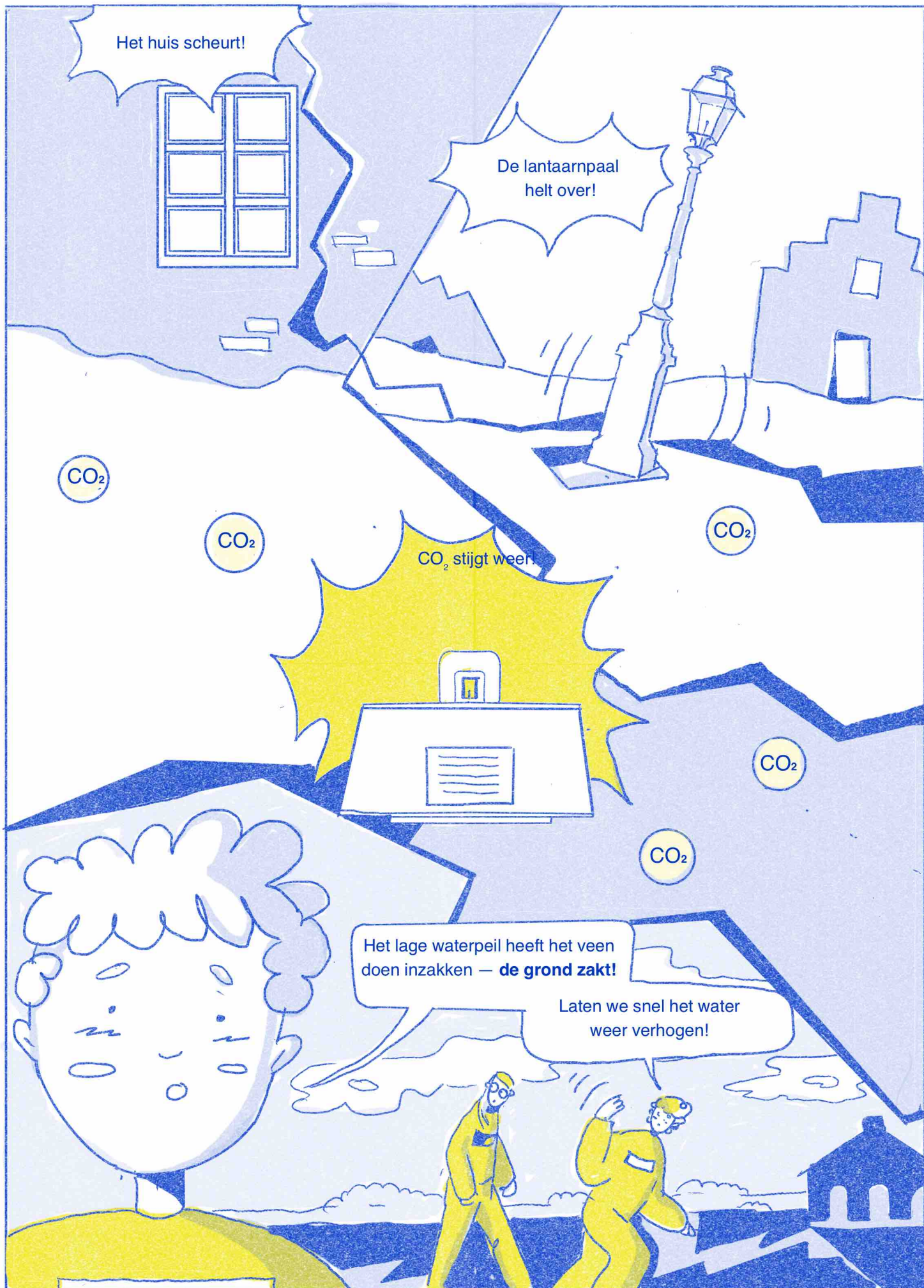


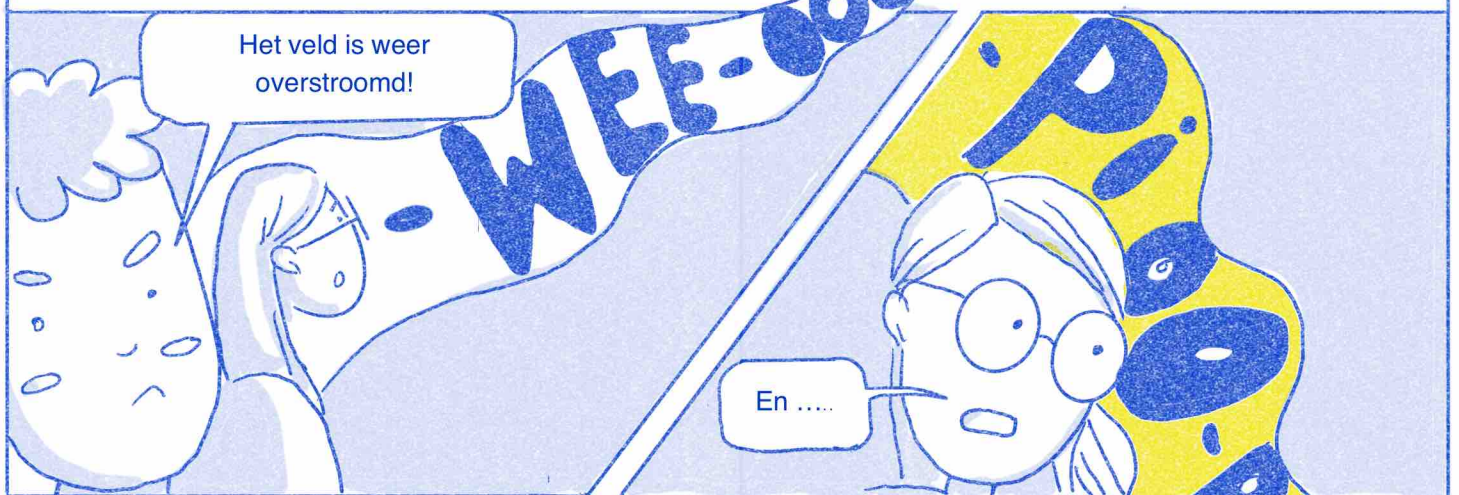


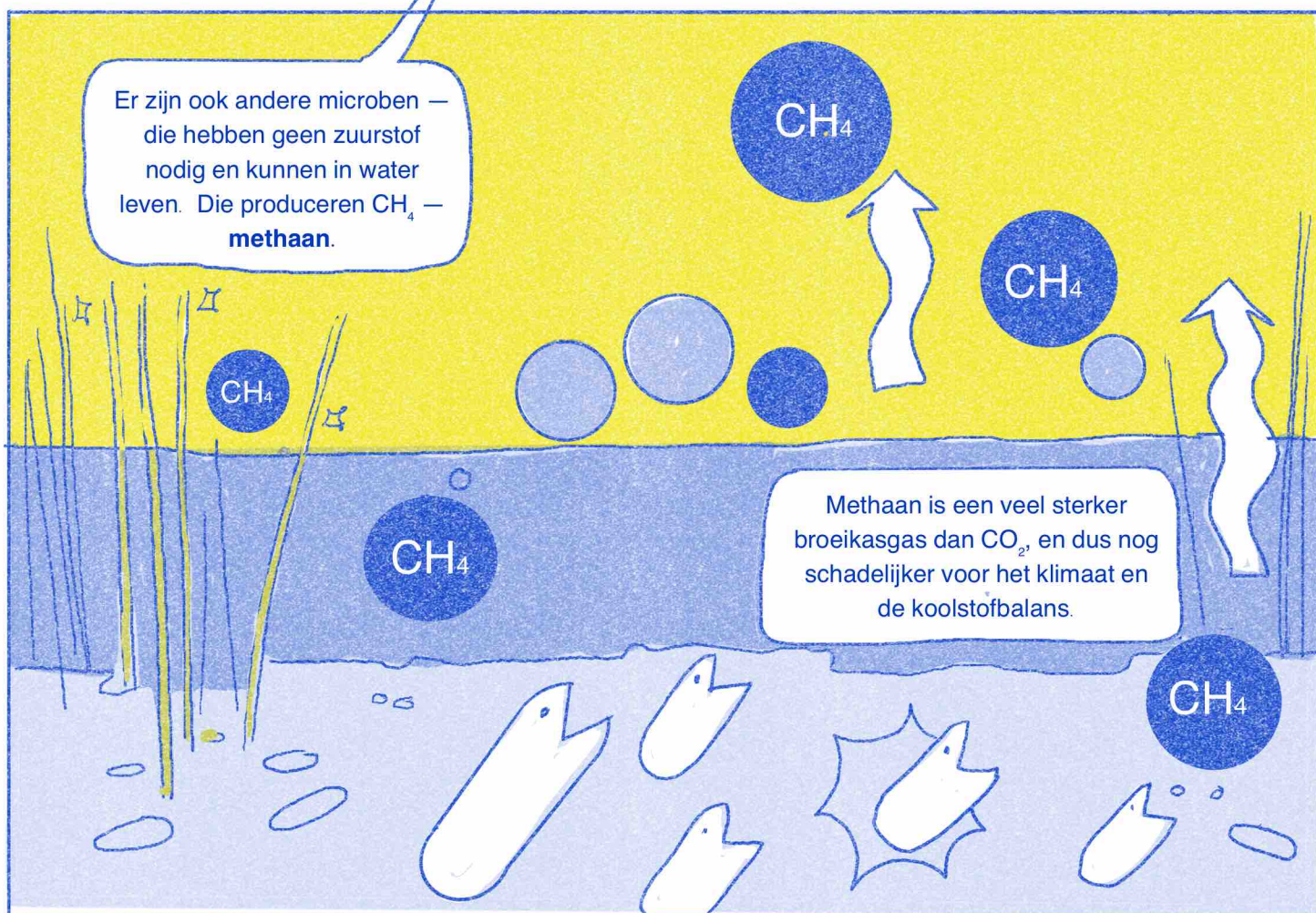


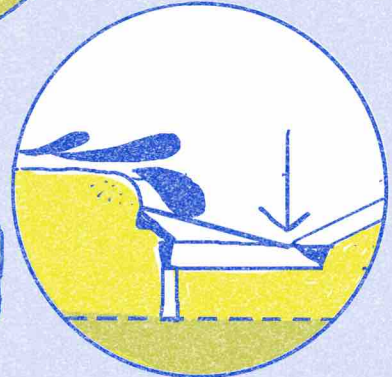
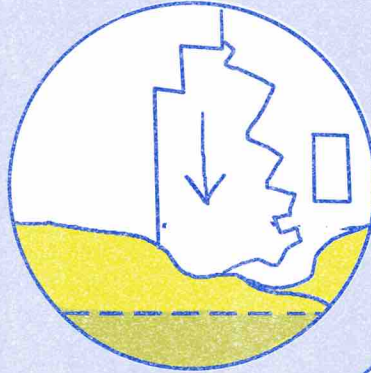
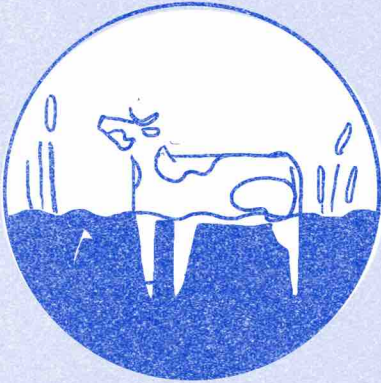






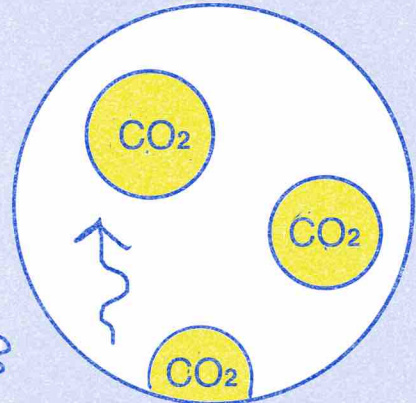
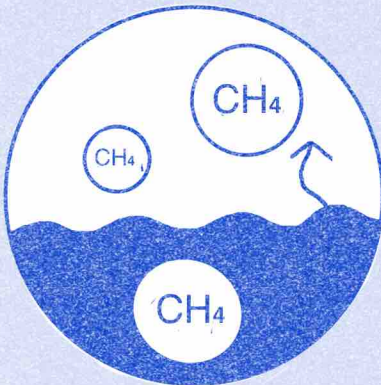






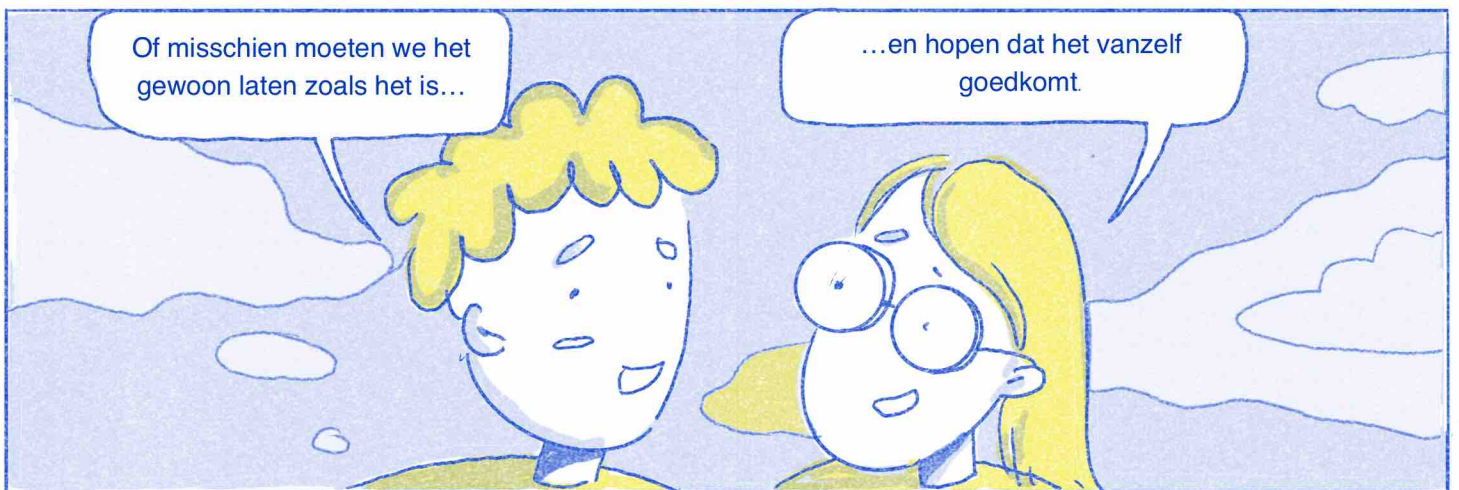
We lossen het ene probleem op... maar dan ontstaat er weer een ander.

Wat kunnen we doen om alle problemen tegelijk op te lossen?

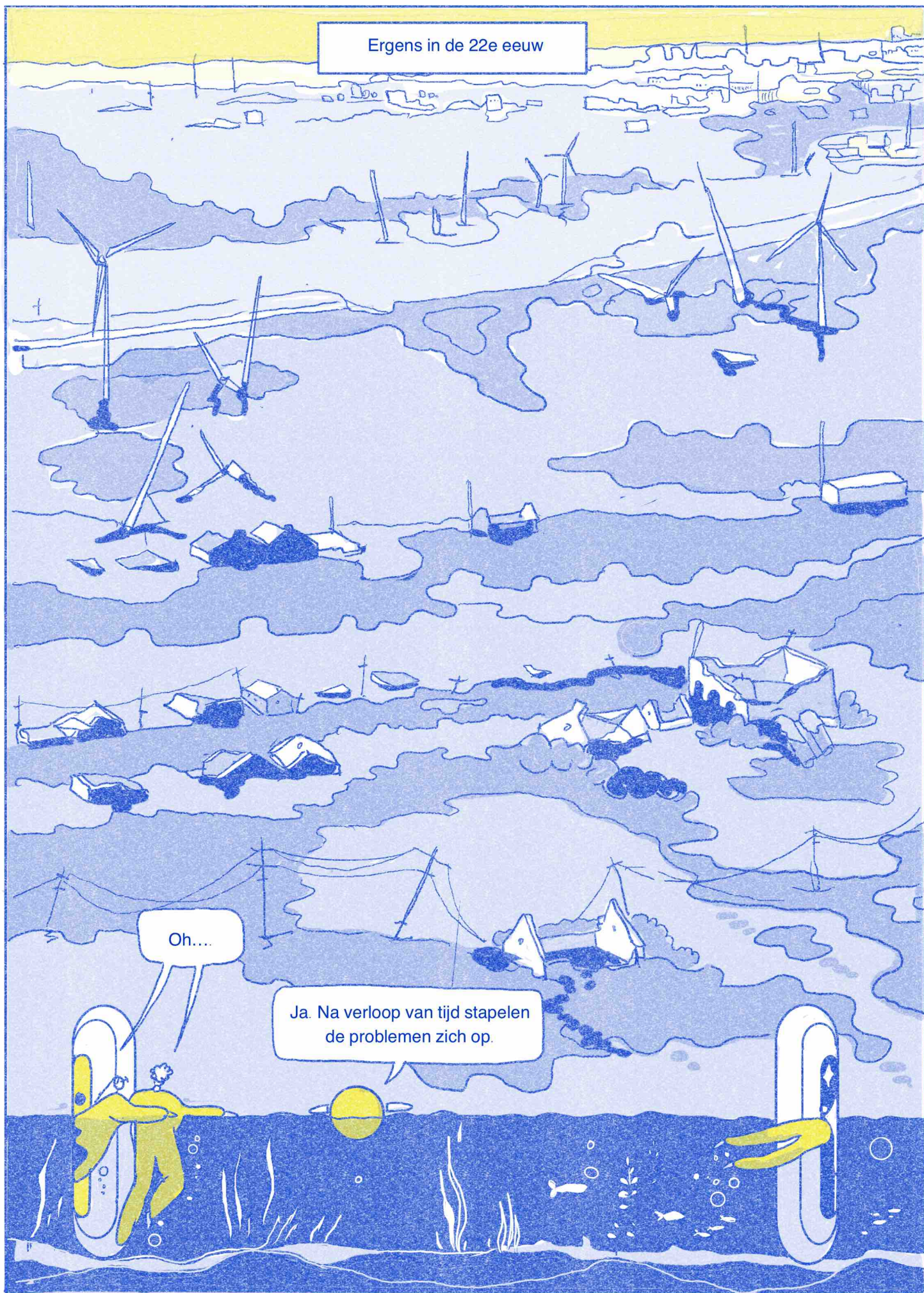


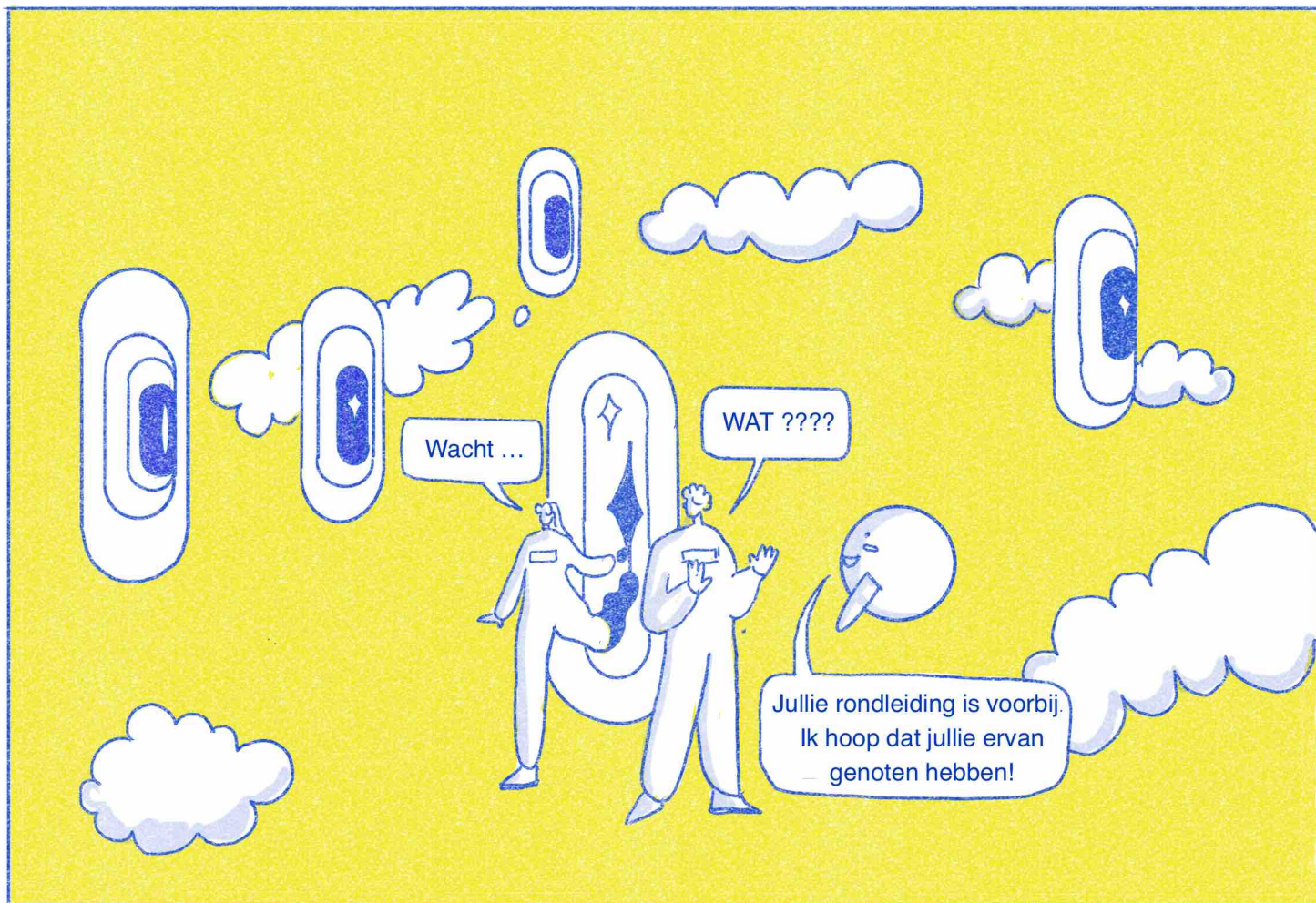
Dat is een hele goede vraag.

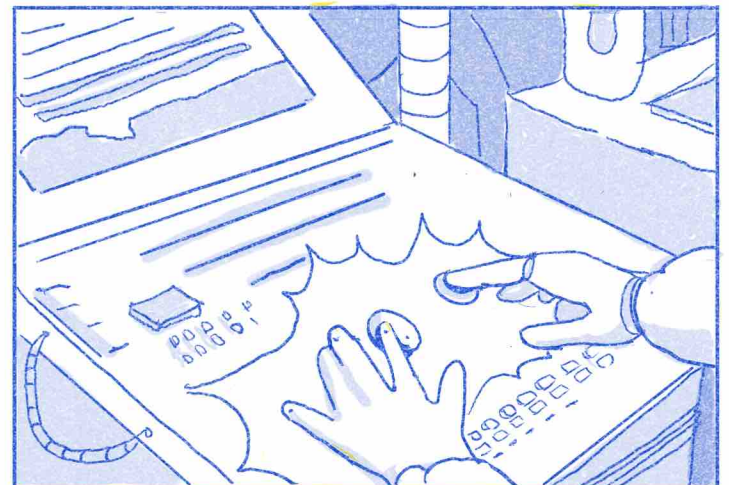




Ergens in de 22e eeuw









**Welk soort oplossing
zou kunnen werken?**



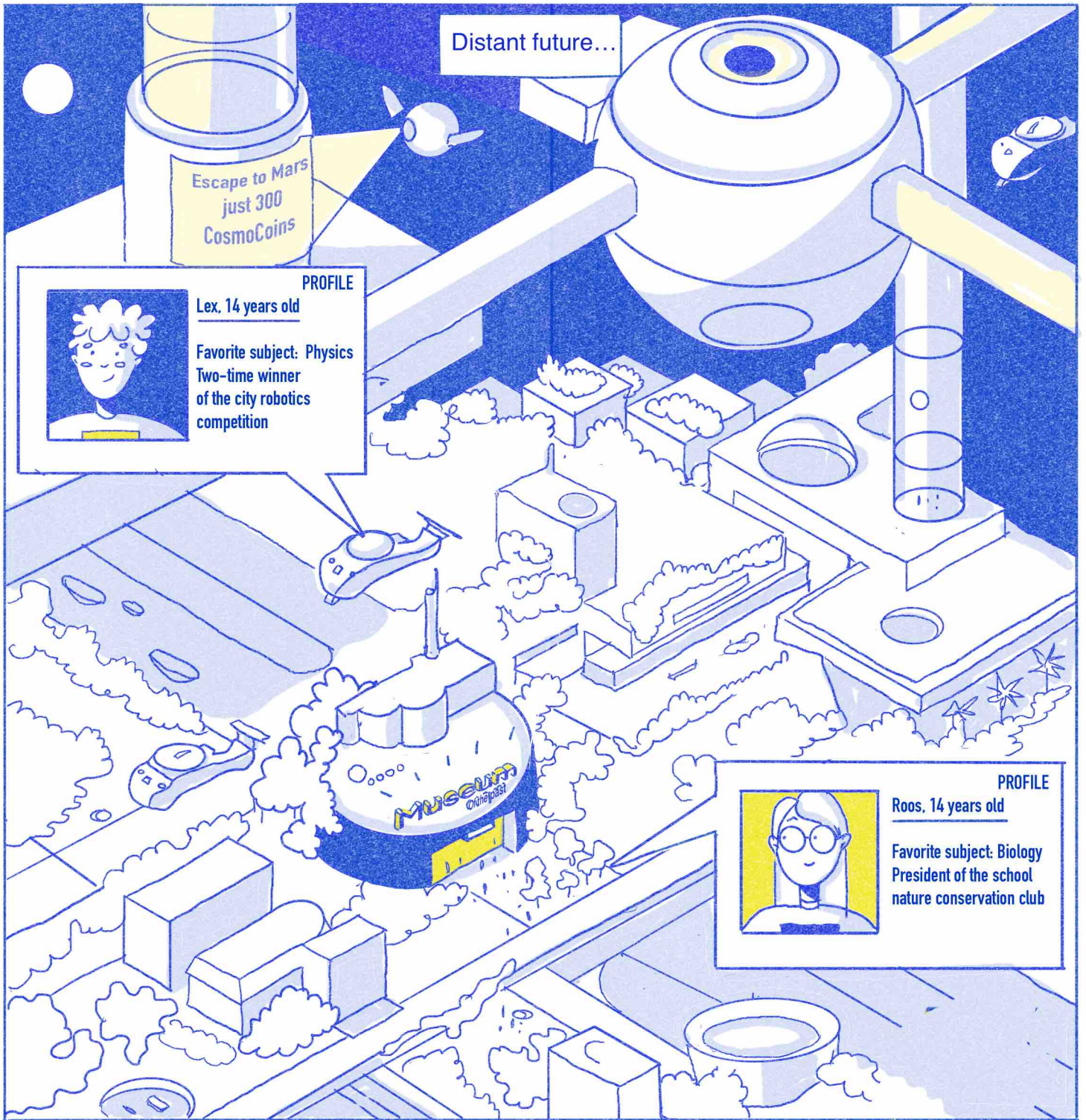
Wat denk jij?

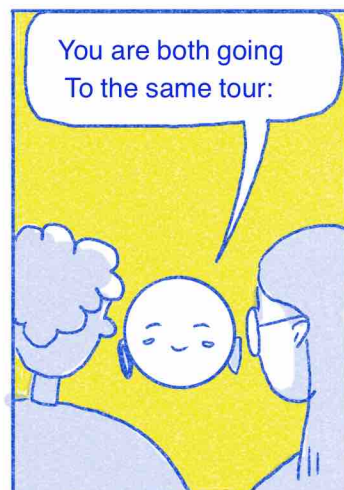
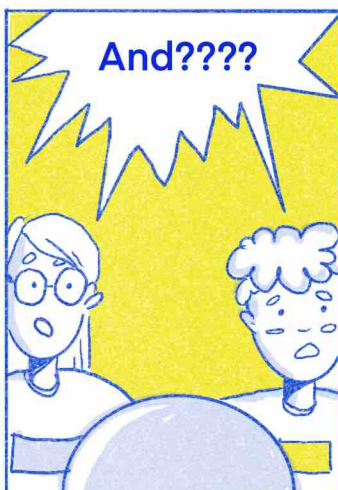
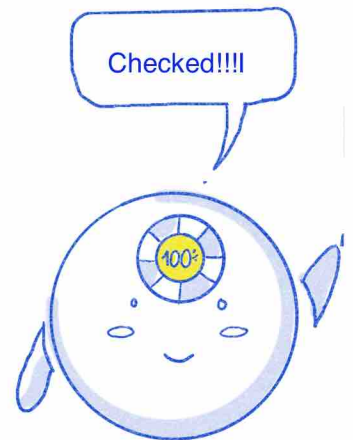
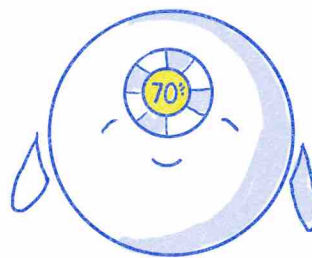
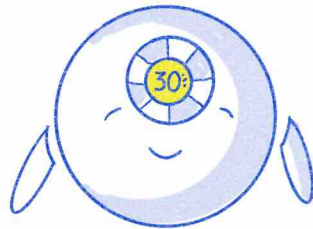
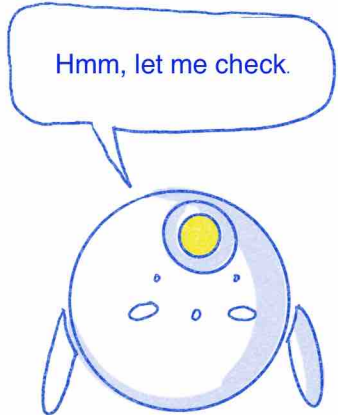
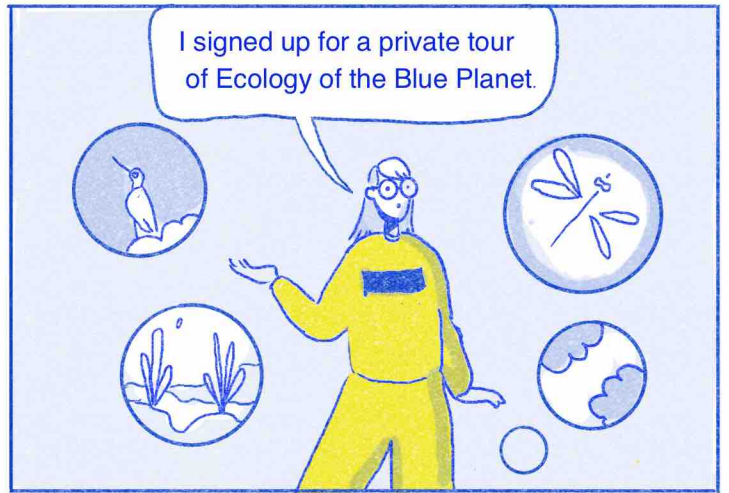
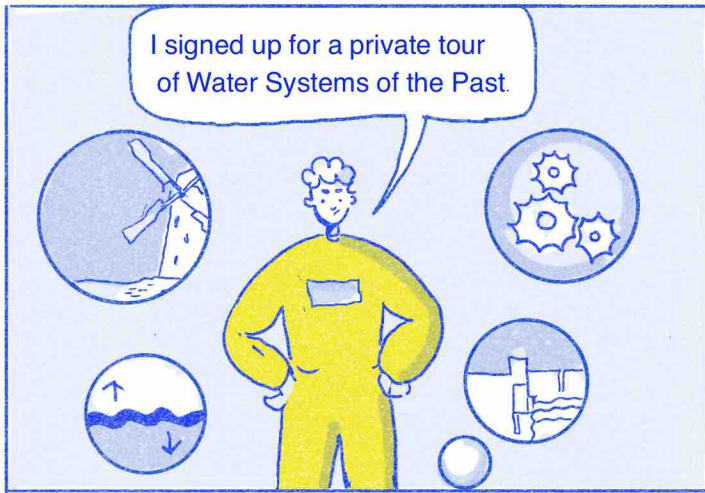


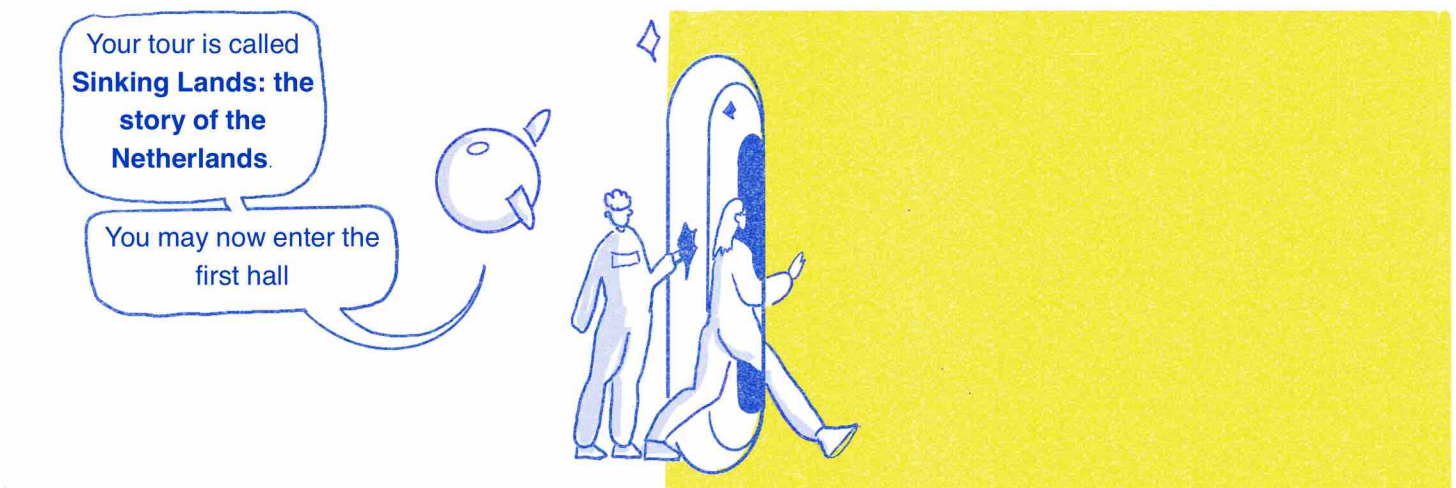
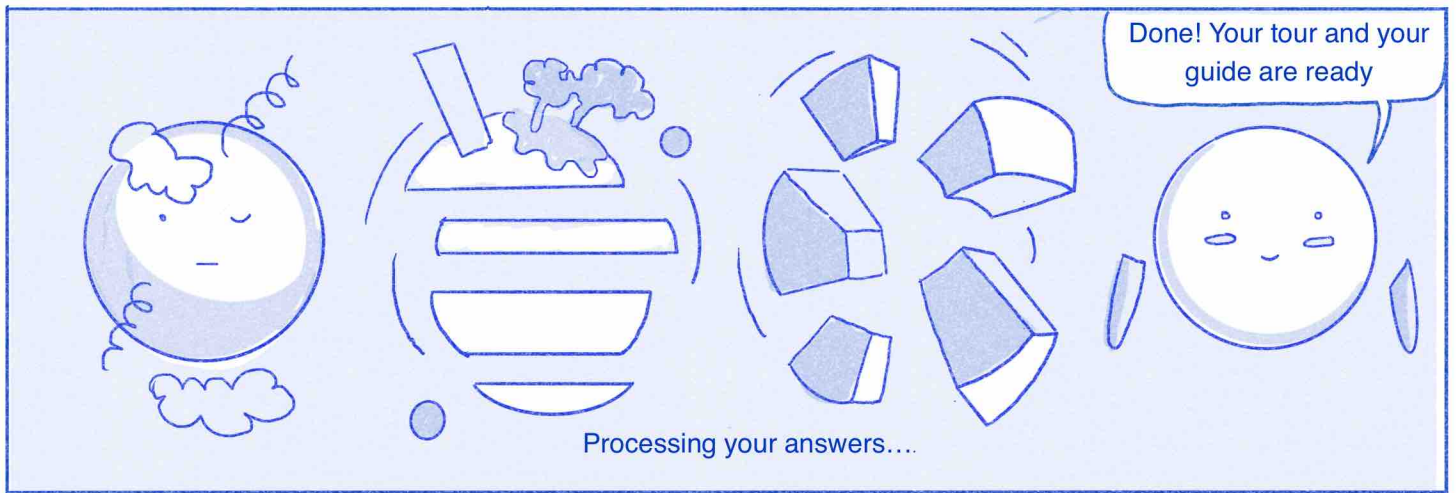
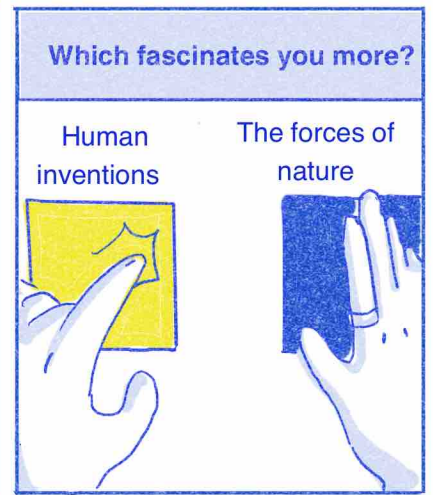
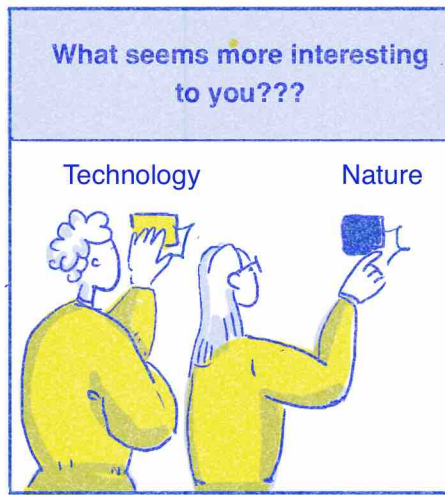
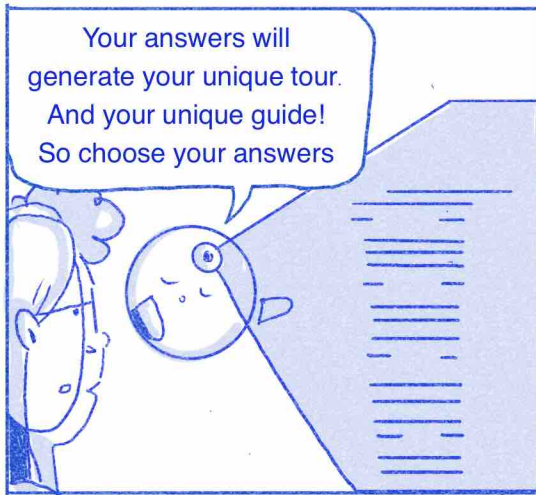
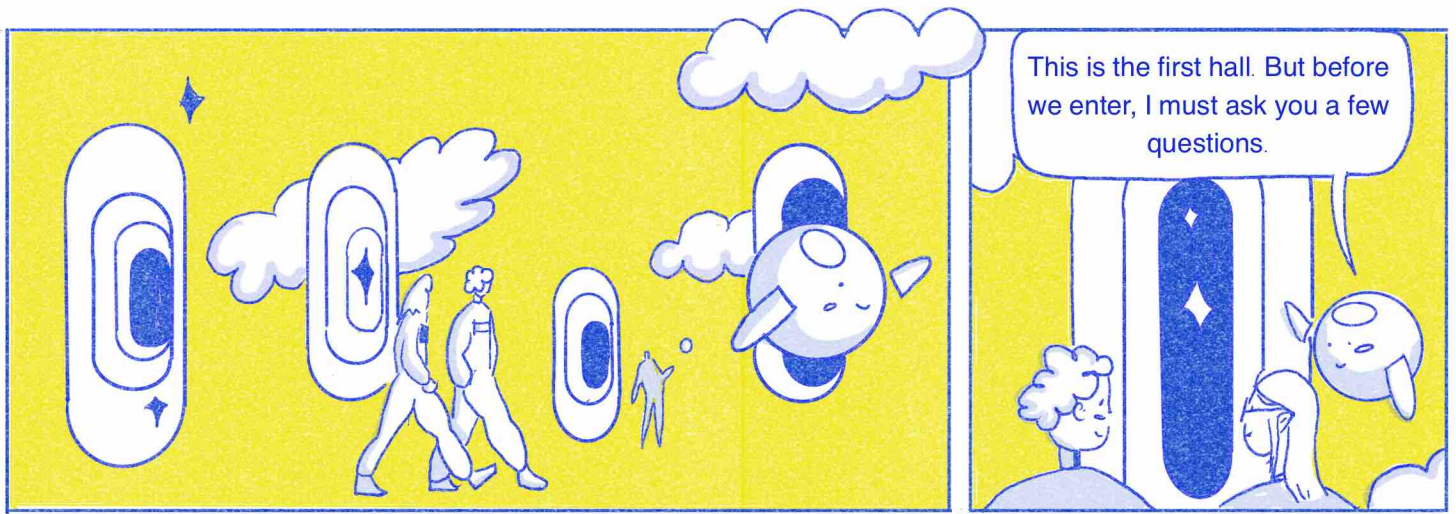
The Sinking Land

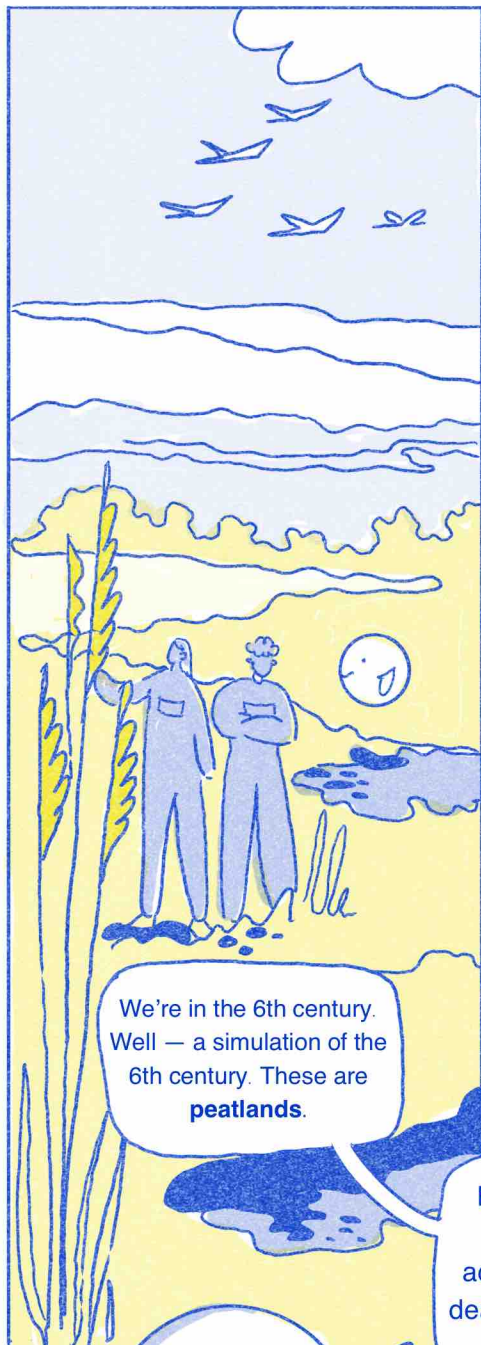


The comic book is part of the project Living on Soft Soils (LOSS): subsidence and society (grantnr.: NWA 1160.18.259). This project is funded by the Dutch Research Council (NWO-NWA-ORC), Utrecht University, Wageningen University, Delft University of Technology, Ministry of Infrastructure & Water Management, Ministry of the Interior & Kingdom Relations, Deltares Research Institute, Wageningen Environmental Research, TNO-Geological Survey of The Netherlands, STOWA, Water Authority: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Water Authority: Drents Overijsselse Delta, Province of Utrecht, Province of Zuid-Holland, Municipality of Gouda, Platform Soft Soil, Sweco, Tauw BV, NAM.
For more information: <https://nwa-loss.nl/>



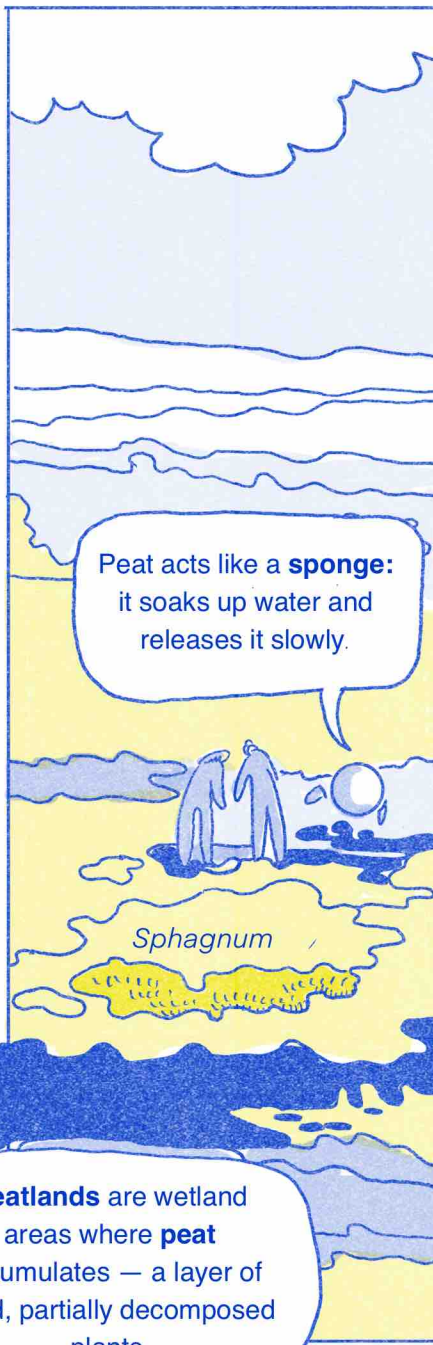






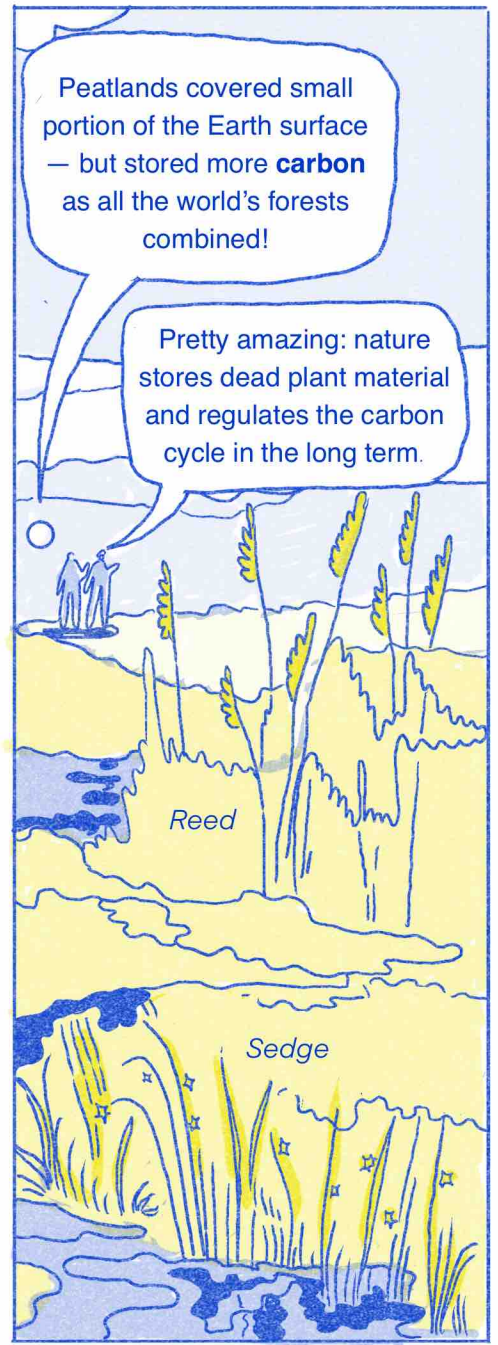
We're in the 6th century. Well — a simulation of the 6th century. These are **peatlands**.

Peatlands are wetland areas where **peat** accumulates — a layer of dead, partially decomposed plants.



Peat acts like a **sponge**: it soaks up water and releases it slowly.

Sphagnum

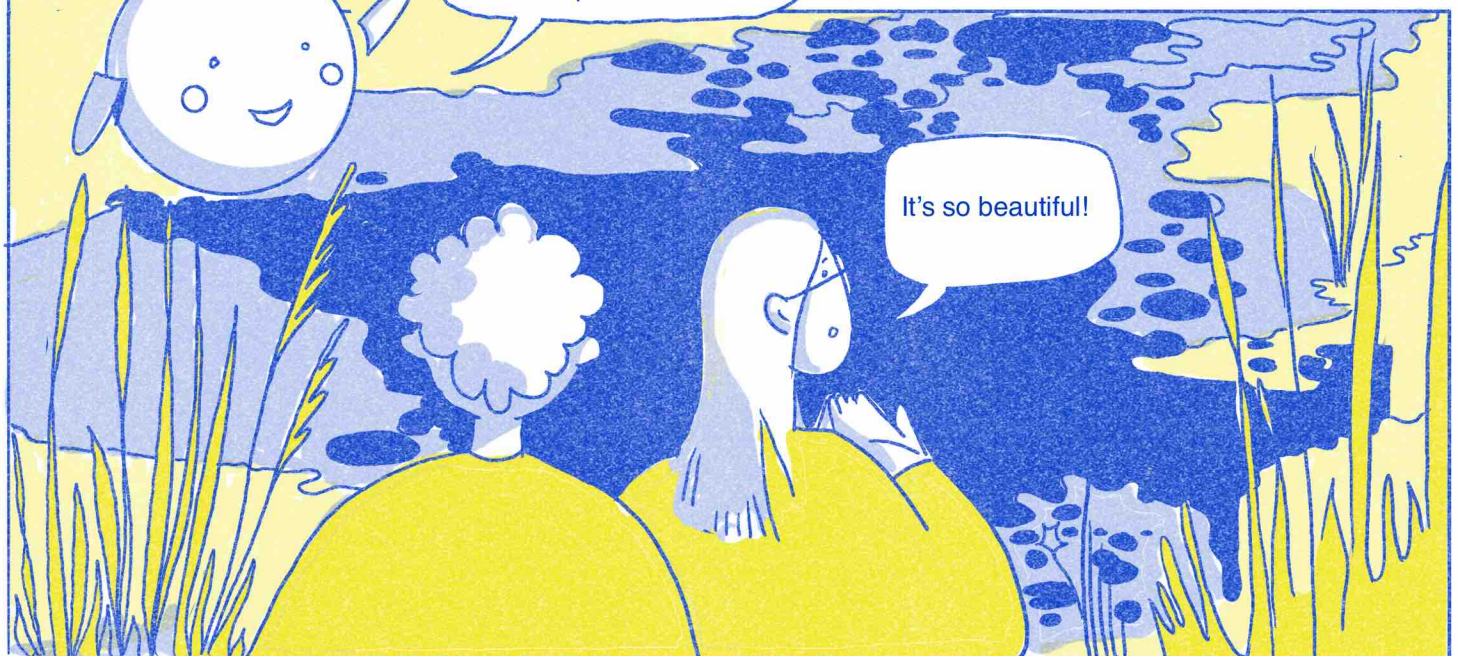


Peatlands covered small portion of the Earth surface — but stored more **carbon** as all the world's forests combined!

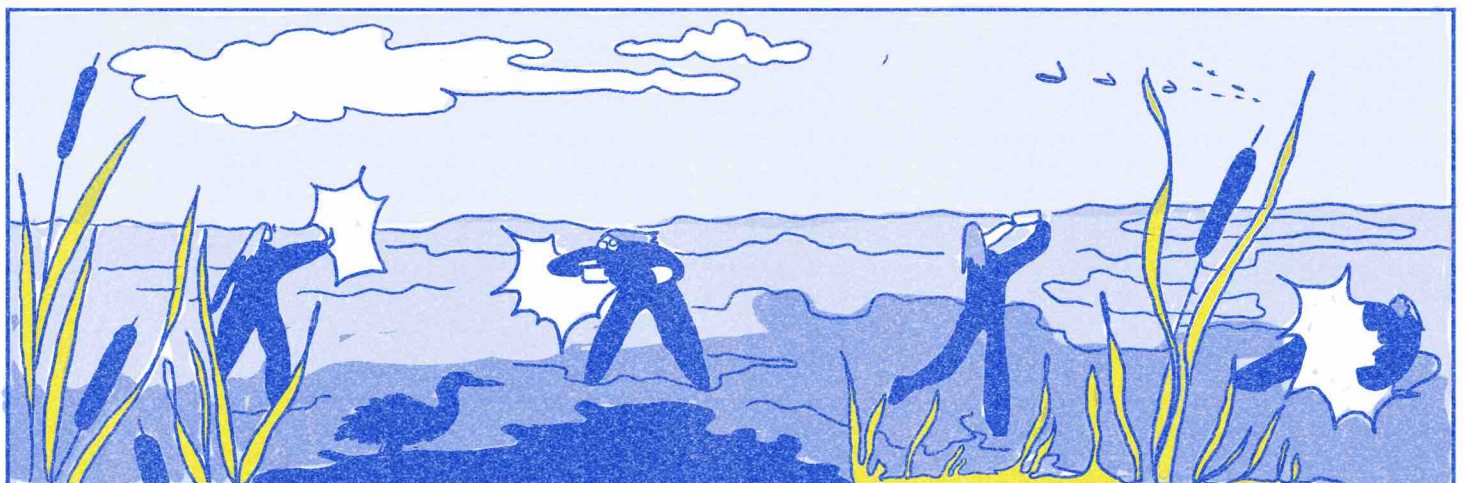
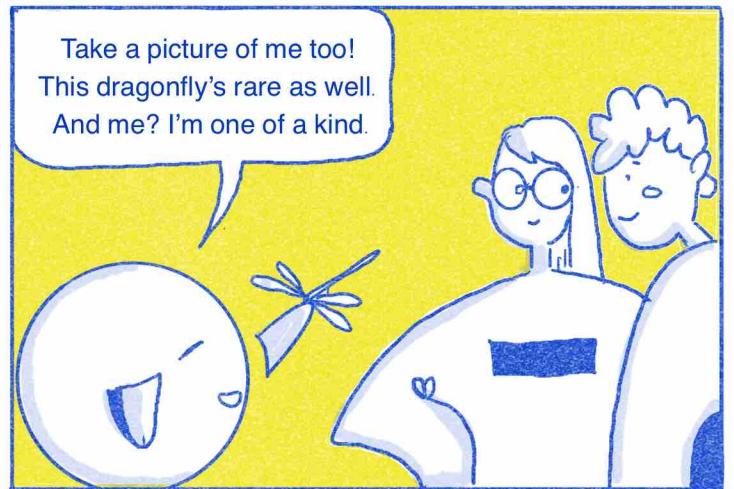
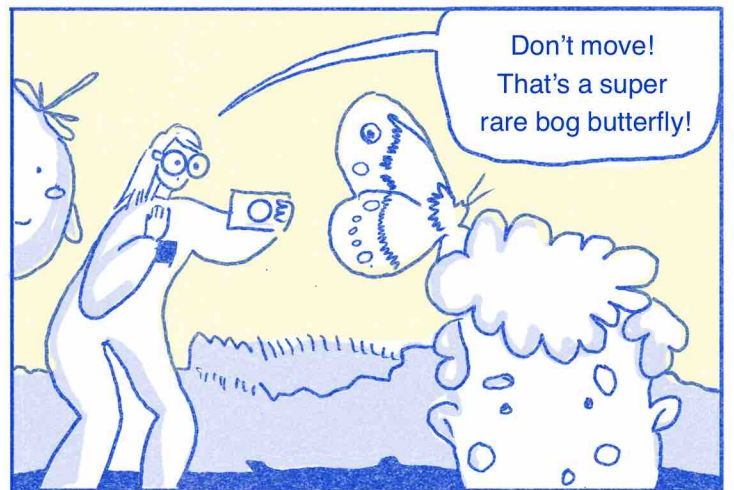
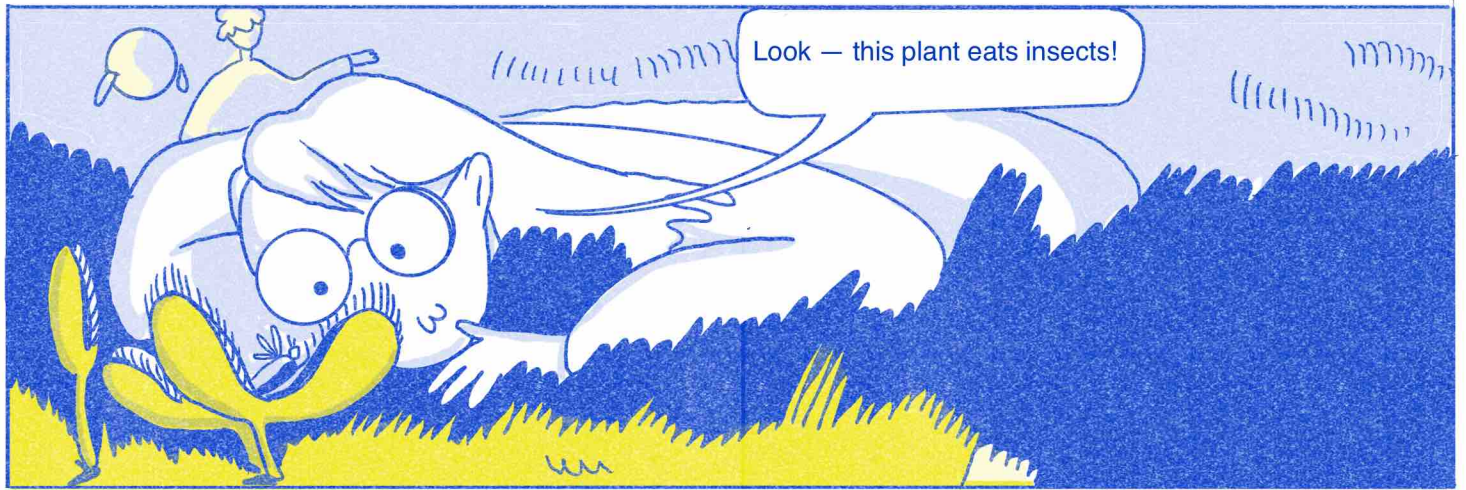
Pretty amazing: nature stores dead plant material and regulates the carbon cycle in the long term.

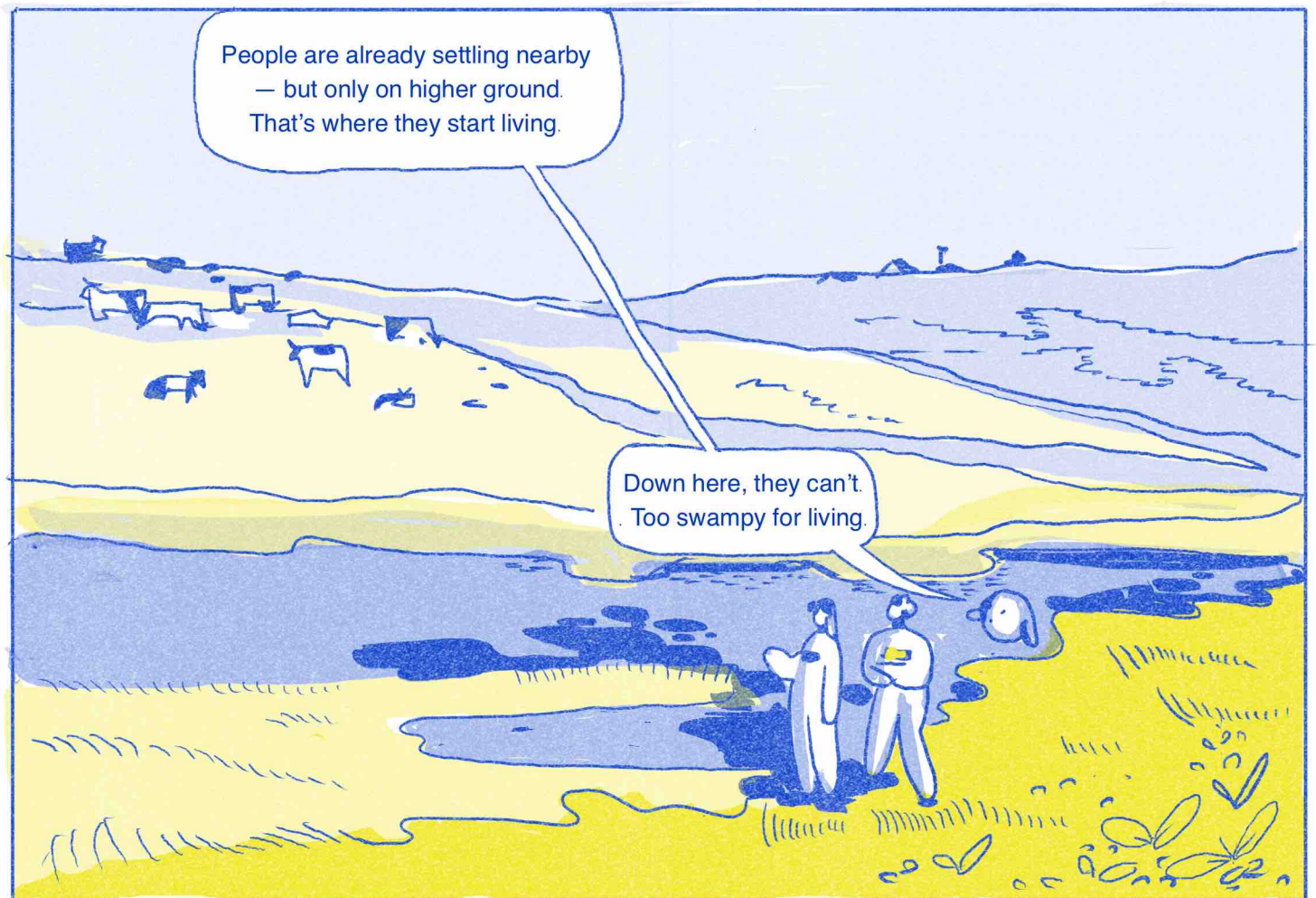
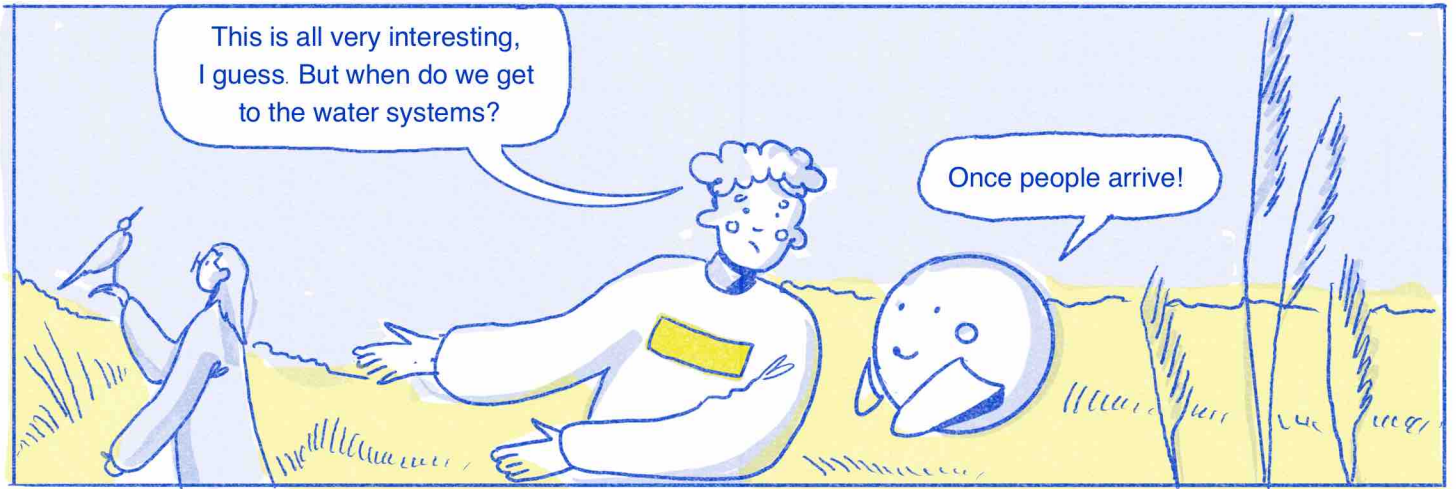
Reed

Sedge



It's so beautiful!





10th century

People started digging up peat, drying it, and using it as fuel for their home stoves.

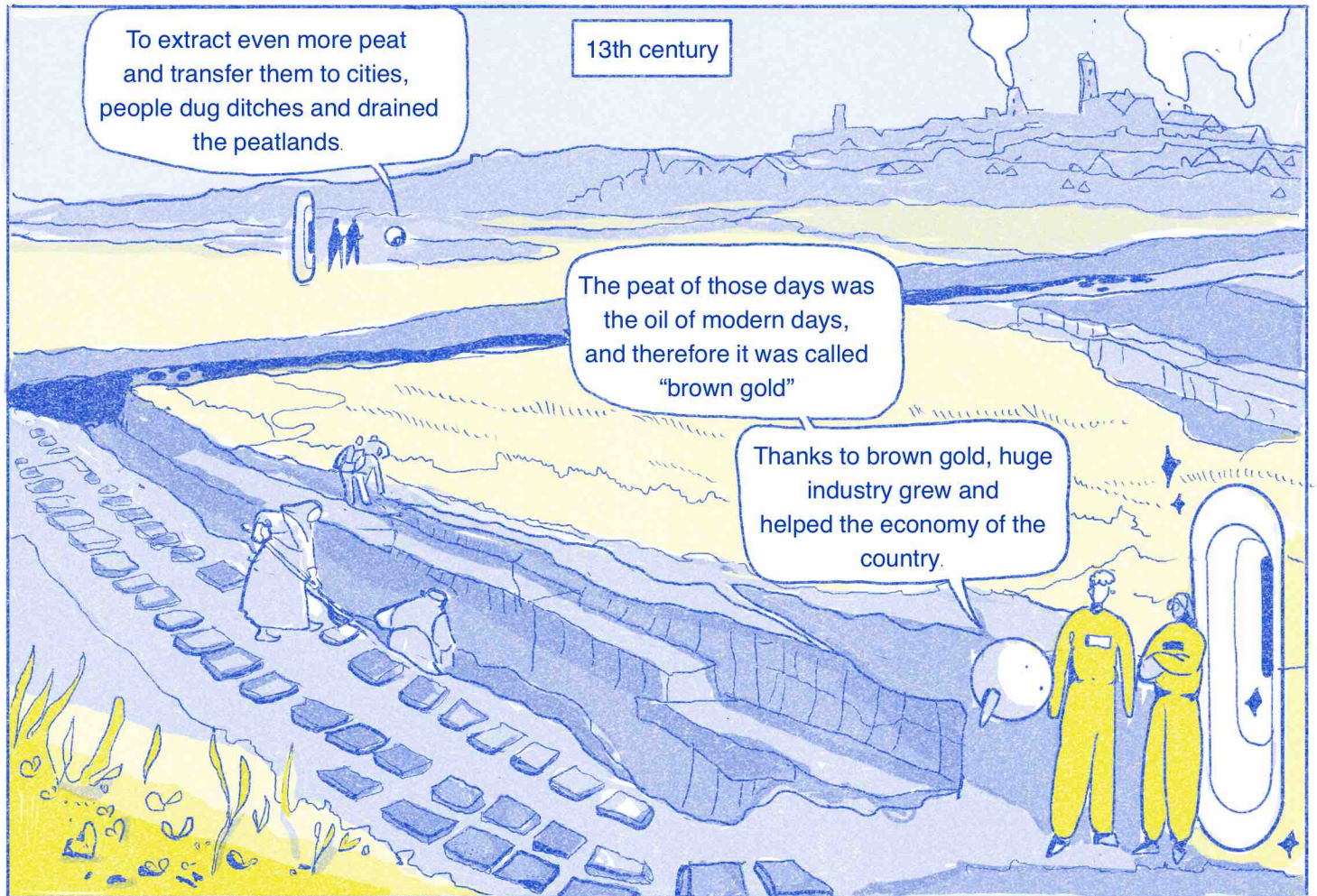


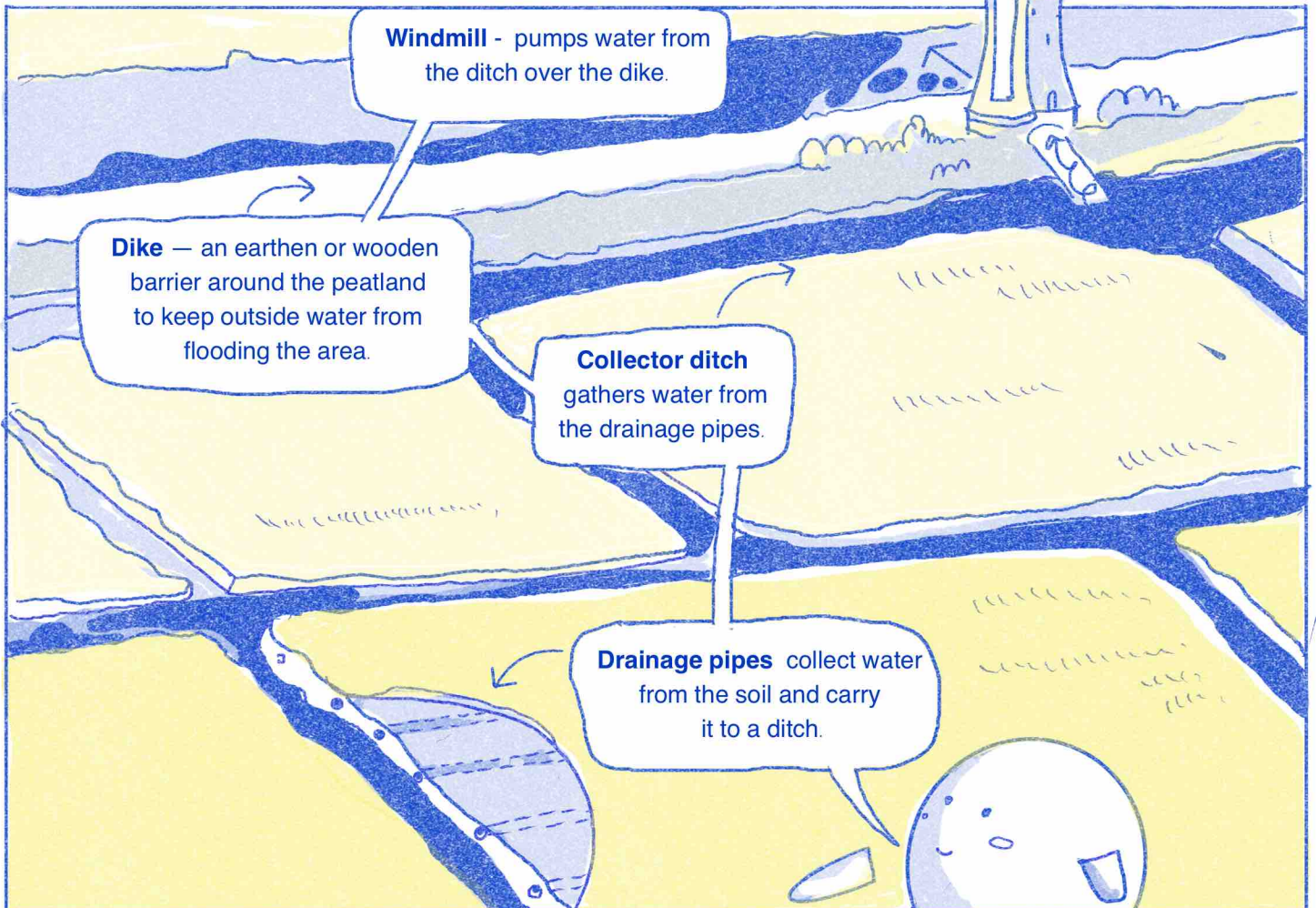
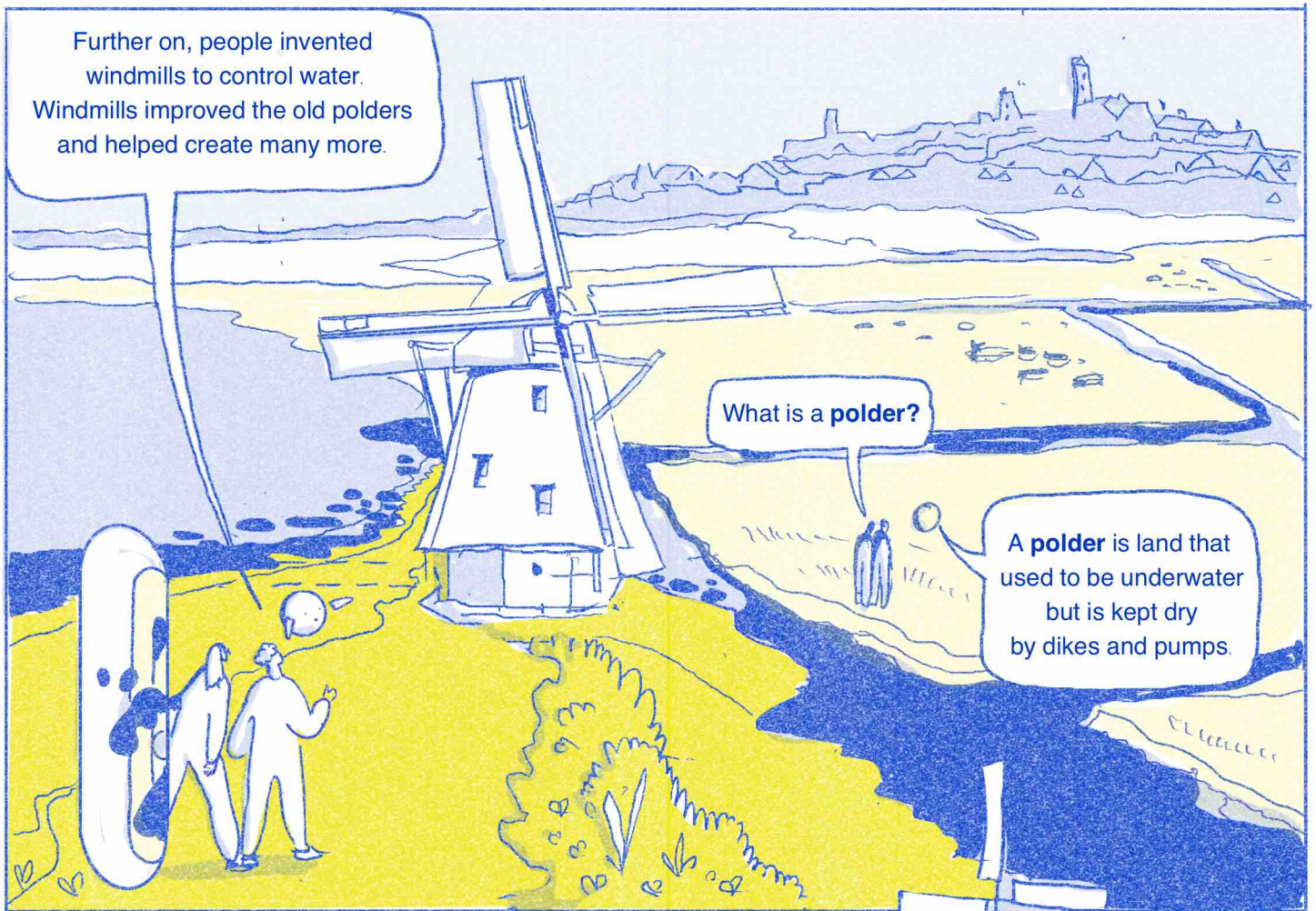
To extract even more peat and transfer them to cities, people dug ditches and drained the peatlands.

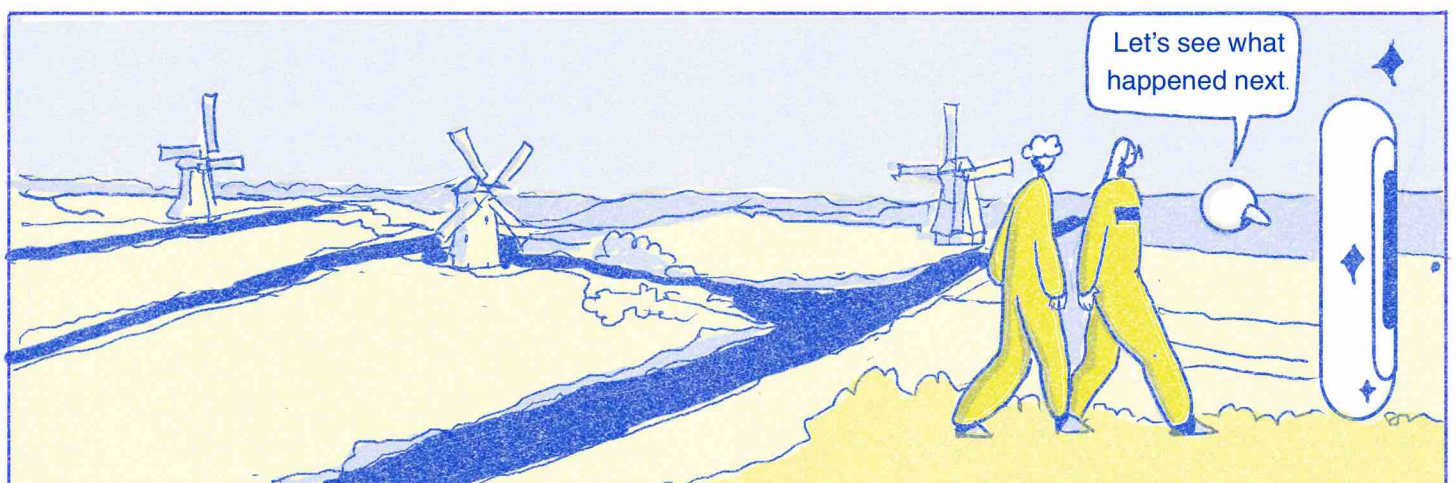
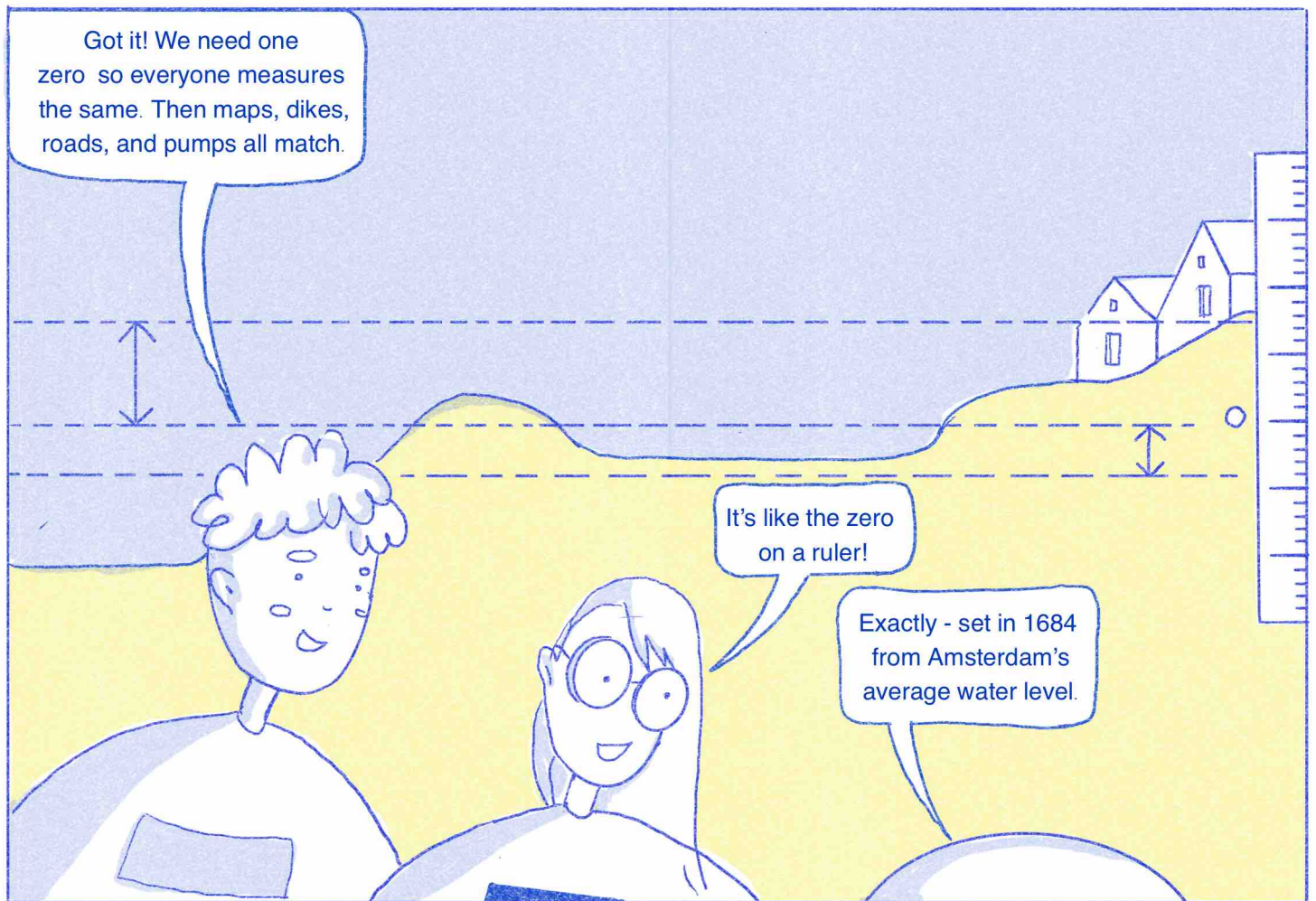
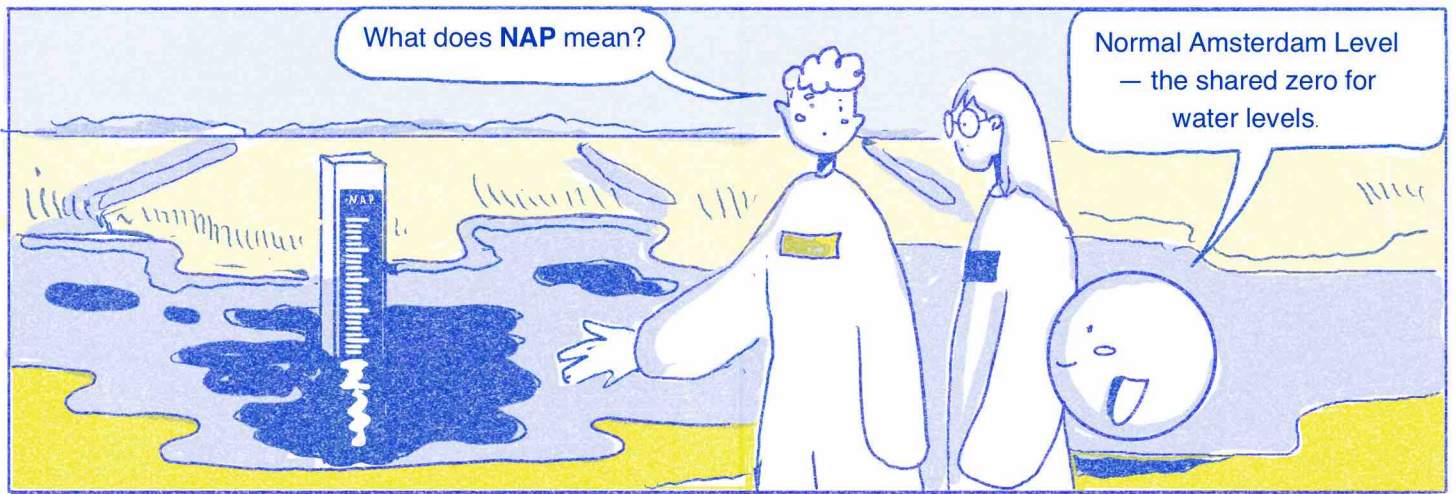
13th century

The peat of those days was the oil of modern days, and therefore it was called "brown gold".

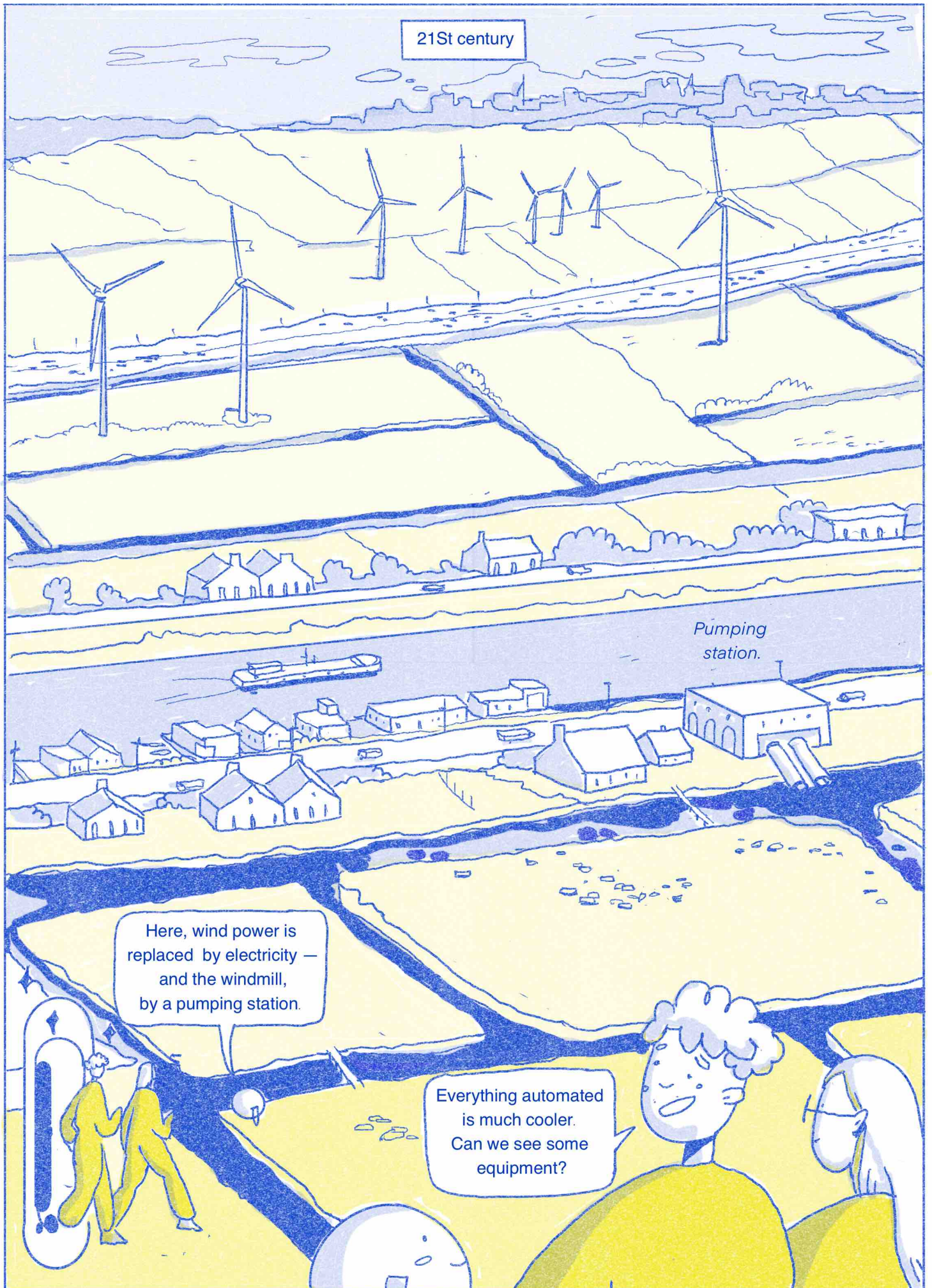
Thanks to brown gold, huge industry grew and helped the economy of the country.

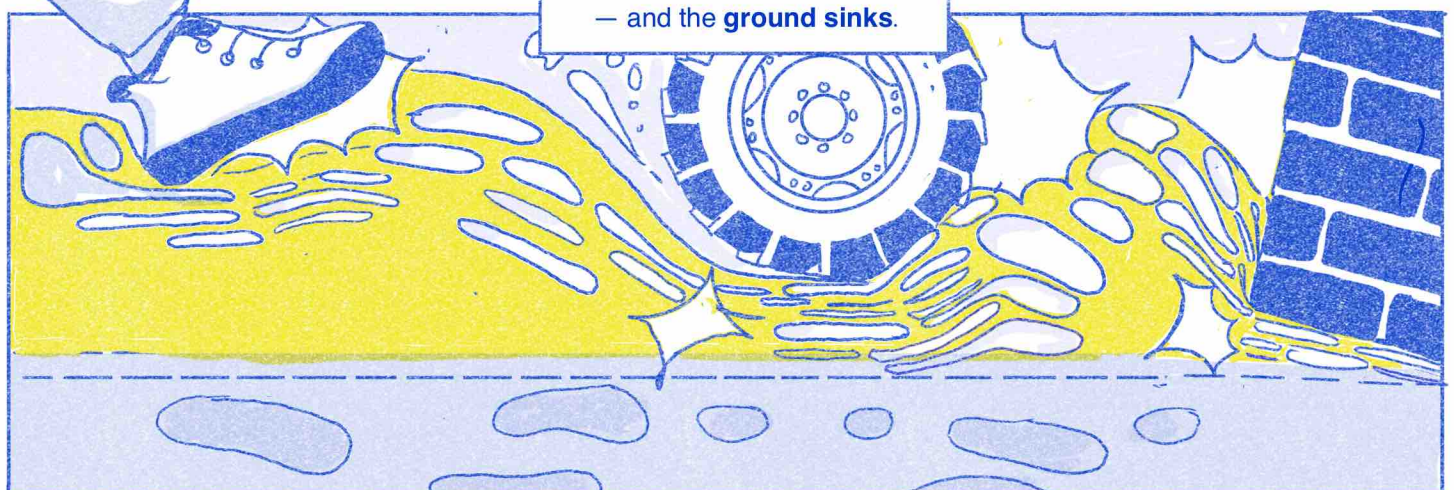
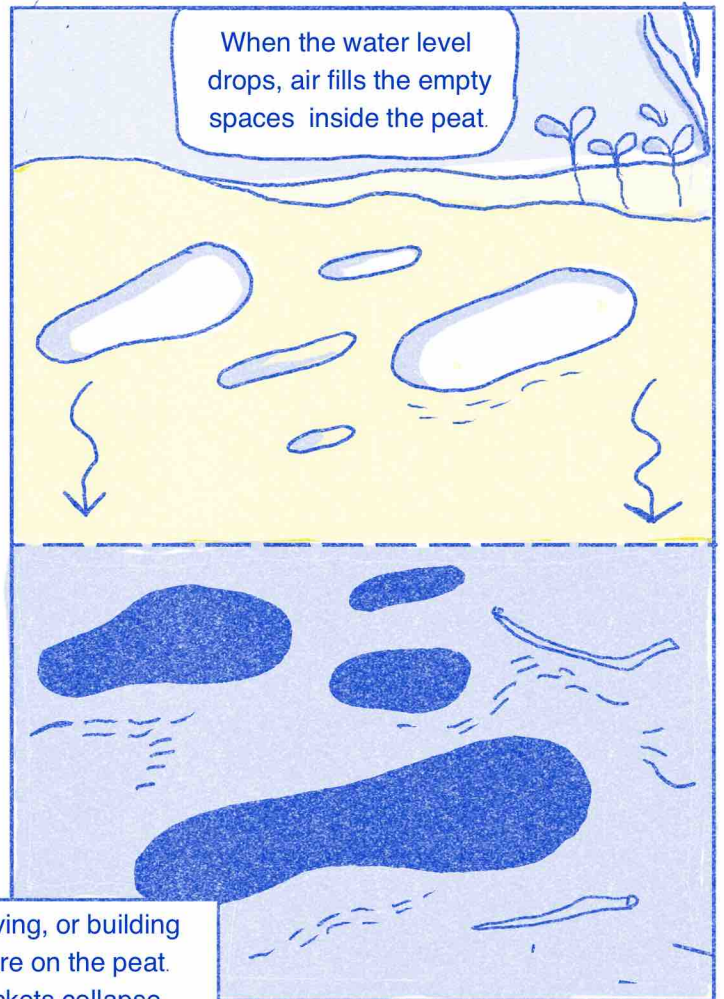
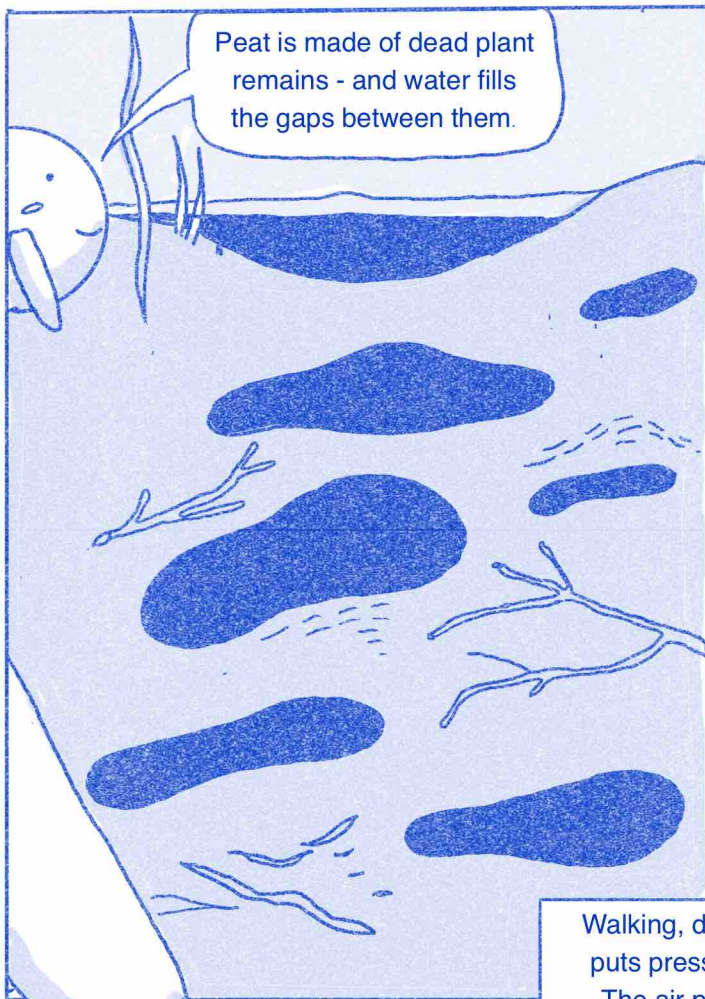
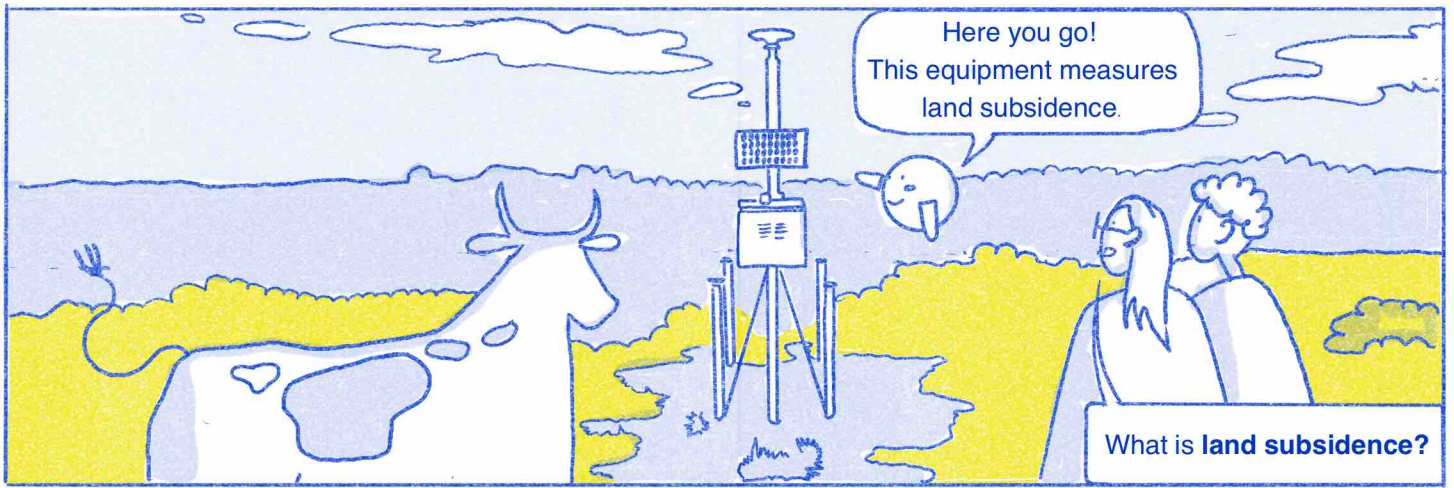


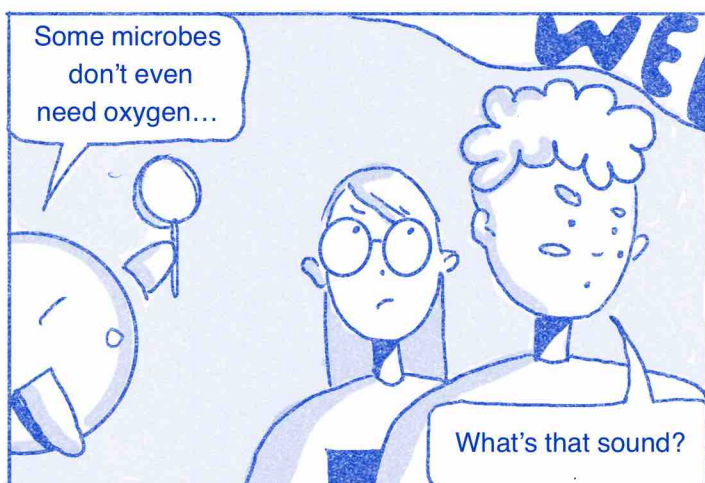
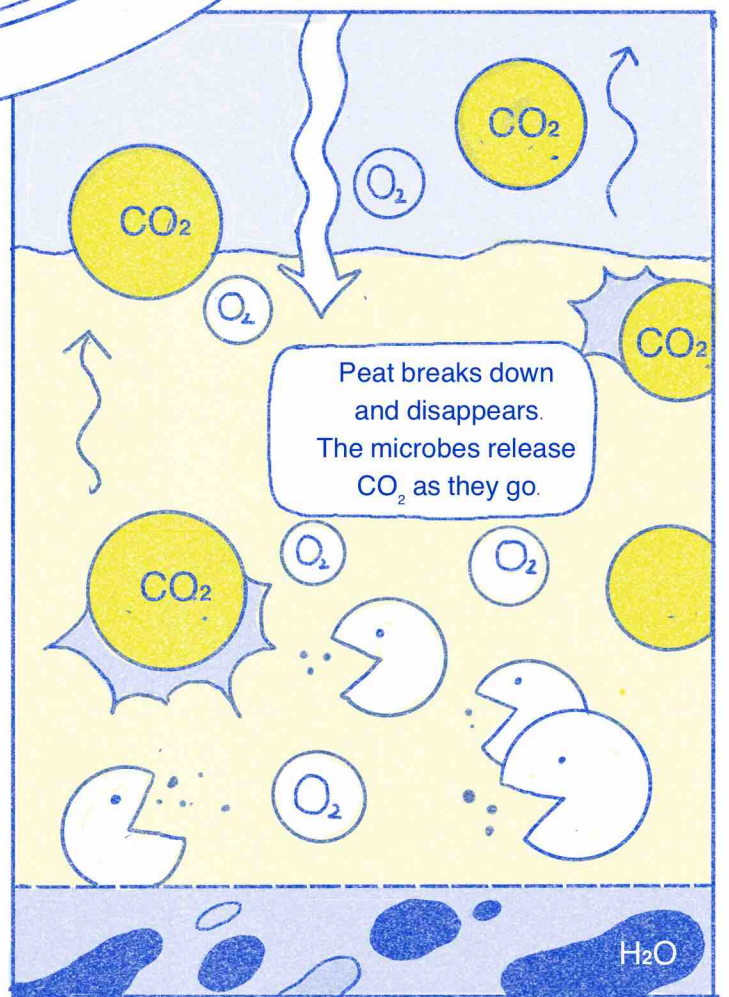
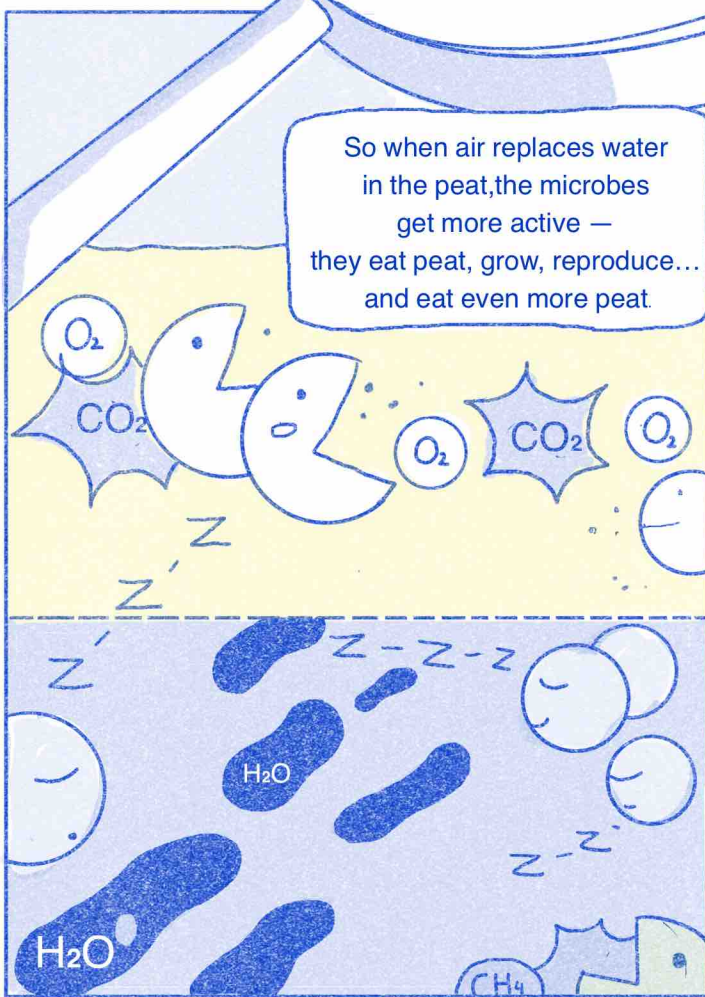
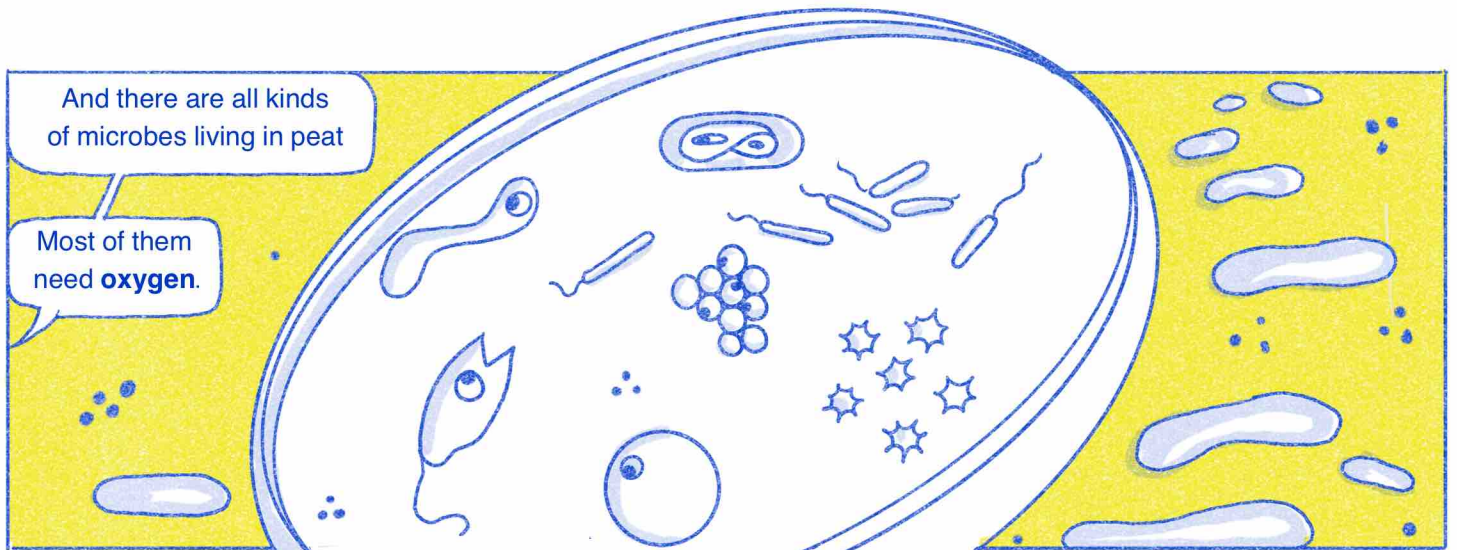


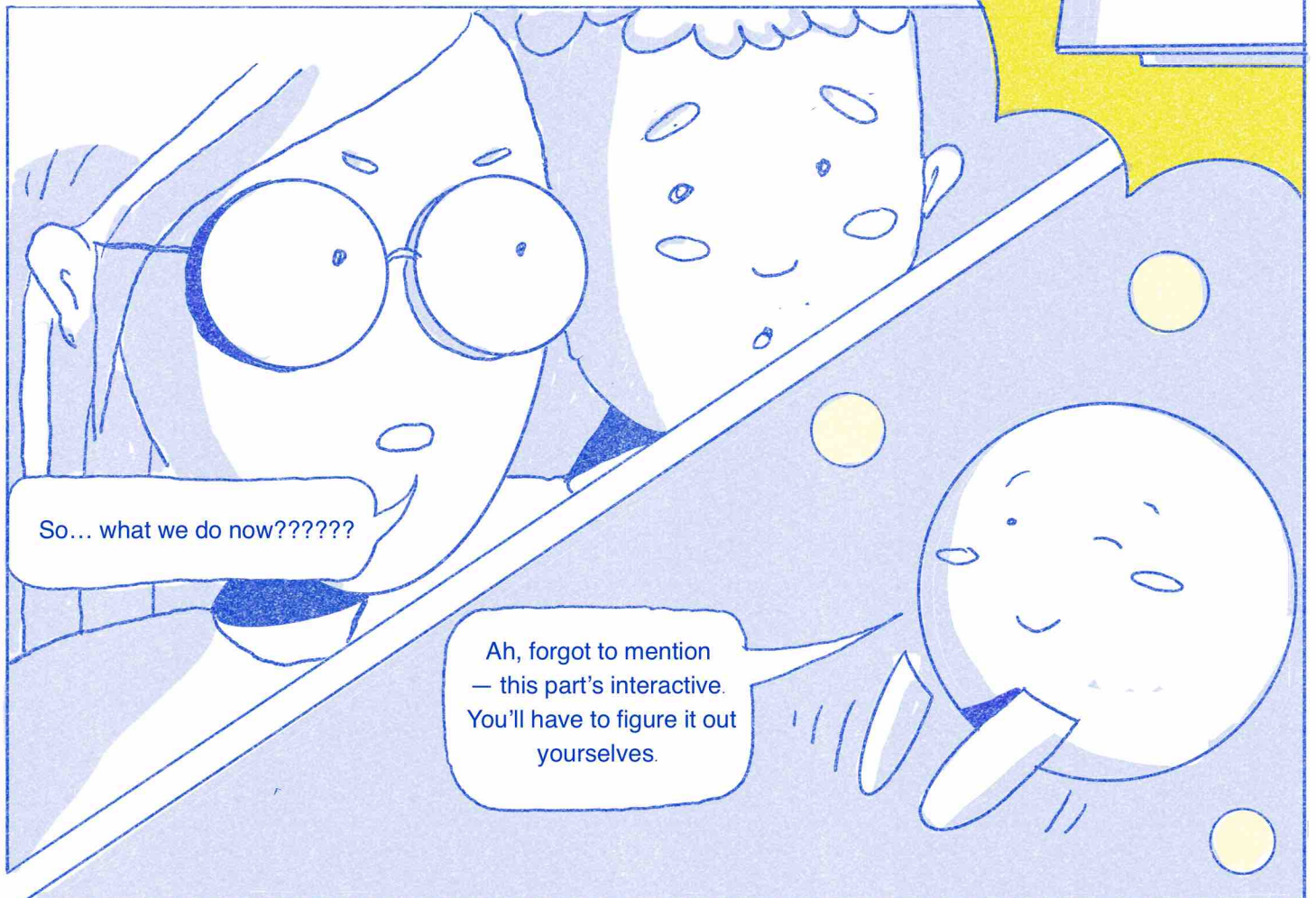


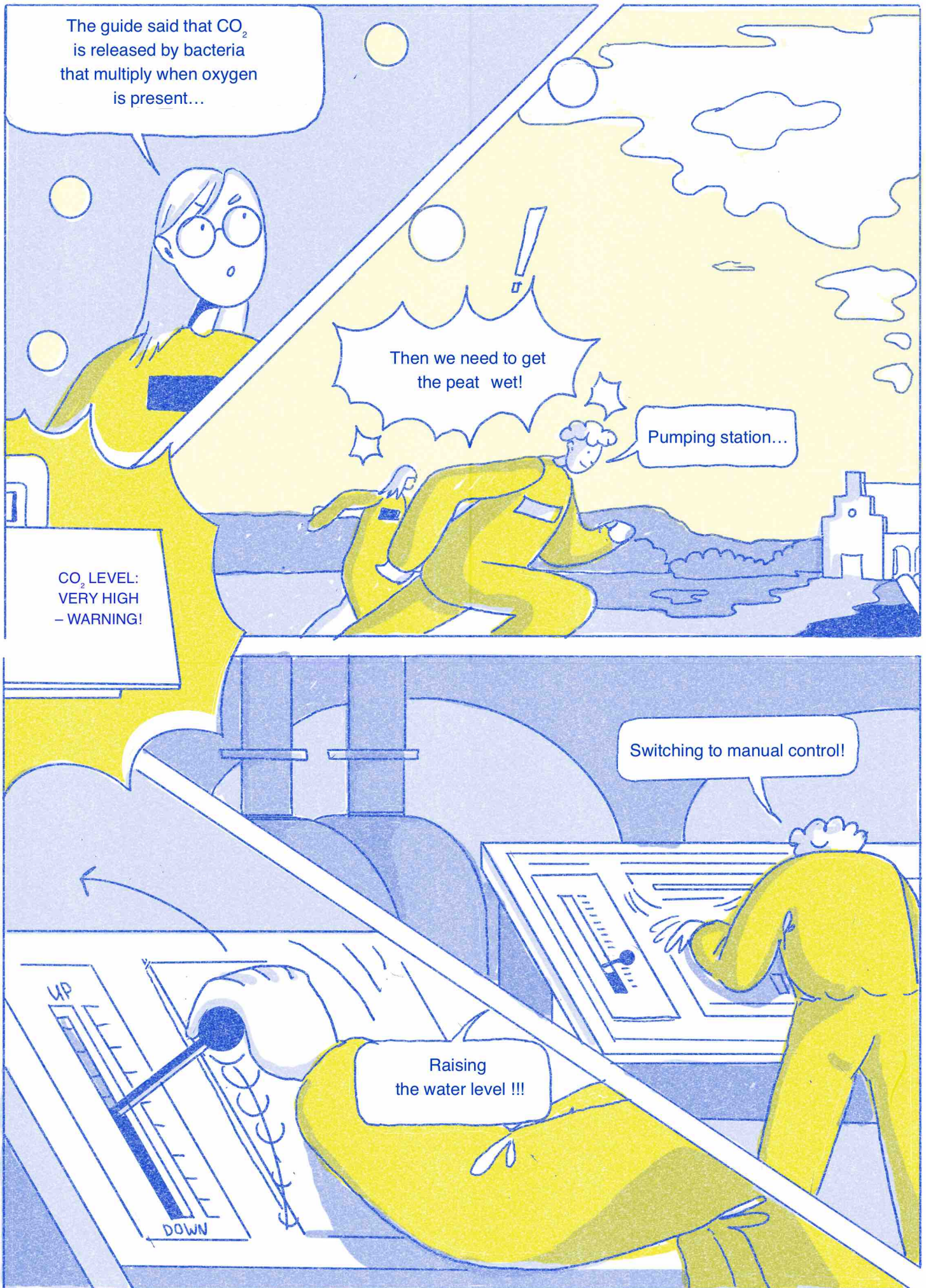
21St century

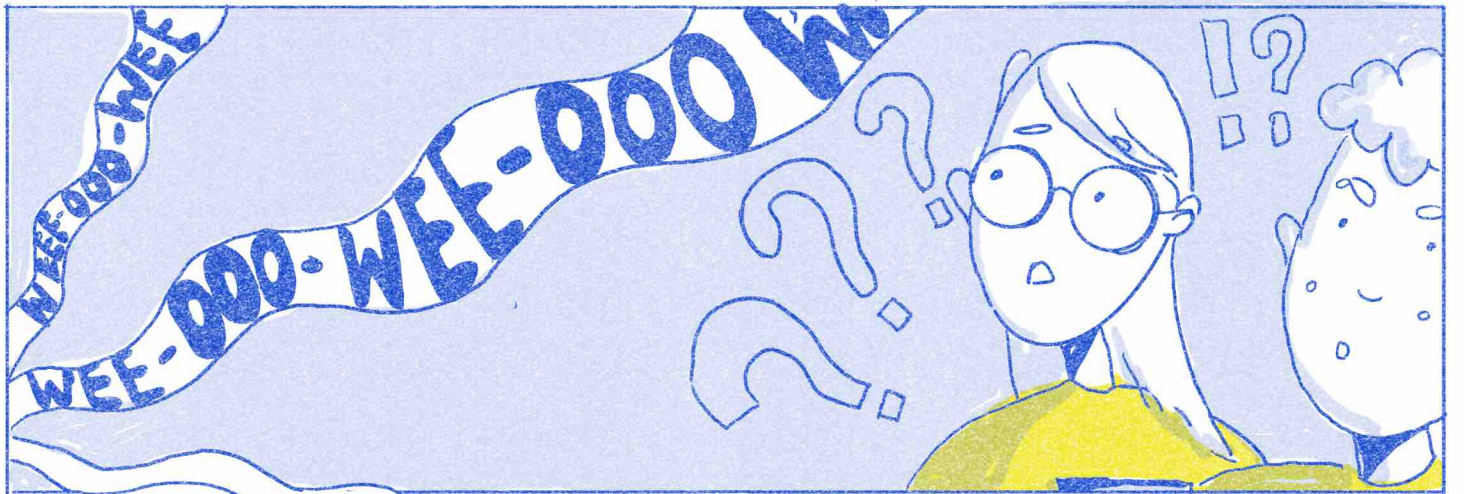


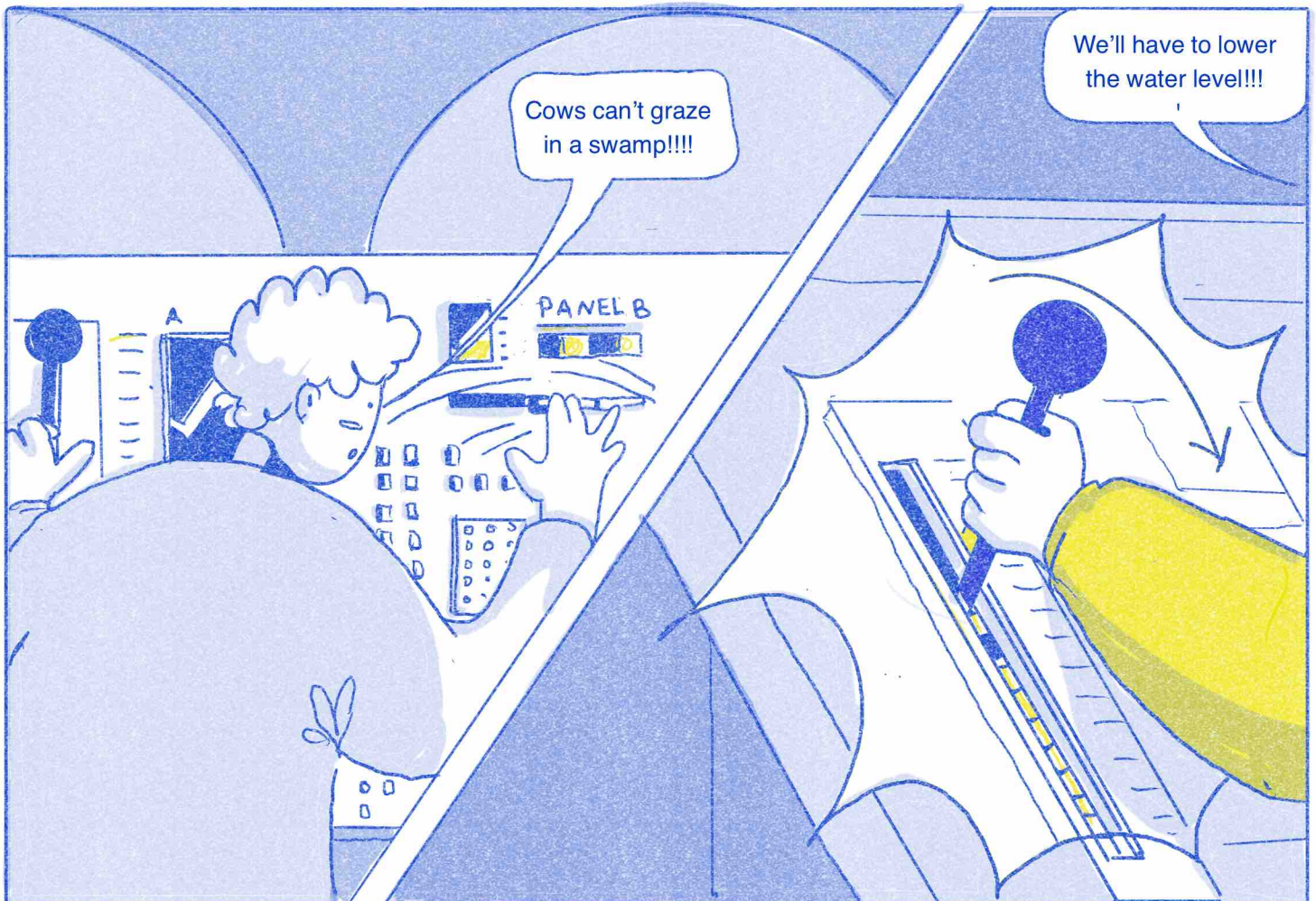
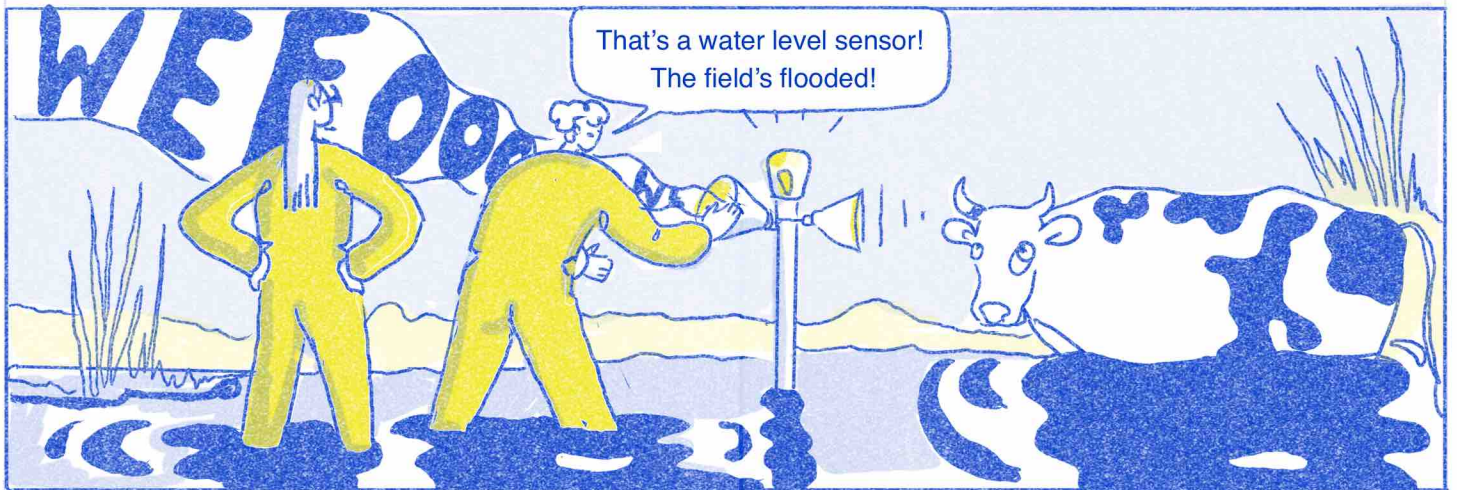
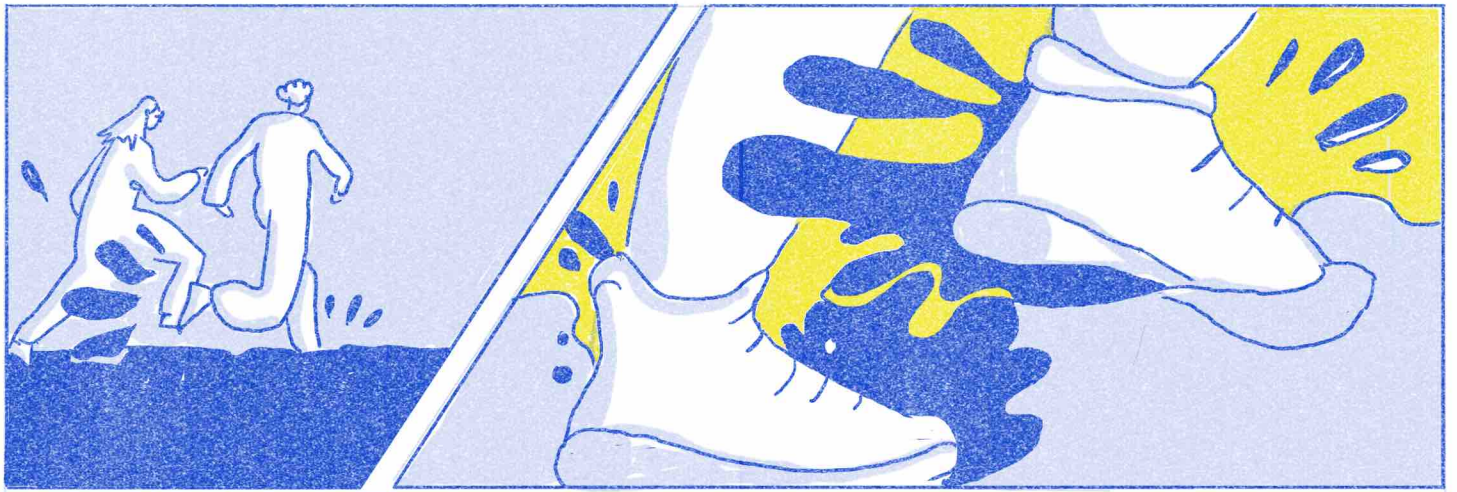


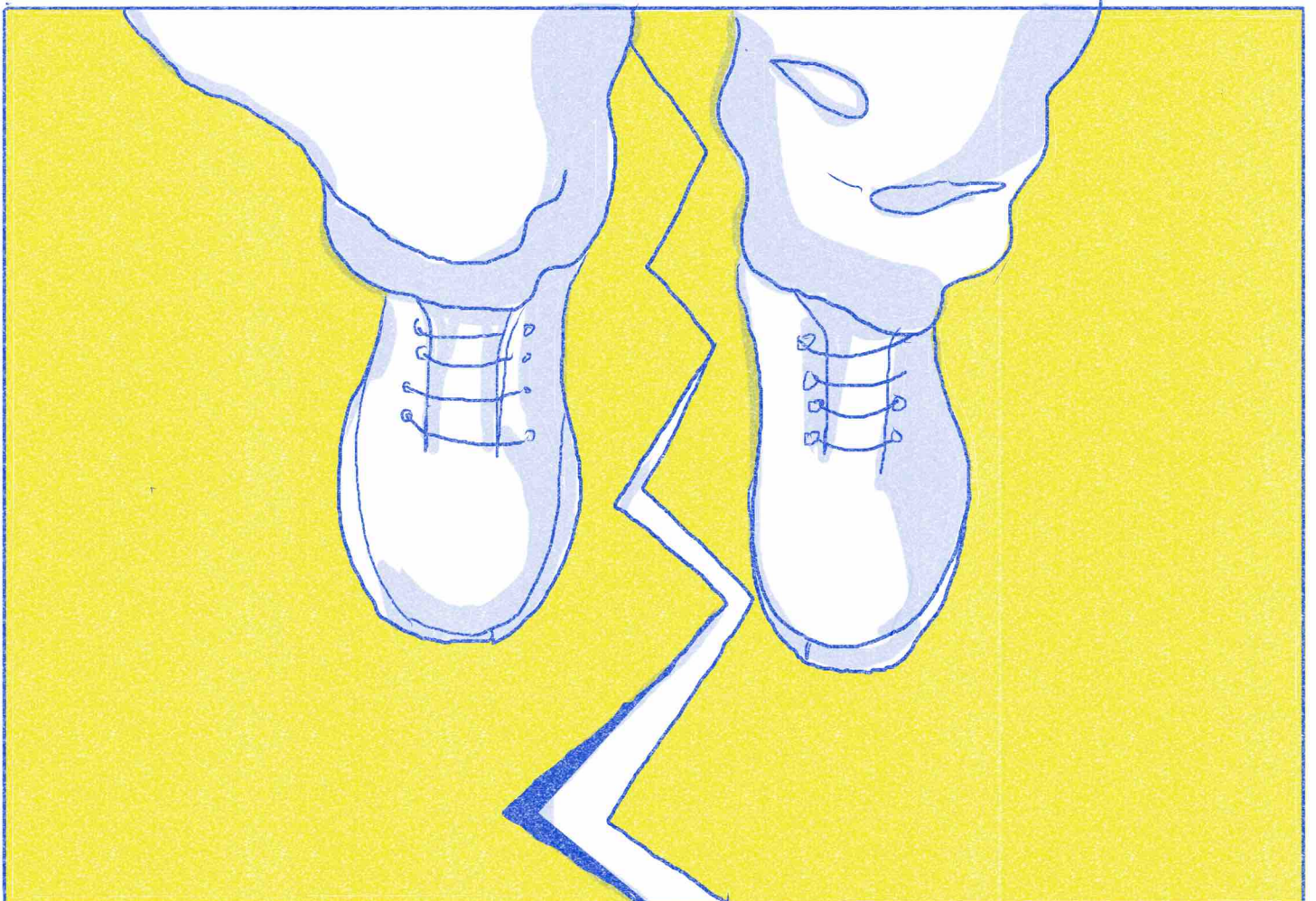


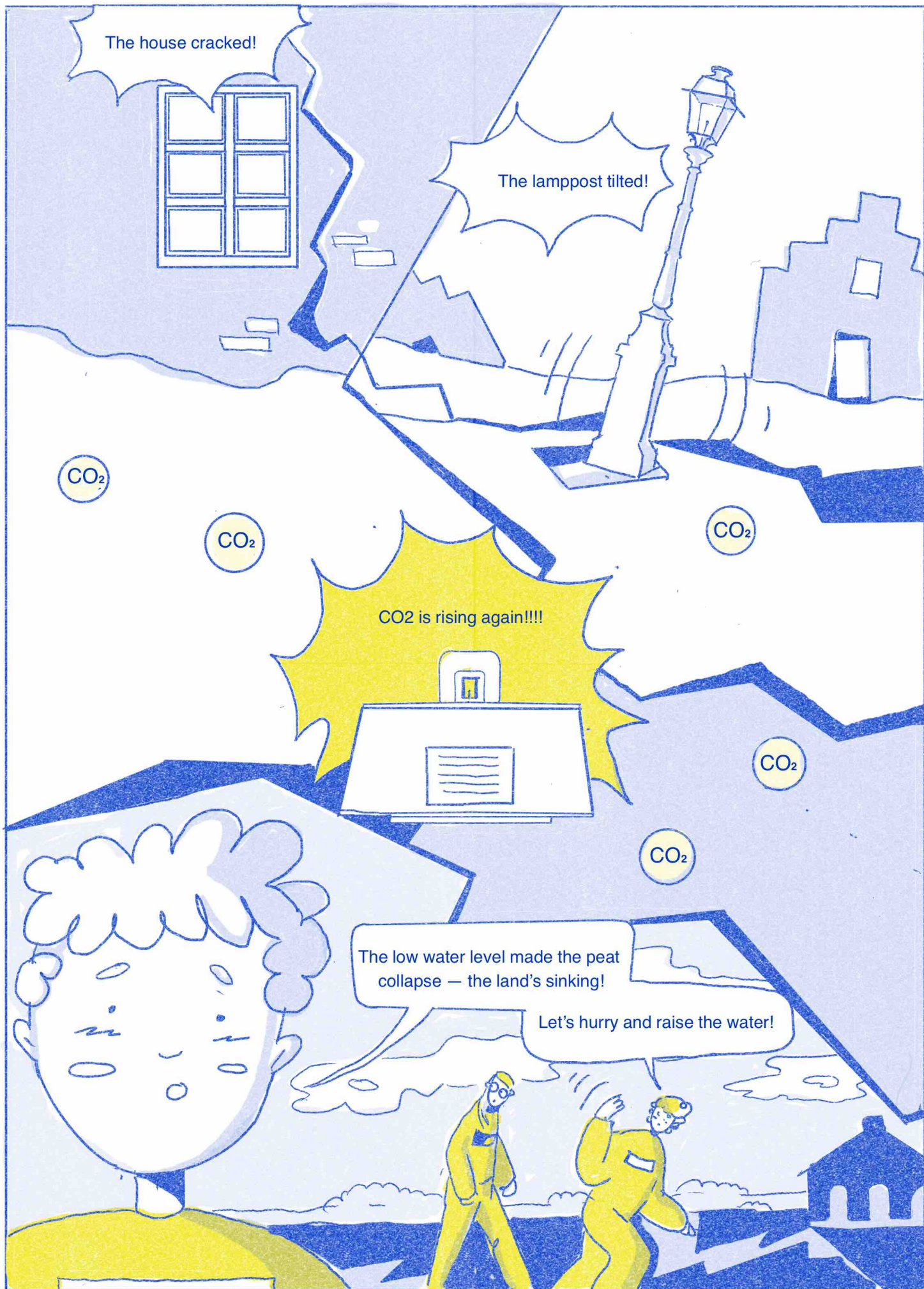


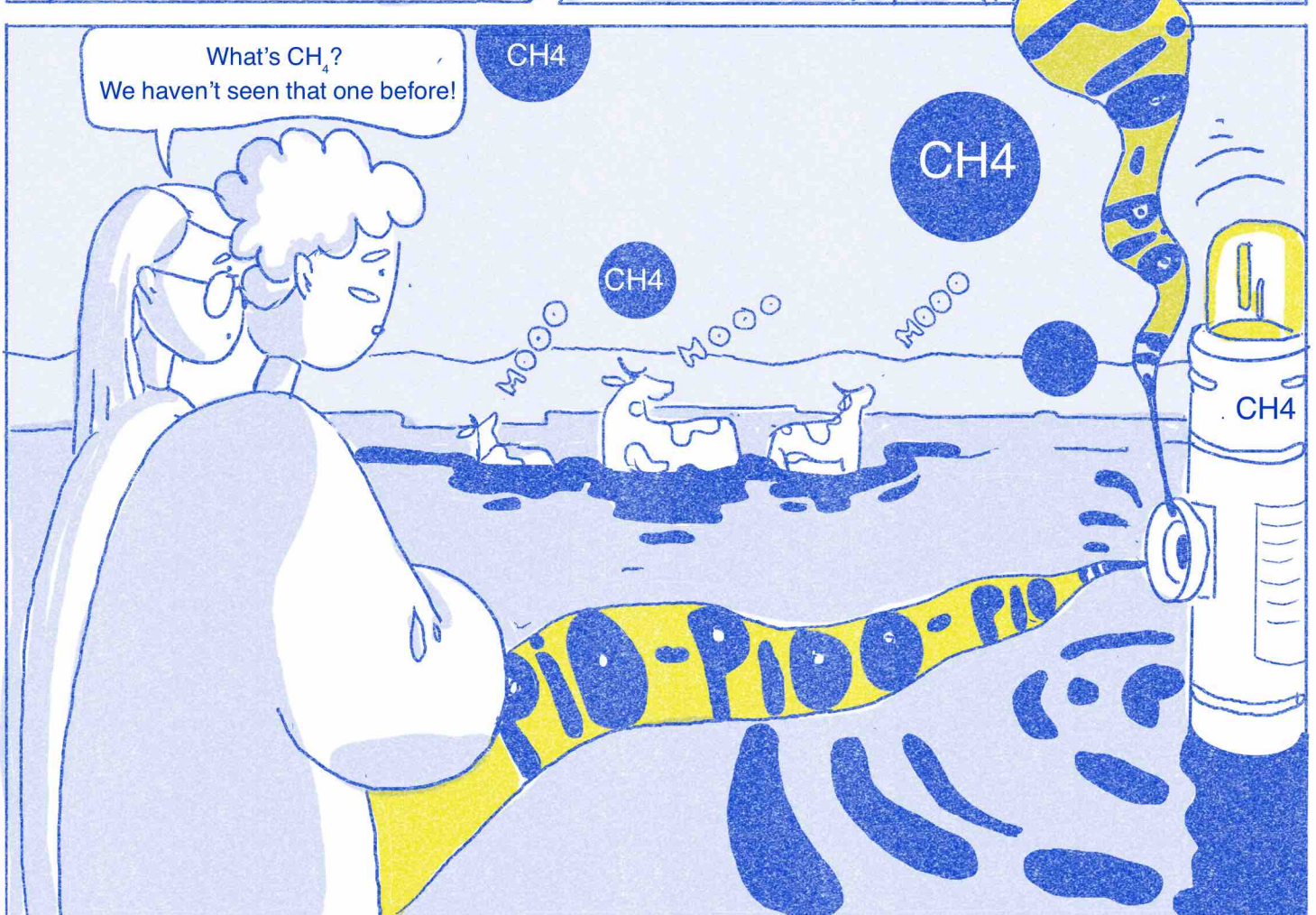
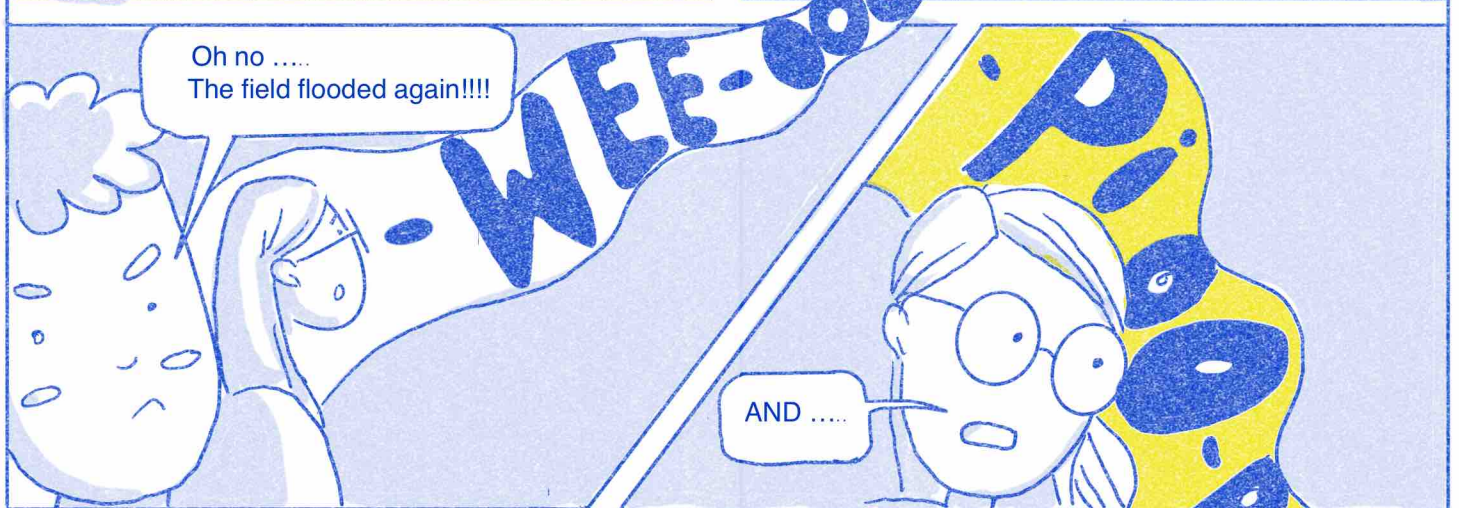
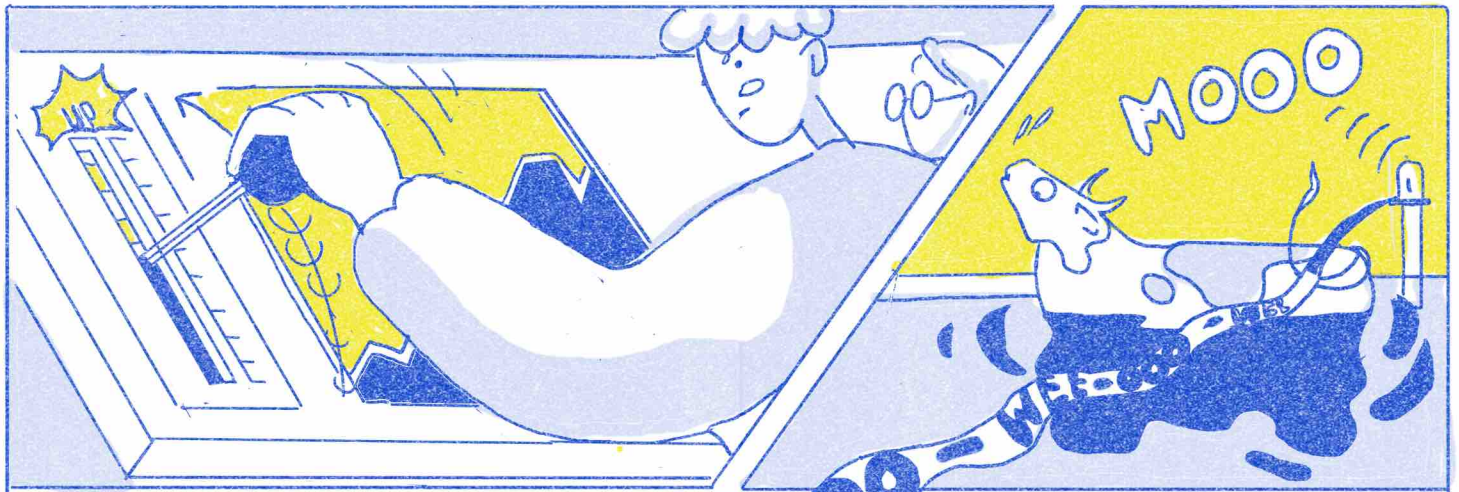


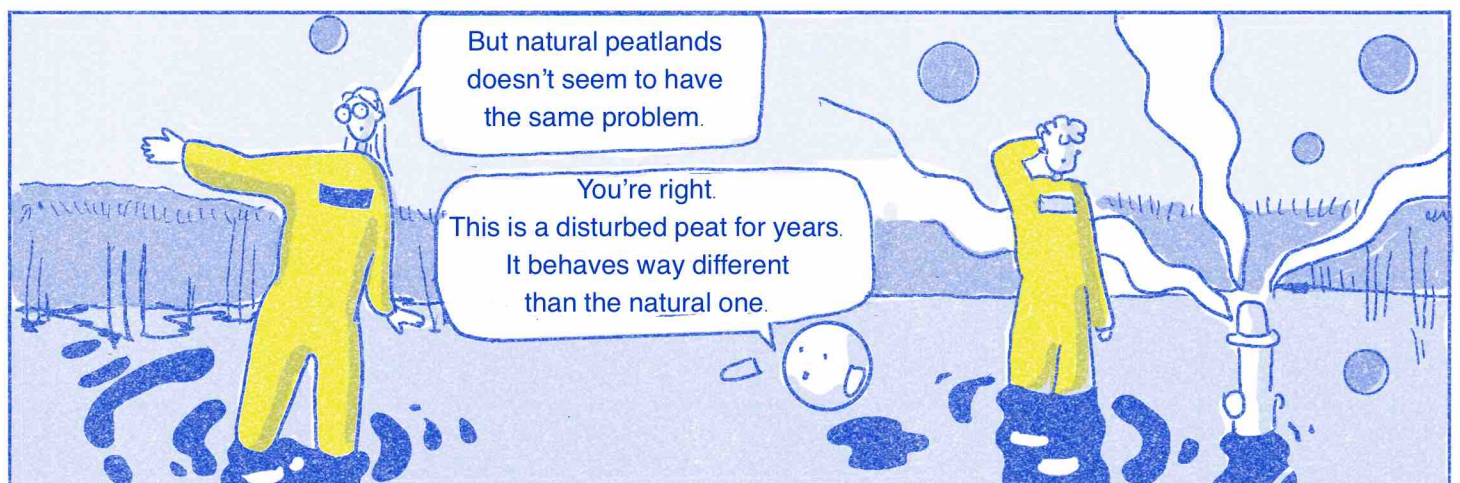
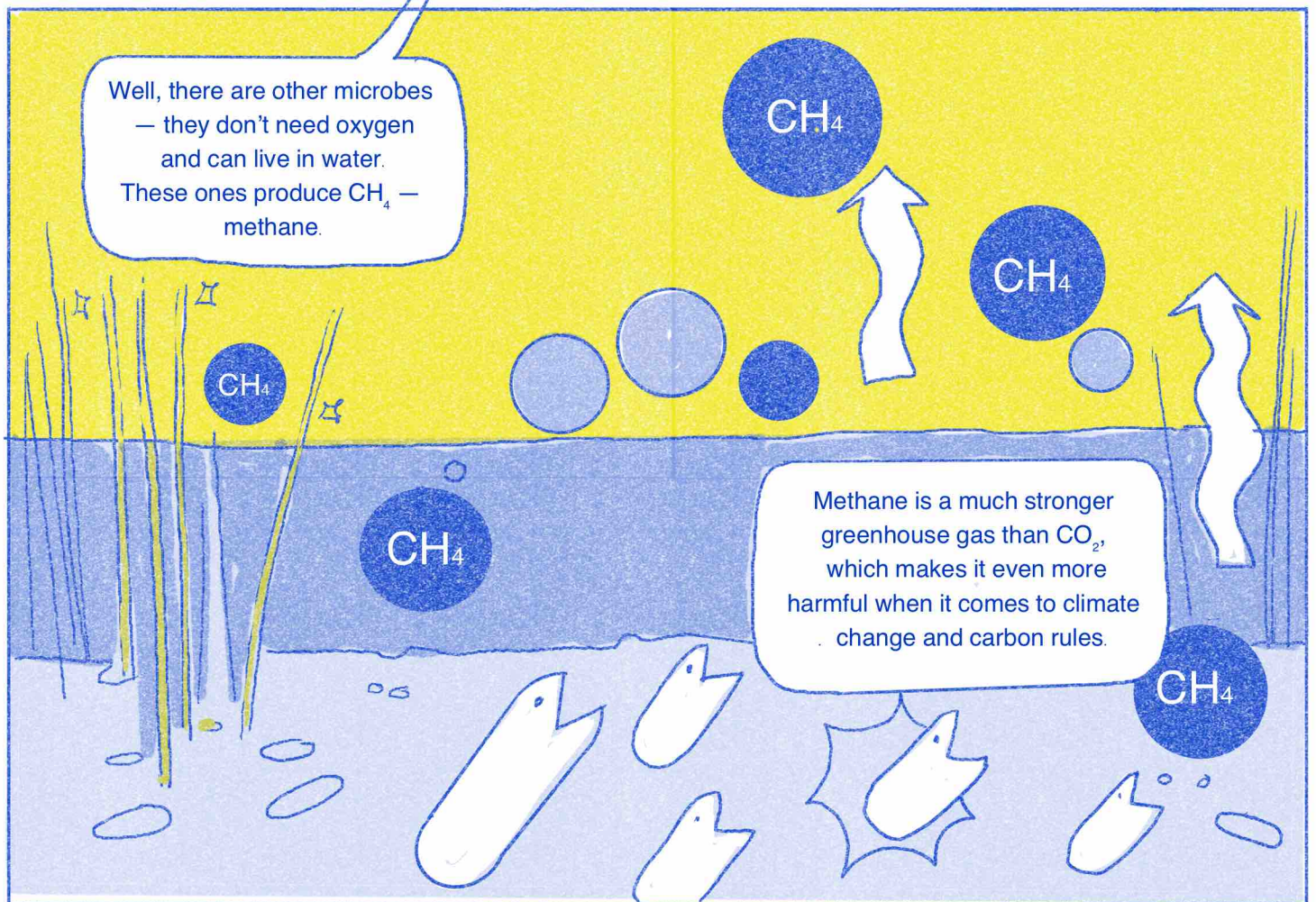
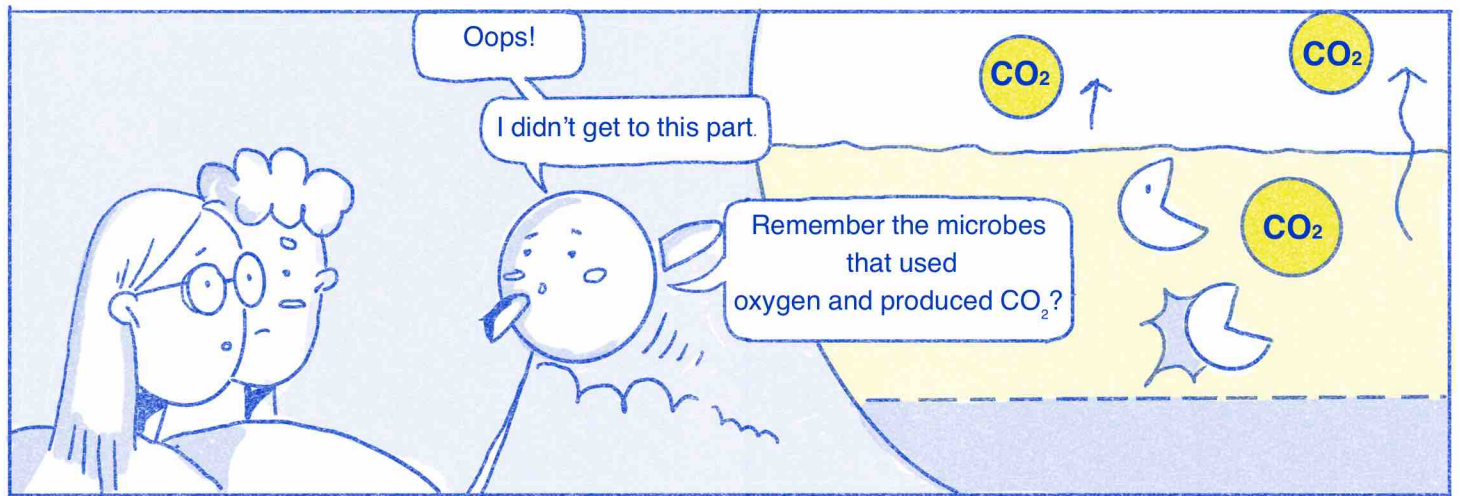


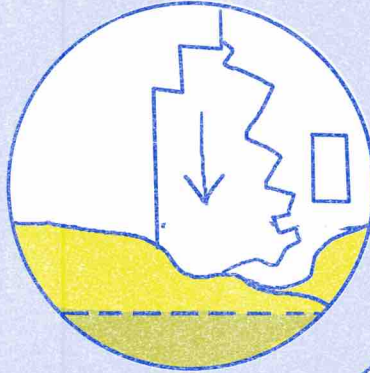
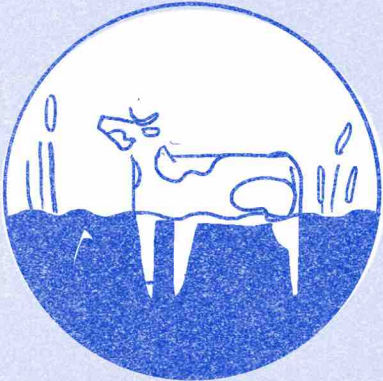






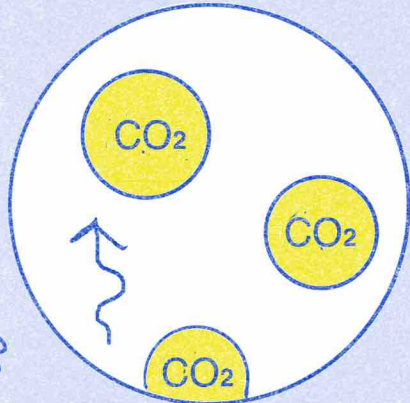
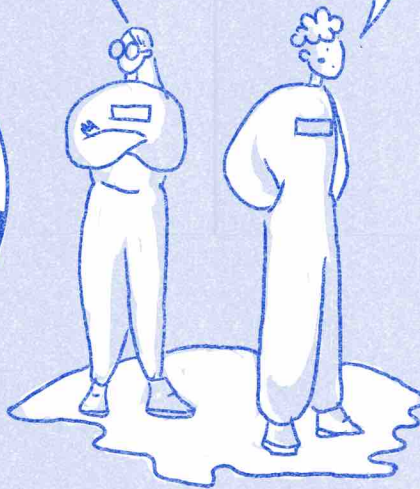
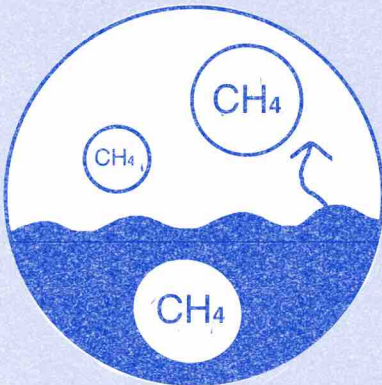
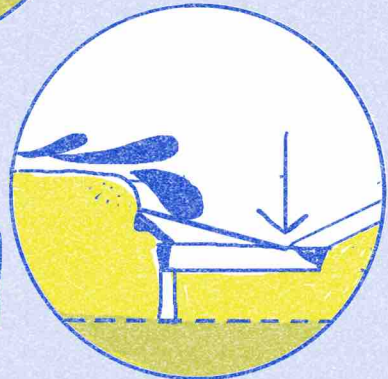




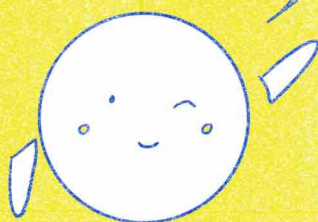


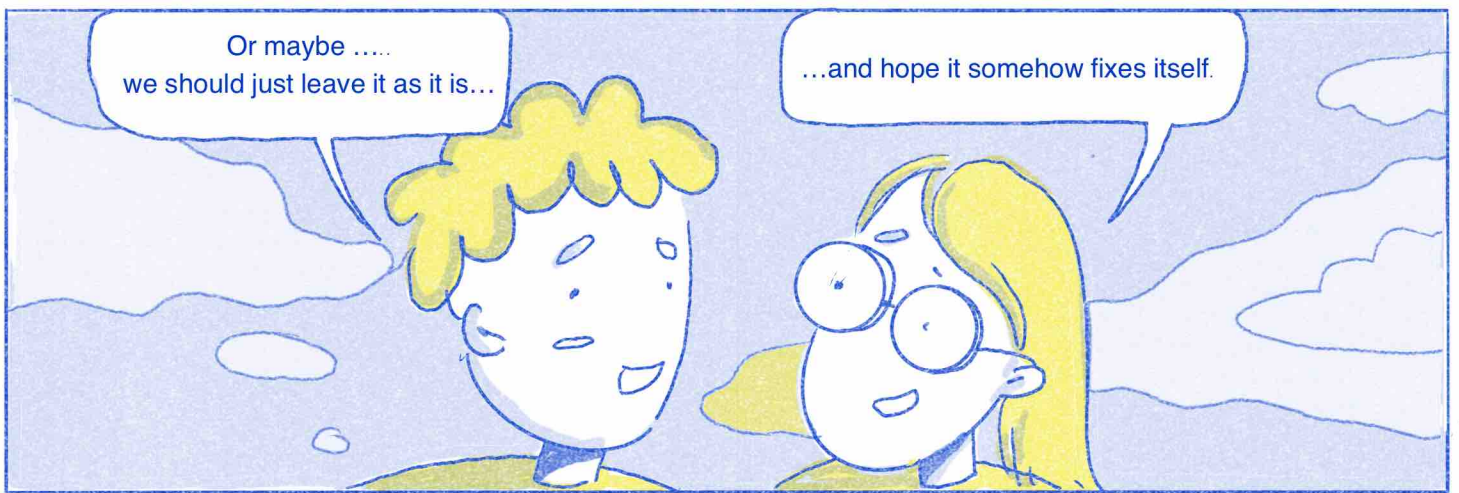
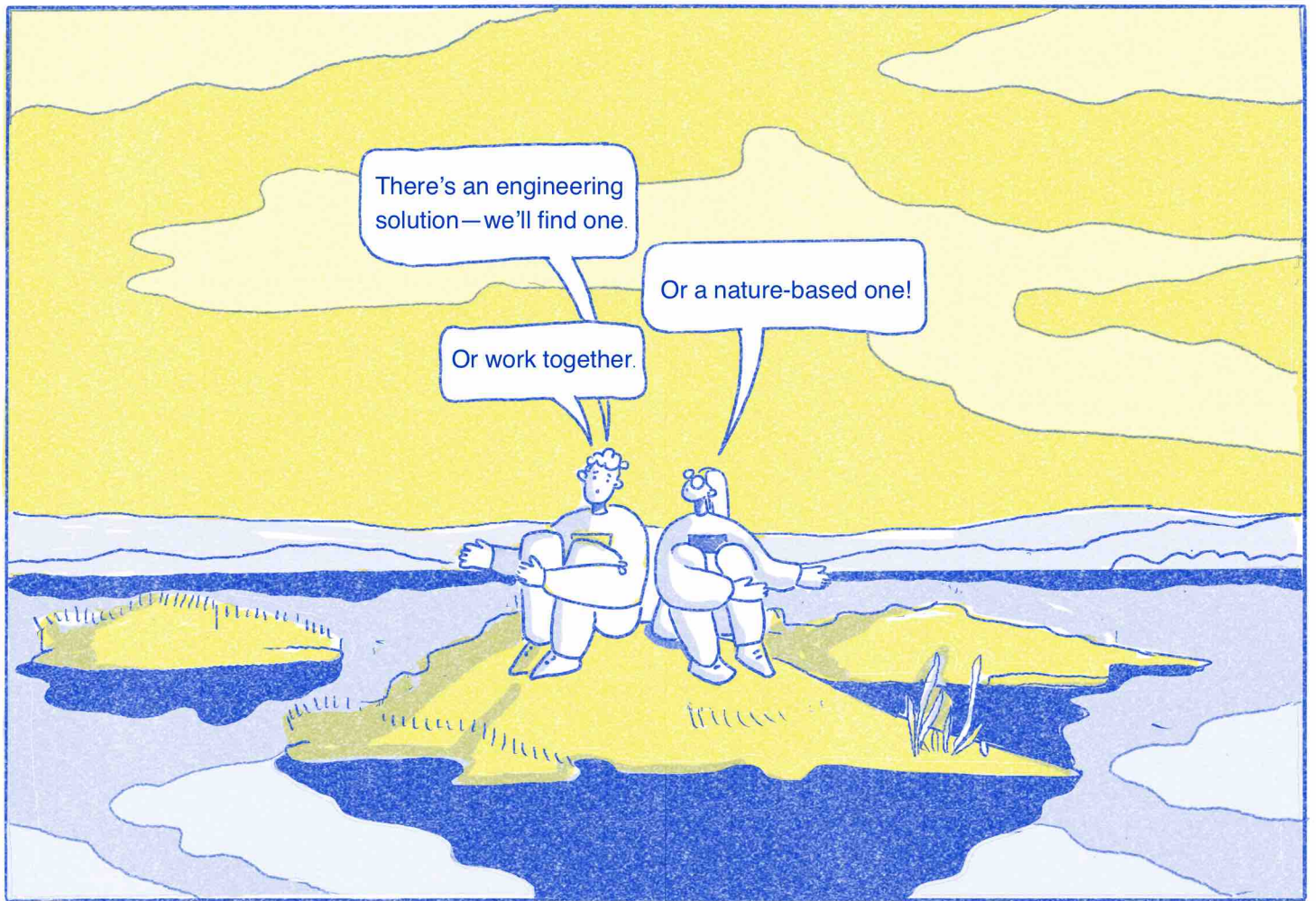
We fix one problem...
but it causes another.

What
can we do to solve all the
problems at once?

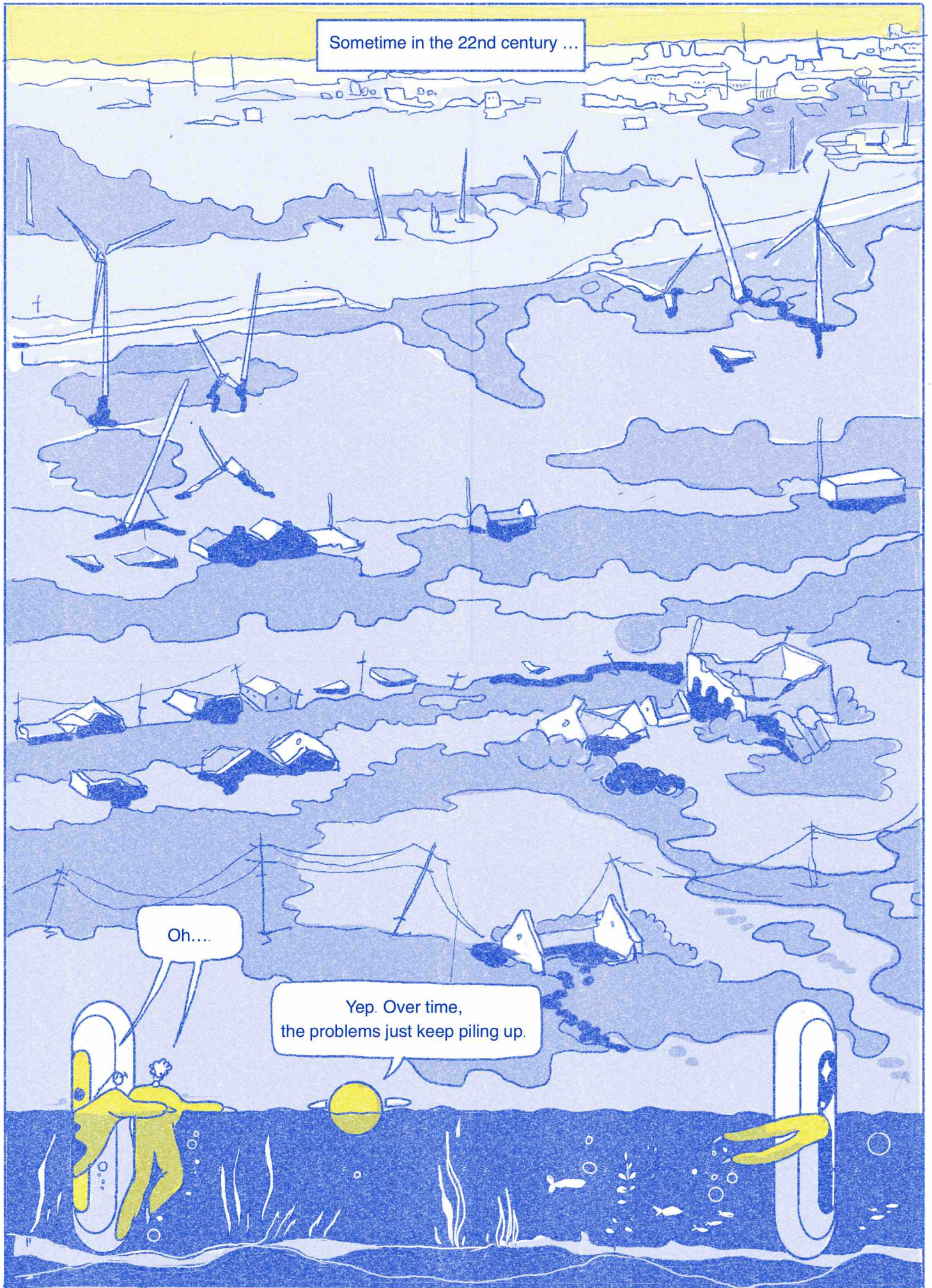


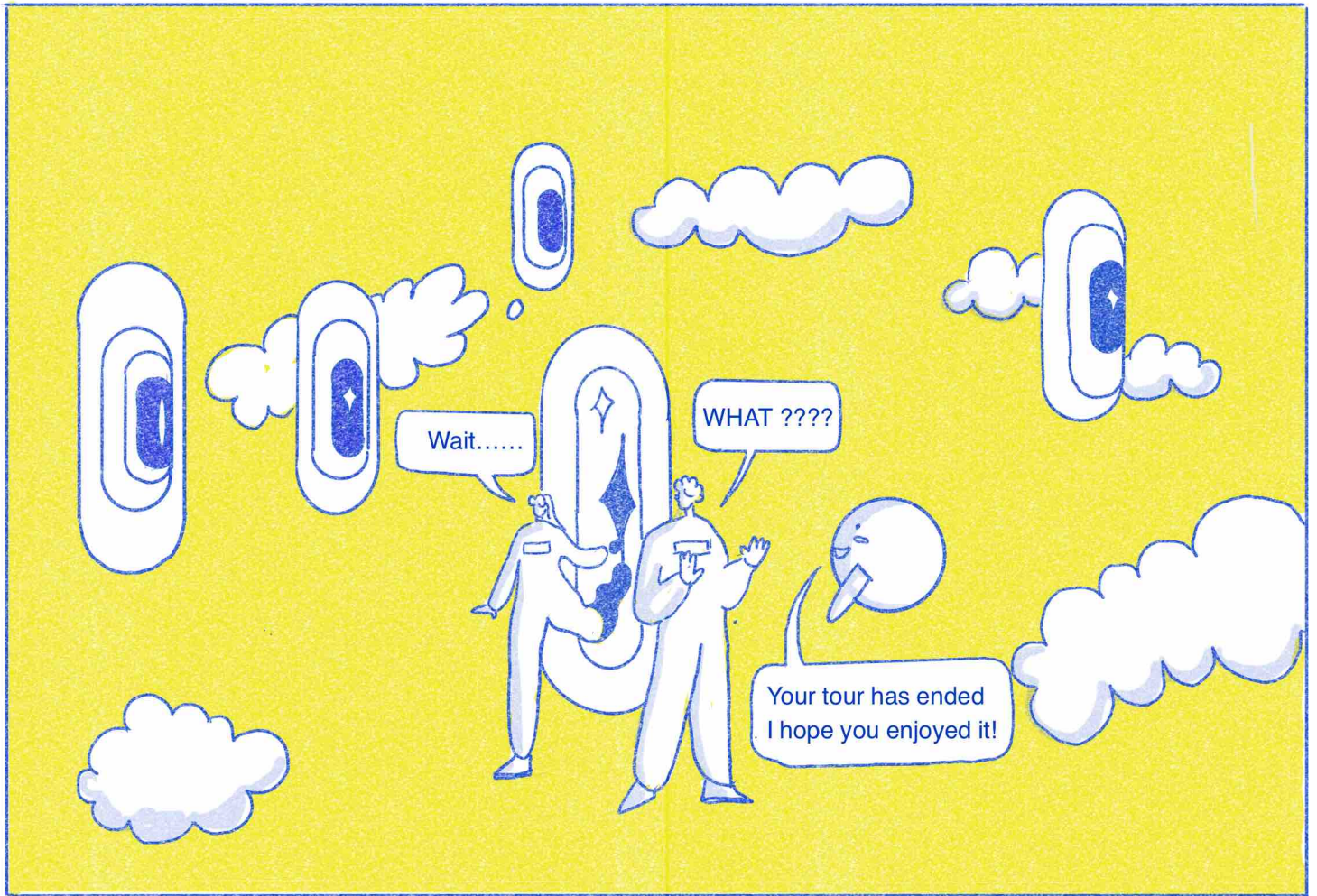
That's a very good question.

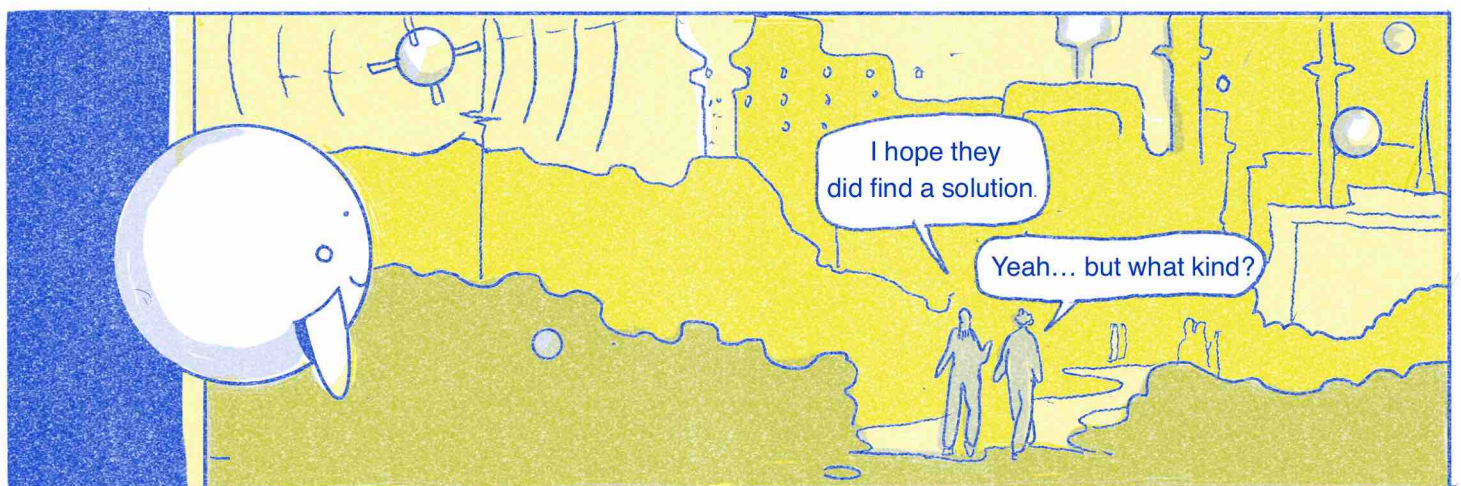
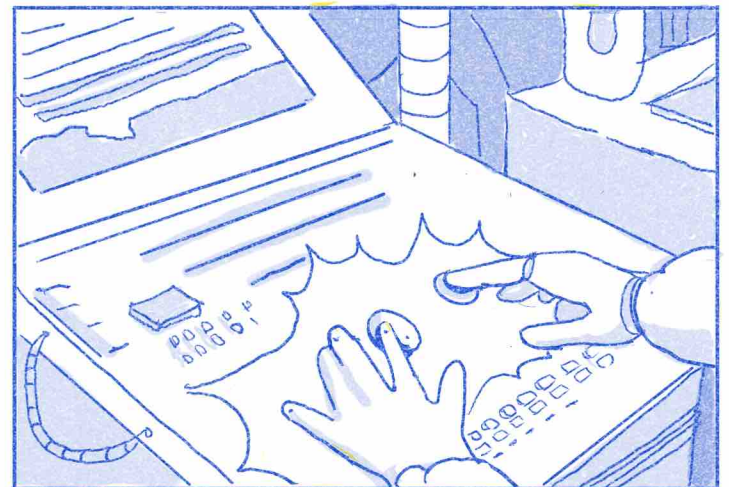
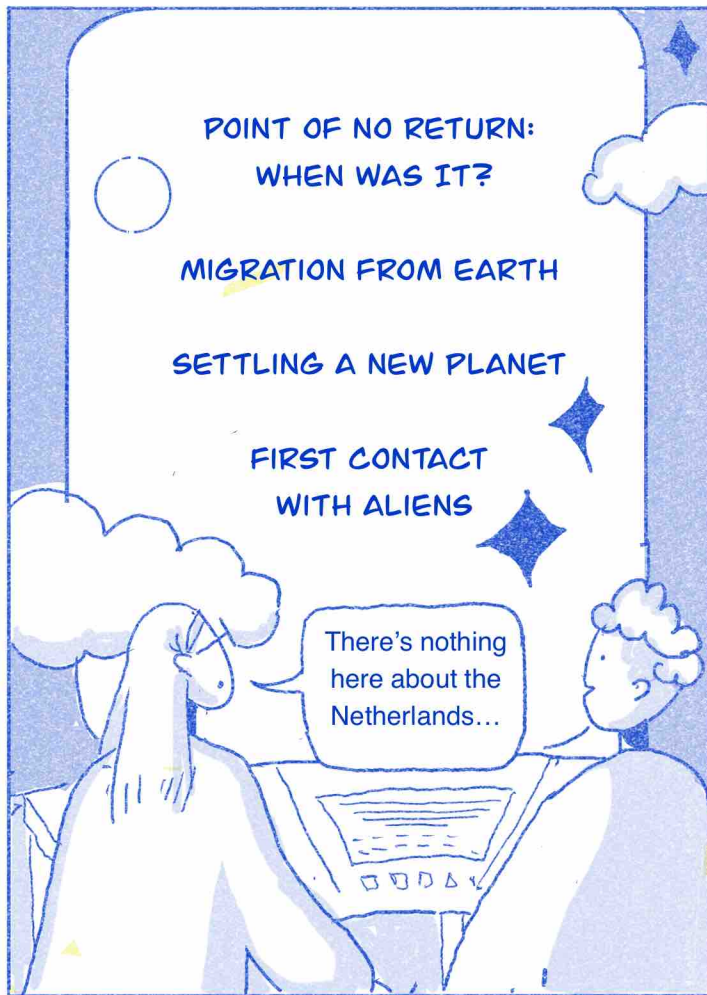




Sometime in the 22nd century ...









**What kind of solution
could work?**



What do you think?

