

THEMA 8

De Fatbike van de toekomst is circulair

Duurzaamheid & toekomst

Werkboek — naam: _____ klas: _____

Les 8.1 — Van fatbike-hype naar accu-afvalberg

Leerdoel: Je legt uit wat een lineaire economie is. Je herkent dit model in de manier waarop fatbikes en hun accu's nu vaak geproduceerd, gebruikt en weggegooid worden.

Theorie & uitleg

De fatbike is niet meer weg te denken uit het Nederlandse straatbeeld. In 2024 werden er ruim **111.000 nieuwe fatbikes** verkocht, goed voor zo'n 13% van alle nieuwe fietsverkopen. Hoeveel fatbikes er precies rondrijden, weet niemand: schattingen uit 2025 lopen uiteen van zo'n 150.000 tot een **half miljoen fatbikes** . Onder elk zadel zit een stevige lithium-ion accu, goed voor flinke snelheid en actieradius. Maar een accu gaat niet eeuwig mee: na een paar jaar intensief gebruik neemt de capaciteit af, tot de accu simpelweg vervangen moet worden.

De vraag die dit thema stelt, is simpel maar urgent: wat gebeurt er straks met al die honderdduizenden versleten accu's en kapotte frames? Om die vraag te begrijpen, moet je eerst weten hoe onze economie grondstoffen op dit moment nog grotendeels gebruikt: **lineair** .

Definitie: de lineaire economie

Een **lineaire economie** is een economisch model in drie stappen: grondstoffen worden uit de aarde gehaald (**nemen**), daarvan wordt een product gemaakt dat wordt gebruikt (**maken**), en aan het einde van de levensduur wordt het product weggegooid (**weggooien**). Dit wordt ook wel het "nemen-maken-weggooien"-model genoemd: een rechte lijn van grondstof naar afval, zonder dat er iets teruggaat naar het begin.

Definitie: de fatbike-accu als lineair product

Een fatbike-accu bevat kostbare metalen zoals **lithium, kobalt en nikkel** . In een lineair systeem worden deze metalen gedolven, verwerkt tot een accu die zo'n drie jaar meegaat, en vervolgens weggegooid: bij het restafval, op de stort, of in het beste geval bij de elektronicawinkel voor recycling, wat lang niet altijd gebeurt. Elke keer opnieuw moeten er dan nieuwe grondstoffen uit de grond worden gehaald voor de volgende accu.

Waarom is dit een probleem?

Een lineaire economie werkt goed zolang grondstoffen overvloedig en goedkoop zijn, en er genoeg ruimte is om afval kwijt te raken. Bij honderdduizenden fatbike-accu's per jaar, plus miljoenen andere apparaten met lithium-ion accu's (telefoons, laptops, elektrische auto's), loopt dat model tegen twee grenzen aan: de aarde heeft niet oneindig veel lithium, kobalt en nikkel beschikbaar (les 8.3), en een weggegooide accu is niet alleen zonde van de grondstoffen, maar kan bij verkeerde verwerking ook explosie- en brandgevaar of milieuschade veroorzaken.

Definitie: externe effecten (herhaling uit thema 3)

In eerdere thema's leerde je al over **externe effecten** : kosten of baten van economische activiteit die niet in de prijs van een product zitten, maar wel door anderen (of de natuur) gedragen worden. Een lineaire economie kent vaak grote **negatieve externe effecten** : de vervuiling bij het delven van lithium, de CO 2 -uitstoot van transport en productie, en de milieuschade van weggegooide accu's worden zelden volledig doorberekend in de winkelprijs van een fatbike. Daardoor lijkt een wegwerpproduct voor de consument goedkoper dan het voor de samenleving als geheel eigenlijk is.

De fatbike-accu in een lineaire economie

1. Nemen: lithium, kobalt en nikkel delven ->
2. Maken: accu bouwen ->
3. Gebruiken: zo'n 3 jaar ->
4. Weggooien: grondstoffen gaan verloren

Doordenker: Wat kost een accu echt?

Voor wie verder wil denken · geen toetsstof

Een fatbike-accu kost de fabrikant €400 om te maken; de winkel verkoopt hem voor €500. Bij het winnen van de metalen en het maken van de accu ontstaat milieuschade die niemand betaalt: €60 per accu. Belandt een oude accu bij het restafval, dan komt daar nog eens €40 bij (brandrisico en opruimen). Alle bedragen zijn verzonnen, afgeronde oefengetallen.

1. Bereken de maatschappelijke kosten (productiekosten + externe kosten, zie thema 3) van een accu die netjes wordt ingeleverd, en van een accu die bij het restafval belandt.
2. De overheid voert een heffing in van €60 per accu, die de winkel volledig doorberekent. Met hoeveel procent stijgt de winkelprijs (zonder btw)?
3. Voor de €40 externe kosten van weggooien bedenkt de overheid iets anders: statiegeld van €40 per accu, dat je terugkrijgt als je de accu inlevert. Waarom werkt statiegeld hier beter dan een heffing van €40?

Kernbegrippen

Lineaire economie

Een economisch model waarin grondstoffen worden gewonnen (nemen), verwerkt tot een product dat wordt gebruikt (maken), en aan het einde van de levensduur weggegooid (weggooien): het "nemen-maken-weggooien"-model.

Nemen-maken-weggooien

De drie stappen van een lineaire economie: grondstoffen nemen, er een product van maken, en dit na gebruik weggooien.

Externe effecten (herhaling thema 3)

Kosten of baten van economische activiteit die niet in de prijs van een product zitten, maar wel door anderen of de natuur worden gedragen.

Oefeningen & rekenopdrachten

Brons: Kennis & Begrip

1. Leg uit wat een 'lineaire economie' betekent, in je eigen woorden.

2. Noem twee grondstoffen die in een fatbike-accu zitten.

3. Hoeveel fatbikes rijden er volgens de schattingen in Nederland rond?

4. Wat betekent "nemen-maken-weggooien"?

5. Wat is een niet-hernieuwbare grondstof?

Zilver: Toepassing & Rekenen

6. Leg uit waarom een lineaire economie problematisch wordt als er steeds meer fatbikes en andere apparaten met lithium-ion accu's bijkomen.

7. Wat gebeurt er in het lineaire model met een fatbike-accu die na drie jaar versleten is?

8. Leg met een voorbeeld uit wat een extern effect is.

9. Geef een voorbeeld van een ander product (niet een fatbike) dat volgens het lineaire model wordt gebruikt.

10. Leg uit waarom recycling van fatbike-accu's de druk op grondstoffenwinning kan verlagen.

11. Waarom is het lineaire model op de lange termijn economisch niet houdbaar?

Goud: Analyse & Evaluatie – de uitdaging

12. Beoordeel: waarom lijkt een wegwerp-accu voor de consument goedkoper dan hij voor de samenleving als geheel eigenlijk is?

13. Leg uit waarom een groeiende fatbikemarkt de druk op kritieke grondstoffen kan vergroten, ook als losse fatbikes zelf niet duurder worden.

14. Bedenk één maatregel waarmee een fabrikant het lineaire karakter van zijn fatbike-productie zou kunnen verminderen, en leg uit via welk mechanisme dit zou werken.

Les 8.2 — Van lineair naar circulair: sluit de kringloop

Leerdoel: Je legt uit wat een circulaire economie is. Je kent de R-ladder als hulpmiddel om circulariteit te ordenen. Je begrijpt wat eco-design (herontwerp) betekent voor een product als de fatbike.

Theorie & uitleg

In les 8.1 zag je het probleem: een lineaire economie put grondstoffen uit en produceert afval. Het goede nieuws is dat het ook anders kan. Steeds meer fabrikanten van fietsen, e-bikes en accu's experimenteren met een ander model: de **circulaire economie** . Daarin is een versleten accu geen afval, maar juist de grondstof voor de volgende accu.

Definitie: de circulaire economie

Een **circulaire economie** is een economisch model waarin grondstoffen en producten zo lang mogelijk in de kringloop blijven: door producten te **hergebruiken** , te **repareren** en aan het einde van hun leven te **recyclen** tot nieuwe grondstoffen. In plaats van een rechte lijn (nemen-maken-weggooien) vormt de economie zo een gesloten **kringloop** , waarbij zo min mogelijk nieuwe grondstoffen nodig zijn en zo min mogelijk afval ontstaat.

Definitie: de R-ladder

Economen en ontwerpers gebruiken de **R-ladder** om te laten zien welke strategie het meest circulair is. Van meest naar minst circulair: **Refuse** (weigeren, iets niet kopen of produceren), **Reduce** (verminderen, met minder grondstoffen hetzelfde product maken), **Reuse** (hergebruiken van een heel product, bijvoorbeeld tweedehands), **Repair** (repareren in plaats van vervangen), **Refurbish** (opknappen tot als nieuw), **Recycle** (grondstoffen terugwinnen uit een product) en als laatste optie **Recover** (verbranden voor energie, wanneer niets anders meer mogelijk is). Hoe hoger op de ladder, hoe minder nieuwe grondstoffen en energie er nodig zijn.

Let op: dit is een vereenvoudigde R-ladder met zeven R's. De officiële Nederlandse R-ladder heeft er tien; daar staan ook Rethink (slimmer gebruiken, bijvoorbeeld delen), Remanufacture (onderdelen gebruiken in een nieuw product) en Repurpose (onderdelen gebruiken voor een ander doel) op. In deze les en de toets gebruik je de zeven R's hierboven.

Definitie: eco-design (herontwerp)

Eco-design , ook wel **herontwerp** genoemd, betekent dat een product vanaf de tekentafel al zo ontworpen wordt dat het makkelijk te repareren, uit elkaar te halen en te recyclen is. Denk bij een fatbike aan een **modulaire accu** waarvan alleen versleten cellen vervangen hoeven te worden, schroeven in plaats van lijm, en onderdelen die apart van elkaar te vervangen zijn. Eco-design zorgt ervoor dat een product hoger op de R-ladder terechtkomt: makkelijker te repareren (Repair) in plaats van meteen weg te gooien.

Burgerschap — Je mag het anders doen

Iets meteen weggooien is de gemakkelijkste weg, maar niet de enige. Kiezen voor repareren, hergebruiken of gewoon minder kopen is een bewuste, andere keuze die net zo goed bij jou kan passen.

Het verdienmodel verandert mee

Circulair ontwerpen verandert vaak ook het **verdienmodel** van een bedrijf. Bij een **lineair verdienmodel** verdient een fabrikant vooral aan zo veel mogelijk nieuwe fatbikes verkopen (meer omzet bij meer wegwerpgedrag). Bij een **circulair verdienmodel** kiezen sommige aanbieders voor **product-als-dienst** : je betaalt een vast bedrag per maand voor het gebruik van een fiets, en het bedrijf blijft eigenaar. Dat bedrijf heeft dan zelf belang bij een lange levensduur en goede repareerbaarheid, want kapotte fietsen kosten het bedrijf geld, niet de klant.

Ontkoppeling: groeien met minder grondstoffen

Een circulair verdienmodel (zoals product-als-dienst, of een fabrikant die gebruikte onderdelen als grondstof terugkoopt) maakt het mogelijk dat een bedrijf meer omzet maakt, zonder dat het evenveel extra grondstoffen nodig heeft. Dit noemen economen het **ontkoppelen** van groei en grondstoffengebruik.

Economen onderscheiden twee soorten. Bij **relatieve ontkoppeling** groeit het grondstoffengebruik nog wel, maar minder hard dan de waarde (de omzet stijgt 10%, het grondstoffengebruik 4%). Bij **absolute ontkoppeling** daalt het grondstoffengebruik, terwijl de waarde toch groeit. Om echt binnen de grenzen van de planeet te blijven, is absolute ontkoppeling nodig.

De fatbike-accu in een circulaire economie

1. Grondstoffen
2. Accu maken (eco-design)
3. Gebruiken en repareren
4. Inleveren en recyclen

-> en daarna begint het weer bij stap 1.

De R-ladder (7 R’s)

Bovenaan: Meest circulair

1. Refuse (weigeren): niet kopen of maken
2. Reduce (verminderen): met minder grondstoffen hetzelfde maken
3. Reuse (hergebruiken): tweedehands, doorgeven
4. Repair (repareren): maken in plaats van vervangen
5. Refurbish (opknappen): opknappen tot als nieuw
6. Recycle (recyclen): grondstoffen terugwinnen
7. Recover (verbranden voor energie): als niets anders meer kan

Onderaan: Minst circulair

Doordenker: Huren of kopen: reken het uit

Voor wie verder wil denken · geen toetsstof

Je kunt een fatbike kopen voor €1.400. Je gebruikt hem 5 jaar en verkoopt hem dan voor €300. Onderhoud kost je €100 per jaar, en in jaar 4 heb je een nieuwe accu nodig van €450. Je kunt dezelfde fatbike ook huren (product-als-dienst) voor €29,90 per maand, inclusief onderhoud, reparaties en een nieuwe accu als dat nodig is. Verzonnen, afgeronde oefengetallen.

1. Bereken je totale kosten over 5 jaar bij kopen en bij huren. Wat is goedkoper, en hoeveel?

2. De verhuurder verdient alleen aan de maandelijkse huur. Leg uit waarom hij er belang bij heeft dat zijn fietsen 8 jaar meegaan in plaats van 5. Wat betekent dat voor zijn keuze tussen een goedkope, vastgelijmde accu en een duurdere, modulaire accu?

3. Noem een situatie waarin kopen toch de betere (of duurzamere) keuze kan zijn.

Kernbegrippen

Circulaire economie

Een economisch model waarin grondstoffen en producten zo lang mogelijk in de kringloop blijven, door hergebruik, reparatie en recycling, zodat er zo min mogelijk nieuwe grondstoffen nodig zijn en zo min mogelijk afval ontstaat.

R-ladder

Een ladder van circulaire strategieën van meest naar minst circulair. In deze methode gebruiken we een vereenvoudigde versie met zeven R's: Refuse, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Recycle en Recover. (De officiële Nederlandse R-ladder heeft er tien; ook Rethink, Remanufacture en Repurpose.)

Eco-design (herontwerp)

Het vanaf de tekentafel zo ontwerpen van een product dat het makkelijk te repareren, uit elkaar te halen en te recyclen is.

Product-als-dienst

Een verdienmodel waarbij een klant betaalt voor het gebruik van een product (bijvoorbeeld een fiets), terwijl het bedrijf eigenaar blijft en verantwoordelijk is voor onderhoud en reparatie.

Ontkoppeling (Doordenker)

Het verschijnsel dat een bedrijf of economie groeit in waarde, zonder dat het grondstoffengebruik evenredig meestijgt. Bij relatieve ontkoppeling stijgt het grondstoffengebruik nog wel, maar minder hard dan de waarde; bij absolute ontkoppeling daalt het grondstoffengebruik terwijl de waarde groeit.

Oefeningen & rekenopdrachten

Brons: Kennis & Begrip

1. Leg uit wat een 'circulaire economie' betekent, in je eigen woorden.

2. Noem drie van de zeven R'en uit de R-ladder.

3. Wat is eco-design (herontwerp)?

4. Wat betekent "Reuse" (hergebruiken) op de R-ladder?

5. Noem een voorbeeld van product-als-dienst.

Zilver: Toepassing & Rekenen

6. Leg uit waarom een modulaire accu hoger op de R-ladder staat dan een vastgelijmde accu.

7. Wat is het verschil tussen een lineair en een circulair verdienmodel voor een fabrikant?

8. Geef een voorbeeld van product-als-dienst buiten de fatbike-markt.

9. Leg uit waarom "Recover" (verbranden voor energie) de laatste optie op de R-ladder is.

10. Leg uit waarom "Refuse" (weigeren) hoger op de R-ladder staat dan "Recycle".

11. Waarom kan eco-design de kosten van reparatie voor een consument verlagen?

Goud: Analyse & Evaluatie – de uitdaging

12. Beoordeel: waarom zou een fabrikant vrijwillig kiezen voor een circulair verdienmodel, ook als dit op korte termijn minder omzet uit nieuwe verkopen oplevert?

13. Leg met het begrip "ontkoppeling" uit hoe een bedrijf kan groeien zonder evenredig meer grondstoffen te gebruiken.

14. Bedenk één nadeel van de R-ladder-strategie "Refuse" (weigeren) voor een fatbikefabrikant, en één voordeel voor het milieu.

Les 8.3 — Waarom raken grondstoffen op?

Leerdoel: Je legt uit wat grondstoffenschaarste is. Je legt uit waarom lithium, kobalt en nikkel kritieke grondstoffen zijn. Je rekent met recycling- en terugwinningspercentages.

Theorie & uitleg

Een fatbike-accu lijkt een simpel, afgesloten blokje, maar bevat een cocktail aan metalen die helemaal niet overal ter wereld voorkomen, en die vaak onder moeilijke omstandigheden gewonnen worden. Als de vraag naar die metalen wereldwijd blijft groeien (denk aan accu's voor fatbikes, telefoons, laptops én elektrische auto's), terwijl het aanbod niet even snel meegroeit, ontstaat er **grondstoffenschaarste** .

Definitie: grondstoffenschaarste

Grondstoffenschaarste is de situatie waarin de vraag naar een grondstof groter dreigt te worden dan het beschikbare aanbod, bijvoorbeeld omdat een grondstof eindig is, moeilijk te winnen is, of geconcentreerd zit in slechts een paar landen. Net als bij schaarste op de woningmarkt (thema 7) geldt: hoe schaarser een grondstof, hoe hoger de prijs en hoe groter het economische en geopolitieke belang ervan.

Definitie: kritieke grondstoffen

De Europese Unie noemt grondstoffen **kritiek** wanneer ze economisch belangrijk zijn én een hoog risico op leveringsproblemen kennen. **Lithium, kobalt en nikkel** (de belangrijkste bestanddelen van een fatbike-accu) staan alle drie op die lijst: de winning is geconcentreerd in een klein aantal landen, en Europa produceert zelf nauwelijks iets van deze metalen. Dat maakt de EU sterk afhankelijk van import, met risico's voor de eigen industrie als de aanvoer stokt.

De EU-Batterijverordening

Om grondstoffenschaarste tegen te gaan, verplicht de Europese Unie fabrikanten en recyclers via de **Batterijverordening** om steeds meer materiaal uit oude batterijen terug te winnen. Voor **lithium** geldt een terugwinningsdoel van **50%** eind 2027, oplopend naar **80%** eind 2031. Voor **kobalt, koper en nikkel** ligt de lat nog hoger: **90%** eind 2027, oplopend naar **95%** eind 2031. Vanaf 2031 moet een deel van elke nieuwe batterij bovendien verplicht uit gerecycled materiaal bestaan.

Voor fatbikes extra belangrijk: vanaf **18 februari 2027** moet de accu van een licht vervoermiddel (zoals een e-bike of fatbike) door een **onafhankelijke reparateur** te vervangen zijn, niet alleen door de fabrikant zelf. Zo kan een fatbike langer mee als alleen de accu versleten is.

Op dezelfde datum krijgt elke accu van een licht vervoermiddel ook een digitaal **batterijpaspoort** (via een QR-code), met onder meer de samenstelling en het aandeel gerecycled materiaal. Daarmee kunnen recyclers accu's beter sorteren en verwerken.

Juridisch: inzamelplicht voor fabrikanten

De Batterijverordening legt fabrikanten en verkopers ook een **inzamelplicht** op: zij moeten oude batterijen (waaronder accu's van lichte voertuigen zoals fatbikes) gratis terugnemen. Dat is geen vrijblijvende service, maar een wettelijke verplichting, juist om te voorkomen dat waardevolle grondstoffen bij het restafval belanden.

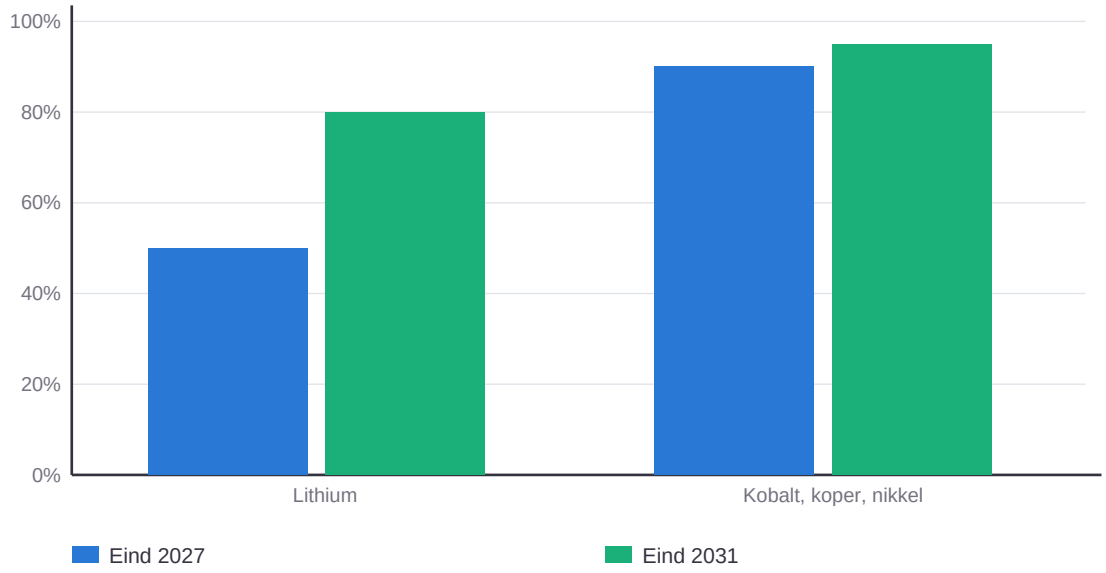
Definitie: substitutie

Naast recycling kunnen bedrijven ook reageren op grondstoffenschaarste met **substitutie** : het vervangen van een schaarse grondstof door een minder schaarse variant, bijvoorbeeld een accutype met minder kobalt. Naarmate een grondstof duurder wordt, wordt het voor bedrijven aantrekkelijker om te investeren in alternatieven, zelfs als die in eerste instantie duurder of technisch lastiger zijn.

Hoe grondstoffenschaarste ontstaat, en wat je eraan kunt doen

1. Vraag naar accu's groeit: fatbikes, telefoons, elektrische auto's ->
2. Aanbod groeit niet even snel: lithium, kobalt en nikkel komen uit weinig landen ->
3. Grondstoffenschaarste: de prijs stijgt ->
4. Oplossingen: recyclen (inleveren!) en substitutie

EU-Batterijverordening: hoeveel moet er uit oude batterijen worden teruggewonnen?



Bron: EU-Batterijverordening (doelen zoals genoemd in de les)

Doordenker: Genoeg gerecycled lithium?

Voor wie verder wil denken · geen toetsstof

De EU-Batterijverordening stelt eisen aan accu's van lichte vervoermiddelen, zoals fatbikes. Eind 2028 moet 51% van de afgedankte accu's worden ingezameld. Eind 2027 moet bij recycling 50% van het lithium worden teruggewonnen. Vanaf 2031 moet een nieuwe accu minimaal 6% gerecycled lithium bevatten. Vanaf 18 februari 2027 krijgt elke accu bovendien een digitaal batterijpaspoort (via een QR-code), met onder meer de samenstelling en het aandeel gerecycled materiaal.

Oefengetallen: in een land worden in een jaar 200.000 fatbike-accu's afgedankt en 250.000 nieuwe gemaakt. Elke accu bevat 0,1 kg lithium.

1. Hoeveel kg lithium wordt teruggewonnen als het land precies aan het inzameldoel en het terugwinningsdoel voldoet?
2. Hoeveel kg gerecycled lithium is er minimaal nodig voor de nieuwe accu's (eis vanaf 2031)? Is er genoeg teruggewonnen?

3. Als er genoeg gerecycled lithium is, waarom stelt de EU dan tóch een minimumeis aan gerecycled materiaal in nieuwe accu's?

4. Leg uit hoe het batterijpaspoort recyclers en kopers kan helpen.

Kernbegrippen

Grondstoffenschaarste

De situatie waarin de vraag naar een grondstof groter dreigt te worden dan het beschikbare aanbod, bijvoorbeeld omdat de grondstof eindig, moeilijk te winnen, of geconcentreerd in enkele landen is.

Kritieke grondstoffen

Grondstoffen die economisch belangrijk zijn én een hoog risico op leveringsproblemen kennen, zoals lithium, kobalt en nikkel.

Batterijverordening (EU)

Europese wetgeving die fabrikanten en recyclers verplicht om steeds meer materiaal (zoals lithium, kobalt en nikkel) uit oude batterijen terug te winnen.

Inzamelplicht

De wettelijke verplichting voor fabrikanten en verkopers om oude batterijen gratis terug te nemen van consumenten.

Batterijpaspoort (Doordenker)

Een digitaal paspoort (via een QR-code) dat vanaf 18 februari 2027 verplicht is voor onder meer accu's van lichte vervoermiddelen zoals fatbikes. Het laat onder andere de samenstelling en het aandeel gerecycled materiaal zien.

Substitutie

Het vervangen van een schaarse grondstof door een minder schaarse variant, als reactie op stijgende schaarste en prijzen.

Oefeningen & rekenopdrachten

Brons: Kennis & Begrip

1. Leg uit wat 'grondstoffenschaarste' betekent, in je eigen woorden.

2. Welke drie metalen in een fatbike-accu gelden als kritieke grondstoffen?

3. Wat is het EU-terugwinningsdoel voor lithium uit oude batterijen, eind 2027?

4. Wat is substitutie?

5. Waarom wordt kobalt vaak in verband gebracht met risico's rondom mijnbouwomstandigheden?

Zilver: Toepassing & Rekenen

6. Leg uit waarom lithium, kobalt en nikkel door de EU als "kritiek" worden bestempeld.

7. Wat is een inzamelplicht, en waarom heeft de EU deze ingevoerd?

8. Wat is het verschil tussen het EU-terugwinningsdoel voor lithium en dat voor kobalt, koper en nikkel, eind 2027?

9. Geef een voorbeeld van substitutie als reactie op grondstoffenschaarste.

10. Leg uit waarom geconcentreerde winning van een grondstof in slechts een paar landen het risico op schaarste vergroot.

11. Waarom kan een hoger EU-terugwinningsdoel voor een grondstof bedrijven stimuleren om beter te recyclen?

Goud: Analyse & Evaluatie – de uitdaging

12. Beoordeel: is recycling volgens jou voldoende om grondstoffenschaarste bij fatbike-accu's op te lossen? Onderbouw met een argument.

13. Leg uit waarom de EU fabrikanten via wetgeving verplicht tot terugwinning, in plaats van dit aan de vrije markt over te laten.

14. Bedenk een geopolitiek risico dat kan ontstaan door de sterke afhankelijkheid van Europa van geïmporteerde kritieke grondstoffen.

Rekenopdrachten

1. Een fatbike-accu bevat ongeveer 80 gram lithium. Bij recycling wordt 50% teruggewonnen. Hoeveel gram lithium wordt teruggewonnen?

Antwoord (gram): _____

2. Van 1.200 kg kobalt uit oude batterijen wordt 90% teruggewonnen volgens de EU-norm voor 2027. Hoeveel kg kobalt is dat?

Antwoord (kg): _____

3. Een recyclingbedrijf verwerkt 5.000 fatbike-accu's. Van elke accu wordt gemiddeld 0,6 kg nikkel teruggewonnen. Hoeveel kg nikkel levert dit in totaal op?

Antwoord (kg): _____

4. In 2024 werden er 111.000 fatbikes verkocht. Als 13% van alle nieuwe fietsverkopen fatbikes waren, hoeveel fietsen werden er dan in totaal ongeveer verkocht (afgerond op duizendtallen)?

Antwoord: _____

5. Een fabrikant verlaagt het grondstoffengebruik per accu van 900 gram naar 600 gram door eco-design. Met hoeveel procent is het grondstoffengebruik gedaald (afgerond op één decimaal)?

Antwoord (%): _____

6. Van de 250.000 fatbike-accu's die dit jaar worden ingeleverd, wordt 65% daadwerkelijk gerecycled. Hoeveel accu's worden gerecycled?

Antwoord: _____

7. Nederland wil in 2035 15% minder grondstoffen gebruiken dan in 2016. Stel dat het gebruik in 2016 100 miljoen ton was (verzonnen getal), hoeveel ton mag dit in 2035 nog maximaal zijn?

Antwoord (ton): _____

8. Een klas van 28 leerlingen vult een enquête in. 25% geeft aan hun oude telefoon of laptopaccu altijd in te leveren voor recycling. Hoeveel leerlingen zijn dat (afgerond op een heel getal)?

Antwoord (leerlingen): _____

31. Een recycler zamelt 40.000 fatbike-accu's in. Elke accu bevat 0,1 kg lithium. De recycler wint precies het EU-minimum voor eind 2027 terug (50%). Een accufabriek maakt nieuwe accu's met in totaal 30.000 kg lithium. Hoeveel procent van dat lithium kan uit het teruggewonnen lithium komen? Rond af op twee decimalen.

Antwoord (%): _____

32. Na recycling is 1.080 kg kobalt teruggewonnen. Dat is precies het EU-doel voor eind 2027 (90%). Hoeveel kg kobalt zat er in de ingezamelde accu's?

Antwoord (kg): _____

33. In 2028 worden 200.000 fatbike-accu's afgedankt. Het EU-inzameldoel voor dat jaar is 51%. Er worden 88.000 accu's ingezameld. Hoeveel accu's komt het land tekort om het doel te halen?

Antwoord (accu's): _____

Les 8.4 — De fatbike van de toekomst is circulair

Leerdoel: Je legt uit wat duurzaam en toekomstbestendig produceren betekent. Je vormt een onderbouwd standpunt over hoe economische groei en de draagkracht van de planeet zich tot elkaar verhouden.

Theorie & uitleg

Je hebt nu het hele plaatje gezien: de lineaire economie die schaarse grondstoffen verspilt (les 8.1), de circulaire economie die de kringloop sluit (les 8.2), en de grondstoffenschaarste die urgentie geeft aan die omslag (les 8.3). In deze laatste les van dit thema zoom je uit: wat betekent dit voor hoe we in de toekomst willen produceren, en hoe verhoudt dat zich tot economische groei?

Definitie: duurzaam en toekomstbestendig produceren

Duurzaam produceren betekent dat een bedrijf goederen maakt op een manier die de behoeften van nu vervult, zonder de mogelijkheden van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen. **Toekomstbestendig produceren** voegt daar de eis aan toe dat een product en het bedrijfsproces ook op de lange termijn stand kunnen houden: bijvoorbeeld doordat het niet afhankelijk is van grondstoffen die over twintig jaar simpelweg (bijna) op zijn.

Definitie: het Nederlandse doel voor 2050

De Nederlandse overheid heeft als officieel doel om in **2050 volledig circulair** te zijn: een economie zonder afval, waarin grondstoffen steeds opnieuw worden gebruikt. Op weg daarnaartoe gelden sinds oktober 2025 drie tussendoelen voor **2035** : minimaal **82% van het afval wordt gerecycled** , minimaal **55% van de grondstoffen** is duurzaam of gerecycled, en Nederland gebruikt **15% minder grondstoffen dan in 2016** . Dat is een enorme opgave, en de fatbike-industrie (met haar accu's vol kritieke metalen) is daarbij een goed voorbeeld van een sector waar nog veel winst te behalen valt.

Eerder was het doel om in 2030 al de helft minder nieuwe (primaire) grondstoffen te gebruiken dan in 2016. Volgens het Planbureau voor de Leefomgeving raakte dat doel volledig uit zicht; daarom is het vervangen door de doelen voor 2035.

Economische groei binnen de grenzen van de planeet

Van oudsher wordt economische groei gemeten als de toename van het bruto binnenlands product (bbp): meer geproduceerde goederen en diensten. Maar meer productie kost vaak ook meer grondstoffen en energie. Steeds meer economen pleiten daarom voor groei die **past binnen de grenzen van de planeet** : niet stoppen met innovatie en verbetering van welvaart, maar dit wel zo organiseren dat grondstoffengebruik en uitstoot niet blijven stijgen. Circulair ontwerpen (les 8.2) is daarbij een belangrijk hulpmiddel: het maakt groei in waarde mogelijk, zonder dat dit één-op-één meer grondstoffen hoeft te kosten. Of groei en de planeet echt samengaan, hangt af van het soort ontkoppeling (les 8.2): groeit het grondstoffengebruik alleen minder hard (relatieve ontkoppeling), dan raken grondstoffen nog steeds op. Daalt het grondstoffengebruik terwijl de economie groeit (absolute ontkoppeling), dan kan groei binnen de grenzen van de planeet blijven. Over de vraag of dat snel genoeg lukt, zijn economen het oneens.

Definitie: brede welvaart en de fatbike van de toekomst (herhaling uit thema 3)

In thema 3 leerde je het begrip **brede welvaart** : welvaart die niet alleen naar geld en bezit kijkt, maar ook naar gezondheid, milieu en de kansen van toekomstige generaties. Een volledig circulaire fatbike-industrie zou de brede welvaart van **latere generaties** kunnen vergroten: minder grondstoffenschaarste, minder afval en minder geopolitieke afhankelijkheid van landen die kritieke metalen beheersen.

Burgerschap — Je mag meedoen

Mensen die er over dertig jaar zijn, kunnen nu niet meepraten over hoe wij met grondstoffen omgaan. Rekening houden met hen is een vorm van meedoen die verder reikt dan alleen jouw eigen generatie.

De afweging tussen nu en later

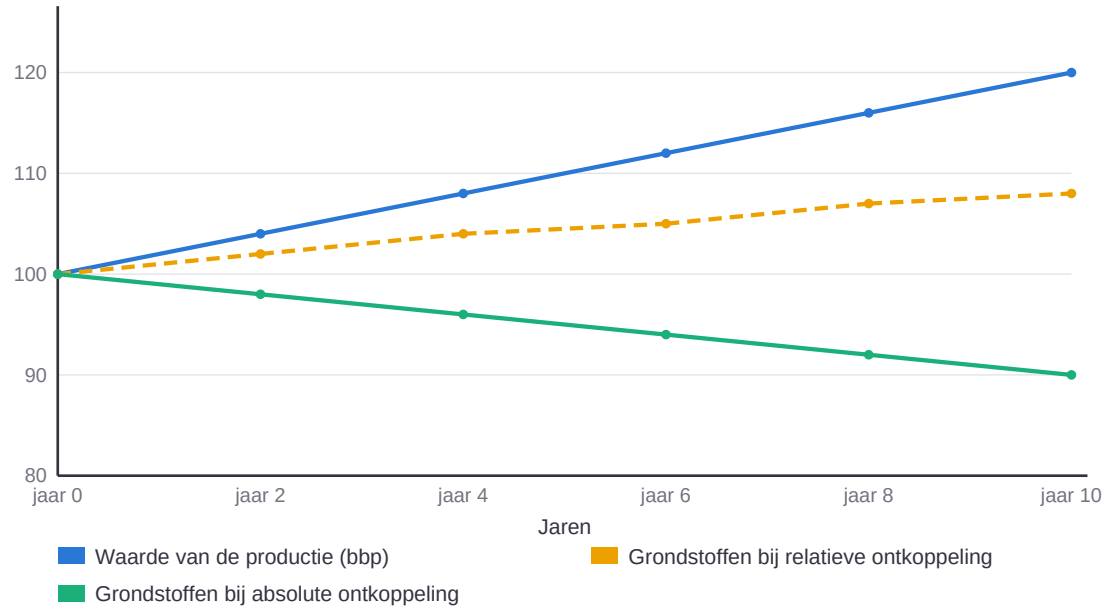
Tegelijk kan de overstap naar circulaire productie op de korte termijn ten koste gaan van de brede welvaart van vandaag, bijvoorbeeld door hogere prijzen. Toekomstbestendig produceren vraagt dus om een afweging tussen de welvaart van nu en die van later.

Op weg naar een circulaire economie in 2050: de doelen voor 2035

Doel voor 2035	Wat betekent dat?
Minimaal 82% van het afval gerecycled	bijna al het afval wordt weer grondstof
Minimaal 55% van de grondstoffen duurzaam of gerecycled	minder nieuwe grondstoffen uit de grond
15% minder grondstoffen dan in 2016	het totale gebruik moet echt omlaag

Bron: Rijksoverheid (doelen sinds oktober 2025)

Relatieve en absolute ontkoppeling (indexcijfers, beginjaar = 100)



Relatief: het grondstoffengebruik stijgt nog, maar minder hard dan de productie. Absoluut: het grondstoffengebruik daalt terwijl de productie groeit. Vereenvoudigd voorbeeld met verzonnen getallen.

Doordenker: Waarom werd het doel verlaagd?

Voor wie verder wil denken · geen toetsstof

In 2016 stelde Nederland het doel: in 2030 de helft minder primaire (nieuwe, niet-hernieuwbare) grondstoffen gebruiken dan in 2016. In oktober 2025 is dat doel vervangen door drie doelen voor 2035: minimaal 82% van het afval wordt gerecycled, minimaal 55% van de grondstoffen is duurzaam of gerecycled, en het grondstoffengebruik is 15% lager dan in 2016. Het einddoel blijft: een circulaire economie in 2050.

Oefengetallen: stel dat het grondstoffengebruik in 2016 100 eenheden was, en dat de economie (het bbp) tussen 2016 en 2035 met 40% groeit.

1. Hoeveel eenheden grondstoffen mag Nederland in 2035 nog gebruiken volgens het nieuwe doel, en hoeveel volgens het oude doel (al in 2030)?
2. Is het halen van het nieuwe doel een voorbeeld van relatieve of absolute ontkoppeling? Leg uit.
3. Met hoeveel procent daalt het grondstoffengebruik per euro bbp tussen 2016 en 2035 als het nieuwe doel precies wordt gehaald? Rond af op een heel getal.
4. Geef een argument vóór en een argument tegen het verlagen van het doel.

Kernbegrippen

Duurzaam produceren

Goederen maken op een manier die de behoeften van nu vervult, zonder de mogelijkheden van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen.

Toekomstbestendig produceren

Produceren op een manier die ook op de lange termijn stand kan houden, bijvoorbeeld doordat een bedrijf niet afhankelijk is van grondstoffen die op termijn (bijna) op zijn.

Circulaire economie 2050 (Nederlands doel)

De ambitie van de Nederlandse overheid om in 2050 volledig circulair te zijn. Sinds oktober 2025 gelden als tussendoelen voor 2035: minimaal 82% van het afval wordt gerecycled, minimaal 55% van de grondstoffen is duurzaam of gerecycled, en Nederland gebruikt 15% minder grondstoffen dan in 2016. (Dit vervangt het oude doel van de helft minder primaire grondstoffen in 2030.)

Groei binnen de grenzen van de planeet

Economische groei die past binnen de draagkracht van de aarde. Daarvoor moeten grondstoffengebruik en uitstoot dalen terwijl de economie groeit (absolute ontkoppeling); alleen minder hard stijgen is niet genoeg.

Brede welvaart (herhaling thema 3)

Welvaart die niet alleen naar geld en bezit kijkt, maar ook naar gezondheid, milieu en de kansen van toekomstige generaties.

Oefeningen & rekenopdrachten

Brons: Kennis & Begrip

1. Wat betekent duurzaam produceren?

2. Wat is het Nederlandse overheidsdoel voor de circulaire economie in 2050?

3. Wat is het Nederlandse tussendoel voor 2035 op het gebied van grondstoffengebruik?

4. Noem een voordeel voor een bedrijf van toekomstbestendig produceren.

Informatiebron — reclametekst

Onze nieuwe fatbike-accu: 100% eco-vriendelijk!

Een fabrikant adverteert met deze tekst, zonder verder te vermelden welk percentage van de accu daadwerkelijk gerecycled materiaal bevat of hoe de accu na gebruik verwerkt wordt.

5. Greenwashing betekent: een bedrijf doet zich duurzamer voor dan het echt is. Gebruik de bron. Waarom is deze claim een voorbeeld van greenwashing, en niet per se van echte duurzaamheid?

6. Noem één R van de R-ladder die helpt om het Nederlandse doel voor 2050 te halen, en leg uit hoe.

Zilver: Toepassing & Rekenen

7. Leg het verschil uit tussen duurzaam en toekomstbestendig produceren.

8. Wat betekent "groei binnen de grenzen van de planeet"?

9. Hoe hangt het begrip "brede welvaart" uit thema 3 samen met circulaire productie?

10. Geef een argument vóór en een argument tegen het verplicht stellen van modulair ontwerp voor fatbike-accu's.

11. Leg uit waarom "groei binnen de grenzen van de planeet" niet hetzelfde is als helemaal stoppen met groeien.

12. Geef een argument vóór en een argument tegen een wettelijke inleverplicht voor oude fatbike-accu's bij de consument.

Reactie van een fabrikant

> “Volledig circulair produceren kost nu nog te veel geld. Als wij als enige overstappen, worden we simpelweg duurder dan de concurrentie en verliezen we klanten.”
>
> — Directeur van een fatbike-merk

13. Leg uit welk dilemma deze directeur beschrijft, en bedenk een manier waarop de overheid dit dilemma zou kunnen verkleinen.

Goud: Analyse & Evaluatie – de uitdaging

14. Beoordeel: kunnen economische groei en het sparen van de planeet volgens jou samengaan? Onderbouw met het begrip "ontkoppeling".

15. Leg uit waarom toekomstbestendig produceren ook in het eigen belang van een bedrijf kan zijn, los van idealisme.

16. Ontwerp in twee zinnen jouw eigen "fatbike van de toekomst", en benoem welk begrip uit dit thema je daarbij toepast.

Extra rekenopdrachten

Niveau 2F

1. [2F] Een fatbike-accu weegt 3 kg, waarvan 30% kritieke metalen (lithium, kobalt, nikkel) is. Hoeveel kg kritieke metalen zit er in de accu?

Antwoord (kg): _____

2. [2F] Een fabrikant verkoopt 40.000 fatbikes per jaar. 15% daarvan wordt via een product-als-dienst-abonnement verhuurd in plaats van verkocht. Hoeveel fatbikes zijn dat?

Antwoord: _____

3. [2F] Een oude accu bevat 50 gram lithium. Bij recycling wordt 80% teruggewonnen. Hoeveel gram lithium wordt teruggewonnen?

Antwoord (gram): _____

4. [2F] Van de 30 leerlingen in een klas geeft 60% aan dat ze niet weten wat er met hun oude accu's gebeurt. Hoeveel leerlingen zijn dat?

Antwoord: _____

5. [2F] Een circulair ontworpen accu gaat 6 jaar mee in plaats van 3 jaar. Hoeveel procent langer is de levensduur?

Antwoord (%): _____

6. [2F] Een recyclingbedrijf haalt uit 2.000 kg batterijafval 1.800 kg bruikbaar materiaal. Wat is het recyclingpercentage?

Antwoord (%): _____

7. [2F] Een fatbike kost nieuw €1.200. Reparatie van de accu kost €180. Hoeveel procent van de nieuwprijs is de reparatie?

Antwoord (%): _____

8. [2F] In een winkel worden 500 fatbikes verkocht. 60 daarvan hebben een modulaire, repareerbare accu. Welk percentage is dat?

Antwoord (%): _____

Niveau 3F

1. [3F] Een accufabriek gebruikt 1.000 kg lithium. Door eco-design daalt dit eerst met 20%, en het jaar daarna nog eens met 10% van het nieuwe bedrag. Hoeveel kg lithium wordt er dan gebruikt?

Antwoord (kg): _____

2. [3F] Uit 100.000 ingezamelde accu's, met elk 0,08 kg lithium, wordt 50% van het lithium teruggewonnen. Vanaf 2031 moet minimaal 6% van het lithium in een nieuwe accu gerecycled zijn. Hoeveel kg lithium mogen nieuwe accu's in totaal maximaal bevatten, als het teruggewonnen lithium precies die 6% moet vormen? Rond af op hele kg.

Antwoord (kg): _____

3. [3F] Een bedrijf verdeelt zijn 90.000 verkochte fatbikes in de verhouding 5 : 3 : 1 (lineair verkocht : product-als-dienst : gerefurbished tweedehands). Hoeveel fatbikes vallen onder product-als-dienst?

Antwoord: _____

4. [3F] Het grondstoffengebruik van een fabriek stijgt eerst met 8% door meer productie, maar daalt vervolgens met 25% van het nieuwe totaal door circulair ontwerpen. Als het gebruik oorspronkelijk 40.000 kg was, wat is het gebruik nu (afgerond op hele kg's)?

Antwoord (kg): _____

5. [3F] Het maken van een fatbike-accu kost €300; 20% daarvan zijn de kosten van kobalt. De winkel verkoopt de accu voor €450. Door schaarste stijgt de kobaltprijs met 50%, en de fabrikant rekent de extra kosten volledig door in de verkoopprijs. Met hoeveel procent stijgt de verkoopprijs? Rond af op één decimaal.

Antwoord (%): _____

6. [3F] Een recyclingpercentage van 50% stijgt eerst relatief met 20%, en daarna nog eens met 10 procentpunt. Wat is het uiteindelijke recyclingpercentage?

Antwoord (%): _____

7. [3F] Een fatbike-accu kost €300 om te vervangen. Door reparatie in plaats van vervanging bespaart een klant 65% van dat bedrag, maar betaalt daarnaast nog €15 aan reparatiekosten. Wat zijn de totale kosten voor de klant?

Antwoord (€): _____

8. [3F] Een sector gebruikte in 2016 500.000 kg grondstoffen. Net als het Nederlandse doel wil de sector in 2035 15% minder gebruiken dan in 2016. Het gebruik is nu al gedaald tot 460.000 kg. Hoeveel kg moet er nog extra bespaard worden om het doel te halen?

Antwoord (kg): _____

Eindquiz

1. Wat is een lineaire economie?

A. Grondstoffen worden gebruikt om producten te maken die daarna worden weggegooid

B. Een economie waarin alle bedrijven dezelfde producten maken

C. Een economie die elk jaar met precies hetzelfde percentage groeit

D. Producten worden steeds opnieuw gebruikt, gerepareerd en aan het eind gerecycled

2. Wat is het doel van een circulaire economie?

A. Afval zo goedkoop mogelijk verbranden of naar het buitenland sturen

B. Grondstoffen zo lang mogelijk in gebruik houden, zodat er weinig afval ontstaat

C. Alle producten in Nederland maken, zodat er minder vervoer nodig is

D. Zo veel mogelijk nieuwe producten maken, zodat de economie elk jaar zo snel mogelijk groeit

3. Welke strategie staat hoog op de R-ladder, en is dus het beste voor het milieu?

A. Het product recyclen tot nieuwe grondstof

B. Het product verbranden en er energie uit halen

C. Het product helemaal niet nodig hebben (weigeren of beperken)

D. Het product zo snel mogelijk vervangen door een nieuw, zuiniger model

4. Een fatbikemaker ontwerpt een accu die je makkelijk kunt vervangen en repareren. Hoe heet dit?

A. Product-als-dienst

B. Product-als-dienst (leasen)

C. Grondstoffenschaarste

D. Eco-design (herontwerp)

5. Je betaalt per maand voor het gebruik van een fatbike, en de fabrikant blijft eigenaar. Hoe heet dit?

A. Product-als-dienst

B. Grondstoffenschaarste

C. Recycling

D. Eco-design

6. Waarom zijn lithium, kobalt en nikkel kritieke grondstoffen?

A. Ze worden alleen gebruikt voor sieraden en niet voor accu's

B. Ze zijn schaars en belangrijk, en ze komen vaak uit maar een paar landen

C. Ze zijn gevaarlijk en mogen daarom in Europa helemaal niet meer worden gebruikt in producten

D. Ze komen zo veel voor dat ze bijna niets waard zijn

7. Een accu bevat 2 kg lithium. Bij recycling wordt 70% teruggewonnen. Hoeveel lithium is dat?

A. 1,7 kg

B. 0,7 kg

C. 1,4 kg

D. 0,6 kg

8. Welk voorbeeld is een negatief extern effect van weggegooide fatbike-accu's?

A. De fabrikant verdient minder als mensen hun accu repareren

B. De koper moet een nieuwe accu kopen als de oude kapot is

C. De prijs van een nieuwe fatbike stijgt door dure onderdelen

D. Brand in een afvalverwerkingsbedrijf door een beschadigde accu

9. Wat betekent duurzaam produceren?

A. Zo produceren dat ook toekomstige generaties nog genoeg grondstoffen en een leefbare aarde hebben

B. Alleen produceren in Nederland, zodat de productie makkelijker te controleren is

C. Zo goedkoop mogelijk produceren, zodat zo veel mogelijk mensen een product kunnen kopen

D. Zo produceren dat een product precies zo lang meegaat als de garantie die de fabrikant op het product geeft

10. Hoe past circulair produceren bij brede welvaart (thema 3)?

A. Het gaat alleen over welvaart in enge zin: zo veel mogelijk geld verdienen, hier en nu

B. Het houdt rekening met welvaart later en elders, niet alleen hier en nu

C. Het heeft niets met welvaart te maken, alleen met afval

D. Het zorgt ervoor dat het inkomen van iedereen in Nederland stijgt

11. Wat is grondstoffenschaarste?

A. Een grondstof is in de winkel tijdelijk uitverkocht

B. De vraag naar een grondstof dreigt groter te worden dan het aanbod

C. Een land mag geen grondstoffen meer uit de grond halen

D. Een fabrikant gebruikt minder grondstoffen dan vorig jaar

12. Wat houdt de inzamelplicht uit de EU-Batterijverordening in?

A. Consumenten moeten elk jaar een nieuwe accu kopen

B. Accu's mogen alleen nog bij het restafval worden weggegooid

C. Fabrikanten en verkopers moeten oude accu's gratis terugnemen

D. Recyclers moeten accu's eerst een jaar opslaan voordat ze ze verwerken

13. Een accufabrikant vervangt een deel van het kobalt door een minder schaarse grondstof. Hoe heet dit?

A. Substitutie

B. Recover

C. Ontkoppeling

D. Product-als-dienst

14. Wat is sinds oktober 2025 het Nederlandse doel voor het grondstoffengebruik in 2035?

A. De helft minder grondstoffen gebruiken dan in 2016

B. Helemaal geen nieuwe grondstoffen meer gebruiken

C. Evenveel grondstoffen gebruiken als in 2016

D. 15% minder grondstoffen gebruiken dan in 2016

15. Een bedrijf verhuurt fatbikes en blijft zelf eigenaar (product-als-dienst). Waarom wil dit bedrijf dat de fietsen lang meegaan?

A. Omdat het bedrijf zelf moet betalen voor reparatie of een nieuwe fiets

B. Omdat de overheid het bedrijf anders een boete geeft

C. Omdat klanten bij een kapotte fiets meer huur moeten betalen

D. Omdat oude fietsen meer waard worden naarmate ze ouder zijn

Antwoordmodel

Voor de docent: dit hoofdstuk bundelt alle antwoorden bij dit werkboek, zodat het ook als zelfstandige toets of voor zelfcontrole ingezet kan worden.

Eindquiz — antwoordsleutel

1. A
2. B
3. C
4. D
5. A
6. B
7. C
8. D
9. A
10. B
11. B
12. C
13. A
14. D
15. A

Rekenopdrachten — uitwerkingen

Les 8.3

1. Antwoord: 40 gram — 50% van 80 = 0,50 × 80 = 40 gram.
2. Antwoord: 1.080 kg — 90% van 1.200 = 0,90 × 1.200 = 1.080 kg.
3. Antwoord: 3.000 kg — 5.000 × 0,6 = 3.000 kg.
4. Antwoord: 854.000 — 111.000 / 0,13 ~ 854.000 fietsen.
5. Antwoord: 33,3% — (900 - 600) / 900 × 100% ~ 33,3%.
6. Antwoord: 162.500 — 65% van 250.000 = 0,65 × 250.000 = 162.500 accu's.
7. Antwoord: 85.000.000 ton — 15% van 100 miljoen ton = 15 miljoen ton. 100 - 15 = 85 miljoen ton = 85.000.000 ton.
8. Antwoord: 7 leerlingen — 25% van 28 = 0,25 × 28 = 7 leerlingen.
31. Antwoord: 6,67% — Lithium in de ingezamelde accu's: 40.000 × 0,1 = 4.000 kg. Teruggewonnen: 50% = 2.000 kg. Aandeel: 2.000 / 30.000 × 100% ~ 6,67%. Dat is net genoeg voor de eis van minimaal 6% gerecycled lithium vanaf 2031.
32. Antwoord: 1.200 kg — 90% van het kobalt = 1.080 kg. 100% = 1.080 / 0,90 = 1.200 kg. Controle: 0,90 × 1.200 = 1.080 kg.
33. Antwoord: 14.000 accu's — Doel: 51% van 200.000 = 102.000 accu's. Tekort: 102.000 - 88.000 = 14.000 accu's. Ingezameld is 88.000 / 200.000 × 100% = 44%, dus 7 procentpunt te weinig.

Extra rekenopdrachten

Niveau 2F

1. Antwoord: 0,9 kg — 30% van 3 = 0,30 × 3 = 0,9 kg.

2. Antwoord: 6.000 — 15% van 40.000 = 0,15 × 40.000 = 6.000 fatbikes.

3. Antwoord: 40 gram — 80% van 50 = 0,80 × 50 = 40 gram.

4. Antwoord: 18 — 30 × 0,60 = 18 leerlingen.

5. Antwoord: 100% — (6 - 3) / 3 × 100% = 100%.

6. Antwoord: 90% — 1.800 / 2.000 × 100% = 90%.

7. Antwoord: 15% — 180 / 1.200 × 100% = 15%.

8. Antwoord: 12% — 60 / 500 × 100% = 12%.

Niveau 3F

1. Antwoord: 720 kg — 1.000 × 0,80 = 800 kg. Daarna 800 × 0,90 = 720 kg.

2. Antwoord: 66.667 kg — Teruggewonnen: 100.000 × 0,08 = 8.000 kg lithium, waarvan 50% = 4.000 kg. Die 4.000 kg is 6% van het totaal, dus het totaal is 4.000 / 0,06 ~ 66.667 kg. Controle: 6% van 66.667 ~ 4.000 kg.

3. Antwoord: 30.000 — Totaal 9 delen; één deel is 90.000 / 9 = 10.000. Product-als-dienst: 3 × 10.000 = 30.000 fatbikes.

4. Antwoord: 32.400 kg — 40.000 × 1,08 = 43.200 kg. Daarna 43.200 × 0,75 = 32.400 kg.

5. Antwoord: 6,7% — Kobaltkosten: 20% van 300 = €60. Stijging: 50% van 60 = €30. Nieuwe verkoopprijs: 450 + 30 = €480. Stijging: 30 / 450 × 100% ~ 6,7%. De kobaltprijs stijgt 50%, maar de accu maar 6,7%: kobalt is maar een klein deel van de totale prijs.

6. Antwoord: 70% — 50% × 1,20 = 60%. Daarna 60% + 10% = 70%.

7. Antwoord: € 120 — Besparing: 65% van 300 = €195. Resterende kosten zonder reparatiekosten: 300 - 195 = €105. Totaal met reparatiekosten: 105 + 15 = €120.

8. Antwoord: 35.000 kg — Doel: 15% minder dan 500.000 = 500.000 × 0,85 = 425.000 kg. Nu: 460.000 kg. Nog besparen: 460.000 - 425.000 = 35.000 kg.

Oefenbank — modelantwoorden

Les 8.1

1. Leg uit wat een 'lineaire economie' betekent, in je eigen woorden.

Een lineaire economie is een model waarin grondstoffen worden gewonnen, verwerkt tot een product, gebruikt, en na gebruik weggegooid: nemen-maken-weggooien.

2. Noem twee grondstoffen die in een fatbike-accu zitten.

Bijvoorbeeld: lithium, kobalt en/of nikkel.

3. Hoeveel fatbikes rijden er volgens de schattingen in Nederland rond?

Precies weet niemand het: schattingen uit 2025 lopen uiteen van zo'n 150.000 tot een half miljoen. In elk geval honderdduizenden.

4. Wat betekent "nemen-maken-weggooien"?

Het beschrijft de drie stappen van een lineaire economie: grondstoffen nemen, er producten van maken, en ze na gebruik weggooien.

5. Wat is een niet-hernieuwbare grondstof?

Een grondstof die opraakt en niet vanzelf (op mensenschaal) weer aangroeit, zoals lithium of olie.

6. Leg uit waarom een lineaire economie problematisch wordt als er steeds meer fatbikes en andere apparaten met lithium-ion accu's bijkomen.

Omdat er steeds meer nieuwe grondstoffen uit de grond gehaald moeten worden, terwijl de aarde niet oneindig veel lithium, kobalt en nikkel bevat, en er ook steeds meer afval ontstaat.

7. Wat gebeurt er in het lineaire model met een fatbike-accu die na drie jaar versleten is?

De accu wordt weggegooid: bij het restafval, op de stort, of in het beste geval bij de winkel ingeleverd voor recycling, wat lang niet altijd gebeurt.

8. Leg met een voorbeeld uit wat een extern effect is.

Bijvoorbeeld: de milieuschade van het delven van lithium wordt niet doorberekend in de winkelprijs van een fatbike-accu, maar wordt wel door de omgeving of het milieu "betaald".

9. Geef een voorbeeld van een ander product (niet een fatbike) dat volgens het lineaire model wordt gebruikt.

Bijvoorbeeld: een smartphone, een laptop, fastfashion-kleding, of wegwerpverpakkingen.

10. Leg uit waarom recycling van fatbike-accu's de druk op grondstoffenwinning kan verlagen.

Als grondstoffen uit oude accu's worden teruggewonnen en hergebruikt, hoeft er minder nieuwe grondstof uit de grond gehaald te worden voor nieuwe accu's.

11. Waarom is het lineaire model op de lange termijn economisch niet houdbaar?

Omdat grondstoffen eindig zijn: als je ze blijft winnen en weggooien zonder ze te hergebruiken, raken de voorraden op termijn op, terwijl de vraag naar producten (en dus grondstoffen) blijft groeien.

12. Beoordeel: waarom lijkt een wegwerp-accu voor de consument goedkoper dan hij voor de samenleving als geheel eigenlijk is?

Omdat de externe effecten (milieuschade bij winning, CO2-uitstoot, afvalverwerking) niet in de winkelprijs zitten. De consument betaalt dus niet de volledige, "echte" prijs van het product.

13. Leg uit waarom een groeiende fatbikemarkt de druk op kritieke grondstoffen kan vergroten, ook als losse fatbikes zelf niet duurder worden.

Omdat de totale vraag naar grondstoffen groeit naarmate er meer fatbikes (en accu's) verkocht worden, ook al blijft de prijs per fatbike gelijk. Meer volume betekent meer grondstoffengebruik in een lineair systeem.

14. Bedenk één maatregel waarmee een fabrikant het lineaire karakter van zijn fatbike-productie zou kunnen verminderen, en leg uit via welk mechanisme dit zou werken.

Bijvoorbeeld: een inleverbonus voor oude accu's aanbieden, zodat meer grondstoffen worden teruggewonnen in plaats van weggegooid, of accu's modulair ontwerpen zodat ze langer meegaan en minder snel vervangen hoeven te worden.

Les 8.2

1. Leg uit wat een 'circulaire economie' betekent, in je eigen woorden.

Een circulaire economie is een model waarin grondstoffen en producten zo lang mogelijk in de kringloop blijven, door hergebruik, reparatie en recycling, in plaats van weggegooid te worden.

2. Noem drie van de zeven R'en uit de R-ladder.

Bijvoorbeeld: Refuse, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Recycle en/of Recover.

3. Wat is eco-design (herontwerp)?

Een product vanaf de tekentafel zo ontwerpen dat het makkelijk te repareren, uit elkaar te halen en te recyclen is.

4. Wat betekent "Reuse" (hergebruiken) op de R-ladder?

Een product opnieuw gebruiken voor hetzelfde doel, zonder het eerst te bewerken of te repareren, bijvoorbeeld door het tweedehands te verkopen.

5. Noem een voorbeeld van product-als-dienst.

Bijvoorbeeld: Swapfiets, waarbij je een fiets huurt in plaats van koopt, en het bedrijf verantwoordelijk blijft voor onderhoud en reparatie.

6. Leg uit waarom een modulaire accu hoger op de R-ladder staat dan een vastgelijmde accu.

Omdat een modulaire accu gerepareerd kan worden (Repair) door alleen versleten cellen te vervangen, terwijl een vastgelijmde accu vaak in zijn geheel weggegooid moet worden (lager op de ladder, richting Recycle of Recover).

7. Wat is het verschil tussen een lineair en een circulair verdienmodel voor een fabrikant?

Bij een lineair verdienmodel verdient een fabrikant meer als consumenten vaker een nieuw product kopen. Bij een circulair verdienmodel (zoals product-als-dienst) verdient een bedrijf juist bij een lange levensduur, omdat kapotte producten het bedrijf zelf geld kosten.

8. Geef een voorbeeld van product-als-dienst buiten de fatbike-markt.

Bijvoorbeeld: Swapfiets, een wasmachine-abonnement, of het leasen van een laptop.

9. Leg uit waarom "Recover" (verbranden voor energie) de laatste optie op de R-ladder is.

Omdat bij verbranden de grondstoffen definitief verloren gaan; er blijft geen materiaal over om te hergebruiken of te recyclen, alleen energie.

10. Leg uit waarom "Refuse" (weigeren) hoger op de R-ladder staat dan "Recycle".

Refuse voorkomt dat een grondstof of product ooit nodig is, waardoor er helemaal geen milieubelasting ontstaat. Recycle verwerkt een product pas nadat het al gemaakt en gebruikt is, wat altijd nog energie en resources kost.

11. Waarom kan eco-design de kosten van reparatie voor een consument verlagen?

Als een product vanaf het ontwerp al gemakkelijk uit elkaar te halen is, met vervangbare onderdelen, kost een reparatie minder tijd en werk, waardoor de reparatiekosten lager uitvallen dan bij een moeilijk te openen product.

12. Beoordeel: waarom zou een fabrikant vrijwillig kiezen voor een circulair verdienmodel, ook als dit op korte termijn minder omzet uit nieuwe verkopen oplevert?

Bijvoorbeeld: lagere grondstofkosten op de lange termijn, minder afhankelijkheid van schaarse grondstoffen (les 8.3), aantrekkelijker voor klanten die duurzaamheid belangrijk vinden, en aansluiting bij (toekomstige) wetgeving.

13. Leg met het begrip "ontkoppeling" uit hoe een bedrijf kan groeien zonder evenredig meer grondstoffen te gebruiken.

Door circulair te ontwerpen en meer waarde te halen uit dezelfde hoeveelheid grondstoffen (bijvoorbeeld via reparatie, hergebruik en recycling), kan een bedrijf meer omzet of waarde creëren zonder dat het grondstoffengebruik in dezelfde mate meestijgt (relatieve ontkoppeling), of zelfs terwijl het grondstoffengebruik daalt (absolute ontkoppeling).

14. Bedenk één nadeel van de R-ladder-strategie "Refuse" (weigeren) voor een fatbikefabrikant, en één voordeel voor het milieu.

Nadeel: als een fabrikant helemaal stopt met een bepaald product of onderdeel, verliest hij mogelijk omzet en marktaandeel. Voordeel: er worden helemaal geen grondstoffen gebruikt of afval geproduceerd voor dat product of onderdeel, wat de belasting op het milieu het meest beperkt.

Les 8.3

1. Leg uit wat 'grondstoffenschaarste' betekent, in je eigen woorden.

Grondstoffenschaarste is de situatie waarin de vraag naar een grondstof groter dreigt te worden dan het beschikbare aanbod.

2. Welke drie metalen in een fatbike-accu gelden als kritieke grondstoffen?

Lithium, kobalt en nikkel.

3. Wat is het EU-terugwinningsdoel voor lithium uit oude batterijen, eind 2027?

50%.

4. Wat is substitutie?

Het vervangen van een schaarse grondstof door een minder schaarse of makkelijker verkrijgbare grondstof.

5. Waarom wordt kobalt vaak in verband gebracht met risico's rondom mijnbouwomstandigheden?

Een groot deel van de kobaltwinning vindt plaats in landen waar arbeidsomstandigheden en veiligheid in de mijnbouw vaak te wensen overlaten.

6. Leg uit waarom lithium, kobalt en nikkel door de EU als "kritiek" worden bestempeld.

Omdat ze economisch belangrijk zijn (nodig voor accu's van fatbikes, telefoons, laptops en elektrische auto's) én een hoog risico op leveringsproblemen kennen, doordat de winning geconcentreerd is in een klein aantal landen.

7. Wat is een inzamelplicht, en waarom heeft de EU deze ingevoerd?

De wettelijke verplichting voor fabrikanten en verkopers om oude batterijen gratis terug te nemen, ingevoerd om te voorkomen dat waardevolle grondstoffen bij het restafval belanden.

8. Wat is het verschil tussen het EU-terugwinningsdoel voor lithium en dat voor kobalt, koper en nikkel, eind 2027?

Voor lithium geldt een doel van 50%, terwijl voor kobalt, koper en nikkel een hoger doel van 90% geldt.

9. Geef een voorbeeld van substitutie als reactie op grondstoffenschaarste.

Bijvoorbeeld: een accufabrikant gebruikt een accutype met minder kobalt, en vervangt dit gedeeltelijk door een minder schaarse grondstof.

10. Leg uit waarom geconcentreerde winning van een grondstof in slechts een paar landen het risico op schaarste vergroot.

Als er iets misgaat in dat ene land (bijvoorbeeld een conflict, exportbeperking of ramp), valt een groot deel van de wereldwijde aanvoer weg, terwijl er weinig alternatieve bronnen zijn om dat snel op te vangen.

11. Waarom kan een hoger EU-terugwinningsdoel voor een grondstof bedrijven stimuleren om beter te recyclen?

Een wettelijk verplicht doel dwingt bedrijven om te investeren in recyclingtechnieken en inzamelsystemen, ook

als dit uit zichzelf (zonder verplichting) minder snel zou gebeuren.

12. Beoordeel: is recycling volgens jou voldoende om grondstoffenschaarste bij fatbike-accu's op te lossen? Onderbouw met een argument.

Bijvoorbeeld: recycling helpt, maar lost het probleem niet volledig op zolang de vraag naar accu's blijft groeien en recyclingpercentages nog niet op 100% liggen; ook reductie van grondstoffengebruik en langere levensduur blijven nodig.

13. Leg uit waarom de EU fabrikanten via wetgeving verplicht tot terugwinning, in plaats van dit aan de vrije markt over te laten.

Omdat bedrijven zonder verplichting mogelijk niet uit zichzelf investeren in dure recyclingprocessen als dit op de korte termijn geen winst oplevert, terwijl de samenleving als geheel wel baat heeft bij minder grondstoffenschaarste en minder afval (vergelijkbaar met een extern effect).

14. Bedenk een geopolitiek risico dat kan ontstaan door de sterke afhankelijkheid van Europa van geïmporteerde kritieke grondstoffen.

Bijvoorbeeld: een land dat een groot deel van de wereldwijde lithiumwinning beheerst, kan de export beperken of de prijs sterk verhogen, waardoor Europese fabrikanten in de problemen komen of afhankelijk worden van politieke beslissingen van dat land.

Les 8.4

1. Wat betekent duurzaam produceren?

Goederen maken op een manier die de behoeften van nu vervult, zonder de mogelijkheden van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen.

2. Wat is het Nederlandse overheidsdoel voor de circulaire economie in 2050?

Nederland volledig circulair, dus zonder afval.

3. Wat is het Nederlandse tussendoel voor 2035 op het gebied van grondstoffengebruik?

In 2035 15% minder grondstoffen gebruiken dan in 2016. Daarnaast moet minimaal 82% van het afval gerecycled worden en moet minimaal 55% van de grondstoffen duurzaam of gerecycled zijn.

4. Noem een voordeel voor een bedrijf van toekomstbestendig produceren.

Bijvoorbeeld: minder afhankelijkheid van schaarse grondstoffen, en een aantrekkelijker imago bij duurzaamheidsbewuste klanten.

5. Greenwashing betekent: een bedrijf doet zich duurzamer voor dan het echt is. Gebruik de bron. Waarom is deze claim een voorbeeld van greenwashing, en niet per se van echte duurzaamheid?

De claim "100% eco-vriendelijk" is vaag en wordt niet onderbouwd met concrete cijfers, een keurmerk of bewijs. Zonder die onderbouwing weet je niet of het product daadwerkelijk duurzamer is, of dat het bedrijf alleen een groen imago wil uitstralen.

6. Noem één R van de R-ladder die helpt om het Nederlandse doel voor 2050 te halen, en leg uit hoe.

Bijvoorbeeld Repair: een kapotte accu repareren in plaats van weggooien. Dan zijn er minder nieuwe grondstoffen nodig en ontstaat er minder afval.

7. Leg het verschil uit tussen duurzaam en toekomstbestendig produceren.

Duurzaam produceren gaat over het niet schaden van de mogelijkheden van toekomstige generaties. Toekomstbestendig produceren voegt daaraan toe dat het bedrijfsproces zelf ook op de lange termijn stand moet kunnen houden, bijvoorbeeld door niet afhankelijk te zijn van grondstoffen die op termijn opraken.

8. Wat betekent "groei binnen de grenzen van de planeet"?

Economische groei die past binnen de draagkracht van de aarde, doordat grondstoffengebruik en uitstoot niet evenredig meegroeien met de toename in waarde.

9. Hoe hangt het begrip "brede welvaart" uit thema 3 samen met circulaire productie?

Brede welvaart kijkt niet alleen naar geld, maar ook naar milieu en de kansen van toekomstige generaties. Circulaire productie kan de brede welvaart van latere generaties vergroten door minder grondstoffenschaarste en minder afval, ook als dit de welvaart van nu (tijdelijk) iets kan beperken.

10. Geef een argument vóór en een argument tegen het verplicht stellen van modulair ontwerp voor fatbike-accu's.

Vóór: het verlengt de levensduur en vermindert de vraag naar nieuwe grondstoffen. Tegen: het kan de kostprijs verhogen, wat kleinere fabrikanten kan raken.

11. Leg uit waarom "groei binnen de grenzen van de planeet" niet hetzelfde is als helemaal stoppen met groeien.

Het gaat niet om het stoppen van groei, maar om groei die past binnen wat de aarde aankan: door efficiënter en circulair te produceren kan de economie groeien zonder dat het grondstoffengebruik en de uitstoot evenredig meegroeien.

12. Geef een argument vóór en een argument tegen een wettelijke inleverplicht voor oude fatbike-accu's bij de consument.

Vóór: het verhoogt het percentage teruggewonnen grondstoffen. Tegen: het legt extra verantwoordelijkheid en moeite bij de consument, die dit misschien niet altijd nakomt.

13. Leg uit welk dilemma deze directeur beschrijft, en bedenk een manier waarop de overheid dit dilemma zou kunnen verkleinen.

Het dilemma: duurzamer produceren kost meer, maar als slechts één bedrijf dat doet, wordt het duurder dan concurrenten die dat niet doen — dat kan klanten kosten. De overheid zou dit kunnen verkleinen door bijvoorbeeld subsidies te geven op circulaire productie, of door voor alle bedrijven in de sector dezelfde duurzaamheidseisen verplicht te stellen, zodat niemand een oneerlijk prijsvoordeel heeft.

14. Beoordeel: kunnen economische groei en het sparen van de planeet volgens jou samengaan? Onderbouw met het begrip "ontkoppeling".

Er is geen vast antwoord. Een sterk antwoord maakt onderscheid tussen relatieve ontkoppeling (het grondstoffengebruik stijgt minder hard dan de economie) en absolute ontkoppeling (het grondstoffengebruik daalt terwijl de economie groeit). Bijvoorbeeld: groei en de planeet kunnen alleen samengaan bij absolute ontkoppeling, bijvoorbeeld via circulair ontwerpen en efficiëntere productie. Relatieve ontkoppeling is niet genoeg, want dan raken grondstoffen nog steeds op. Of absolute ontkoppeling snel genoeg lukt, is onder economen omstreden.

15. Leg uit waarom toekomstbestendig produceren ook in het eigen belang van een bedrijf kan zijn, los van idealisme.

Omdat een bedrijf dat afhankelijk is van schaarse grondstoffen risico loopt op stijgende kosten, leveringsproblemen en strengere wetgeving. Toekomstbestendig produceren verkleint deze risico's en kan het bedrijf op de lange termijn juist concurrentievoordeel opleveren.

16. Ontwerp in twee zinnen jouw eigen "fatbike van de toekomst", en benoem welk begrip uit dit thema je daarbij toepast.

Bijvoorbeeld: een fatbike met een modulaire, vervangbare accu die je via een abonnement huurt (product-als-dienst), waarbij de fabrikant zelf verantwoordelijk is voor reparatie en recycling van de accu aan het einde van de levensduur (eco-design en de R-ladder).