



PEDAGOGISCHE ACTIVITEITEN



Multimodaal vervoer en impact op de klimaatveranderingen

- > 5e jaar lager
- > 2e secundair
- > Activiteit kan worden opgesplitst in verschillende delen
- > Wiskunde
- > Burgerschap

De fases komen overeen met een complexe situatie van herinvestering.

In deze fiche zijn de belangrijkste competenties opgenomen.

De keuze voor een vervoersmiddel ligt niet altijd voor de hand. Verschillende parameters moeten in aanmerking worden genomen (duur, prijs, vervuiling). Het doel van deze fiche is de leerlingen alle elementen te geven voor een weloverwogen keuze. Ze hebben ook de mogelijkheid na te gaan of het transport CO₂ produceert en bijdraagt aan de klimaatveranderingen.

Menu van de fiche

Fase 1: Aandacht voor de CO₂-productie van motoren

Fase 2: Multimodaliteit en keuze van het meest geschikte vervoersmiddel

Pedagogische doelstellingen

- Begrijpen wat het verband is tussen verplaatsingen en de klimaatverandering
- Leerlingen in staat stellen een keuze te maken op basis van complexe criteria

Materiaal ter beschikking

VERBAND MET BELEXPO



Beschikbaar

- Leerkrachtenfiche
- Leerlingenfiche (1 per leerling)

Te voorzien (per groep)

- 1 theelicht
- 1 confituurpot met deksel
- lucifers (lang) of 1 aansteker (lang)
- Limoen water (wordt verkocht bij speciaalzaken of apotheken)
- 1 rietje
- 1 glas water

VERBAND MET DE EINDTERMEN

Wiskunde

Transversale competenties

- Oplossen, redeneren en argumenteren, raisonner et argumenter

Gegevensverwerking

- Interpretieren van tabellen, grafieken, diagrammen

Burgerschap

- Zich engageren in het sociale leven en de democratische ruimte: rekening houden met de lokale en globale onderlinge afhankelijkheid met betrekking tot het milieu
- autonoom en kritisch denken ontwikkelen: een positie innemen die met argumenten is onderbouwd

Verloop

Inleiding

Uitleg aan de leerlingen over het doel van de activiteit (zie *Doelstellingen*) en de verschillende fasen (zie *Menu*)

Fase 1: Aandacht voor de CO₂-productie van motoren

- De leerkracht stelt de leerlingen vragen over het begrip vervuiling: “waarom zegt men dat een auto vervuult?”

Pupils may refer to the smell or colour of exhaust fumes. De leerlingen zullen het misschien hebben over de geur of de kleur van de uitlaatgassen. In dit stadium is het belangrijk te benadrukken dat CO₂ een GEURLOOS en ONZICHTBAAR gas is.

De leerkracht stelt vragen over wat een motor doet draaien. De noties energie, benzine, aardolie, gas enz. zullen voorkomen in de antwoorden van de leerlingen.



- Onder impuls van de leerkracht stellen de leerlingen elkaar vragen over de uitlaatgassen die vrijkomen wanneer iets wordt verbrand en warmte levert (zoals in een motor).

Hypothese 1: bij verbranding van een koolwaterstof worden gassen uitgestoten.

- Ter controle vraagt de leerkracht aan de leerlingen om in kleine groepjes een experiment uit te voeren.

Experiment 1

- Zet een theelichtje in een confituurpot, steek het aan en sluit de pot met het deksel.
- Onderzoek wat er gebeurt.

=> De vlam gaat al snel flakkeren, wordt kleiner en dooft uit.

Resultaat 1: iets anders dan zuurstof wordt afgegeven, en het is onzichtbaar en geurloos.

Stel klassikaal vragen over het gas dat wordt afgegeven.

- Het begrip CO₂ zal al snel ter sprake komen. Dat is het gas dat we uitademen (vaak 'slechte lucht' genoemd).

Hypothese 2: Het gas dat wordt uitgestoten is CO₂.

- Om te controleren of het uitgestoten gas CO₂ bevat stelt de leerkracht een tweede experiment voor.

Experiment 2

- Blaas (zachtjes) met een rietje in een glas warm water. Het vocht wordt troebel indien er CO₂ aanwezig is.
- Observeer wat er gebeurt.

=> De CO₂ in de lucht maakt het water troebel.

Resultaat 2: De lucht bevat CO₂.

Giet +- 3cm warm water in een bokaal, Zet er een theelichtje in (maar let erop dat het niet nat wordt) en steek het aan. Draai het deksel op de bokaal.

=> De vlam flakkert en dooft uit. Het kalkwater wordt melkachtig.

Conclusion 2: bij verbranding van koolwaterstof komt CO₂ vrij.

Dit experiment wijst op de CO₂ bij een verbranding.

Een stapje verder: sommige leerlingen zullen opmerken dat er een rookontwikkeling is. Dit zijn partikels die worden uitgestoten, en zeker geen CO₂. Een andere observatie: de wanden van de afgesloten bokaal wasemen aan. De verbranding verbruikt namelijk zuurstof (O₂ dat in onze lucht zit) en zet de chemische energie van een koolwaterstof om in warmte. Deze reactie produceert CO₂ en H₂O in gasvorm (waterdamp).

Fase 2 : Multimodaliteit en keuze van het meest geschikte vervoersmiddel

2.1. Reflectie over de vervoersmiddelen

Voor we verder gaan, is het belangrijk dat de leerlingen het principe van de multimodaliteit begrijpen.

- Hiervoor stelt de leerkracht de leerlingen vragen over de verschillende types van vervoersmiddel die bestaan .

- Het werk kan worden gedaan in kleine groepjes, zodat alle leerlingen erbij betrokken zijn.
- De antwoorden worden verzameld en komen op het bord.

Methodologisch steuntje

Om nog een stapje verder te gaan, of voor de oudste leerlingen, kan de leerkracht vragen om te verduidelijken welk type energie gebruikt wordt door de vervoersmiddelen die gevonden zijn, of ze vervuilen of niet en of het gedeeld wordt (zie leerkrachtenfiche).

Het kan nuttig zijn om de leerlingen bewust te maken van het feit dat er niet één manier is om zich te verplaatsen en dat we dus op verschillende manieren naar dezelfde plaats kunnen gaan.

Het is interessant om leerlingen te vragen om een duidelijk onderscheid te maken tussen twee vervoerscategorieën: personen- en goederentransport. Voor het gemak raden we aan om enkel rond personentransport te werken.

2.2. Analyse van het traject naar de tentoonstelling

De leerlingen overlopen samen het traject dat ze hebben afgelegd om naar de tentoonstelling te gaan. Met uitzondering van de kolom Classement vullen ze de lijn Afgelegde traject in (leerlingenfiche 1).

Om de CO₂-uitstoot per leerling te berekenen hebben ze tabel nodig. (leerkrachtenfiche: tabel 2).

2.3. Vergelijking met andere trajecten

- In kleine groepjes bekijken de leerlingen andere trajecten met behulp van een cartografische website (free mapas of een andere toepassing) waarmee men verschillende trajecten kan ingeven en de tijd van het traject schatten.
- Zodra de trajecten zijn vastgelegd vullen ze de tabel in en maken ze de nodige berekeningen. Dankzij de tabel kunnen ze de verschillende mogelijkheden vergelijken.

Voorbeeld van een tabel

Traject	Duur	Prijs / Leerling	CO ₂ -uitstoot / leerling	Klassement
Fiets	20 min	0 €	0 g	1
Te voet	1h55	0 €	0 g	5
Privé autobus	18 min	6 €	142 g	2
Bus + Metro + Te voet		0 €	344 g	4
Tram + Te voet	49 min	0 €	215 g	3
Elk een auto	18 min	2,60 €	1130 g	6

In onderstaand voorbeeld werd de fiets gekozen als vervoersmiddel. Een groot stuk van het traject volgt namelijk de Groene Wandeling en heeft een afgescheiden fietspad.

- Delen van de resultaten en methodes van de groepjes

Methodologisch steuntje

Ook al staat de afstand niet in de tabel van fiche 1, toch is deze info noodzakelijk om de CO2-uitstoot te kunnen berekenen.

Deze activiteit kan natuurlijk ook op andere uitstappen worden toegepast. Hoe groter de afstand, hoe interessanter het experiment.

Voor de jongsten kan het gemakkelijker zijn om:

- het werk tussen de leerlingen te verdelen en in kleine groepjes de berekening te maken (groep 1: traject met de bus, groep 2: tram + wandeling ...)
- het aantal simulaties te beperken. Het is niet zozeer interessant om alle mogelijkheden uit te testen, wel om te begrijpen dat de manier van verplaatsen een impact heeft op de omgeving.

Bij de oudere leerlingen kan de leerkracht de tabel aanvullen en de leerlingen vragen welk type energie gebruikt wordt door de vervoersmiddelen, of ze vervuילend zijn en of ze gedeeld worden (fiche enseignant : tableau 1).

Indien verschillende vervoersmiddelen worden voorgesteld om via eenzelfde traject naar het museum te gaan, houd dan rekening met alle voorstellen. Dat maakt de opdracht nog interessanter.

Voor de jongsten kan de leerkracht de verschillende mogelijke trajecten bepalen..

Om de taak minder complex te maken kan de leerkracht de tarieven van het openbaar vervoer, de prijs van benzine en diesel ... ter beschikking stellen. Omgekeerd kan me de leerlingen naar deze info laten zoeken voor ze aan hun berekening beginnen.

2.4. Keuze van het meest geschikte vervoersmiddel

- De leerkracht vraagt de leerlingen om te stemmen voor het meest geschikte vervoersmiddel in functie van een bepaald criterium (leerkrachtenfiche, tabel 3).
- Bij elke ronde stelt de leerkracht een ander criterium voor. De leerkracht bepaalt het aantal rondes in functie van het aantal criteria dat hij aan bod laat komen. De leerlingen werken per twee.
- Bij elke ronde schrijft de leerkracht de verdeling van de stemmen op het bord.
- Na elke stembeurt kunnen de leerlingen hun keuze toelichten en debatteren.
- Wanneer de leerkracht alle criteria heeft voorgesteld bekijkt de klas de verdeling van de stemmen.
 - “Welke trajecten kregen de meeste stemmen?”
 - Zijn er trajecten die aan meerdere criteria beantwoorden?”
- Als besluit stelt elk duo een slotklassement voor (van het traject dat meest, en het minst geschikt is) en licht toe waarom.

Steuntje

De keuze van een transportmiddel kan gebaseerd zijn op persoonlijke criteria. De keuze die sommigen maken, is niet altijd de juiste voor anderen ... Het is vooral belangrijk om de keuze te verantwoorden door het verband te leggen met wat de leerlingen beleefd hebben tijdens de activiteit en de tentoonstelling.

Indien de leerlingen enkel naar de duur kijken, kan het nodig zijn hen te vragen welke andere criteria meespelen indien meerdere trajecten even lang duren.

De leerkracht kan complexere en 'subjectievere' criteria voorstellen (bijvoorbeeld een traject dat meer ontspanning biedt) om het debat aan te zwengelen.



LEERLINGENFICHE



Enkele hulpmiddelen

Tabel 1

Type	Energy used	CO2 uitstoot	gebruiker
Fiets	Mechanisch	Proper	Individueel
Te voet	Mechanisch	Proper	Individueel
Auto	Fossiele brandstof / Elektrisch	Vervuilend	Individueel / Gedeeld
Bus	Fossiele brandstof / Elektrisch	Vervuilend	Gedeeld
Tram	Elektrisch	Vervuilend	Gedeeld
Metro	Elektrisch	Vervuilend	Gedeeld
Trein	Fossiele brandstof / Elektrisch	Vervuilend	Gedeeld
Motorfiets / Scooter	Fossiele brandstof / Elektrisch	Vervuilend	Individueel / Gedeeld
Autocar	Fossiele brandstof / Elektrisch	Vervuilend	Gedeeld
Boot	Fossiele brandstof	Vervuilend	Gedeeld
Vliegtuig	Fossiele brandstof	Vervuilend	Gedeeld
Taxi	Fossiele brandstof / Elektrisch	Vervuilend	Gedeeld
...

Tabel 2

De milieu-impact van verschillende vervoerswijzen kan sterk verschillen. Wij hebben eerder gezien dat alle motoren CO2 uitstoten en zo bijdragen aan het broeikaseffect (en dus aan de klimaatverandering).

De leerkracht kan onderstaande tabel gebruiken om de milieu-impact van de verschillende beschouwde verplaatsingswijzen te vergelijken.

Type	CO2 / Km / Passenger
Fiets / Te voet	0 g
Metro	20 g
Tram	30 g
Bus	110 g
Trein	26 g
Autocar gevuld voor 50%	32 g
Autocar gevuld voor 100%	16 g
Auto (autosoliste)	190 g
Auto met 2 inzittenden	95 g
Auto met 4 inzittenden	47,5 g

Bron: mivb.be en [Leefmilieu Brussel via http://www.mobiliteitsenquête.irisnet.be](http://www.leefmilieu.brussel.be)

Verdere informatie

Voor de leerkrachten van het middelbaar:

1 ton CO₂ komt ongeveer overeen met:

- 1 enkele reis Brussel/New York met het vliegtuig voor 1 persoon (rekening houdend met de uitgestoten CO₂ en de impact van de andere broeikasgassen, waaronder de witte condensstrepen; H₂O)
- 6 enkele reizen Brussel/Lyon met het vliegtuig voor 1 persoon (rekening houdend met de uitgestoten CO₂ en de impact van de andere broeikasgassen, waaronder de witte condensstrepen; H₂O)
- De verwarming van een appartement gedurende een jaar

Een bol van het Atomium kan 5 ton pure CO₂ bevatten. De CO₂-uitstoot van de gemiddelde Belg komt elk jaar overeen met de inhoud van meer dan 2 bollen van het Atomium. Op schaal van België wordt elk jaar het equivalent van de inhoud van 30 miljoen bollen van het Atomium uitgestoten. Stel je voor: 30 miljoen bollen van het Atomium in de lucht ...

Met welk volume komt 1 kg CO₂ overeen?

1 kg CO₂ = 0,51 m³ (of een kubus met zijden van ongeveer 80 cm)

Details van de berekening:

1. Bereken de molaire massa van de CO₂ = 44 g/mol (CO₂ = 12 g + 2 X 16 g = 44 g)
2. Bereken de hoeveelheid materie 1 kg CO₂ = 22,73 mol (1.000 g / 44 g/mol).
Molair volume = 22,4 liter (normale temperatuur- en drukomstandigheden: 0 °C en 1 atmosfeer)
3. Bereken het volume van 1 kg CO₂ = 22,73 mol × 22.4 liter / mol = 509,2 liter = 0,51 m³

Tabel 3 : voorbeeld van criteria en stemmentabel

Criteria	Stemmen			
	Route 1	Route 2	Route 3	R ...
Het traject dat het snelste zal zijn	6 paren		9 paren	
Het traject die het minst duur is	2 paren	3 paren		10 paren
Het traject die het minst CO ₂ genereert				
Het traject waarbij we het veiligste zullen zijn				
Het traject die het minst ruimte in de stad in beslag zal nemen				
Het traject die de geluidshinder het meest zal verminderen				
Het traject die ons het meest zal laten ontspannen				
...				



LEERKRACHTENFICHE



Trajecten: vergelijkingen

Traject	Duur	Prijs/leerling	CO2-uitstoot/leerling	Klassement
Afgelegde traject				

Andere trajecten	Duur	Prijs/leerling	CO2-uitstoot/leerling	Klassement