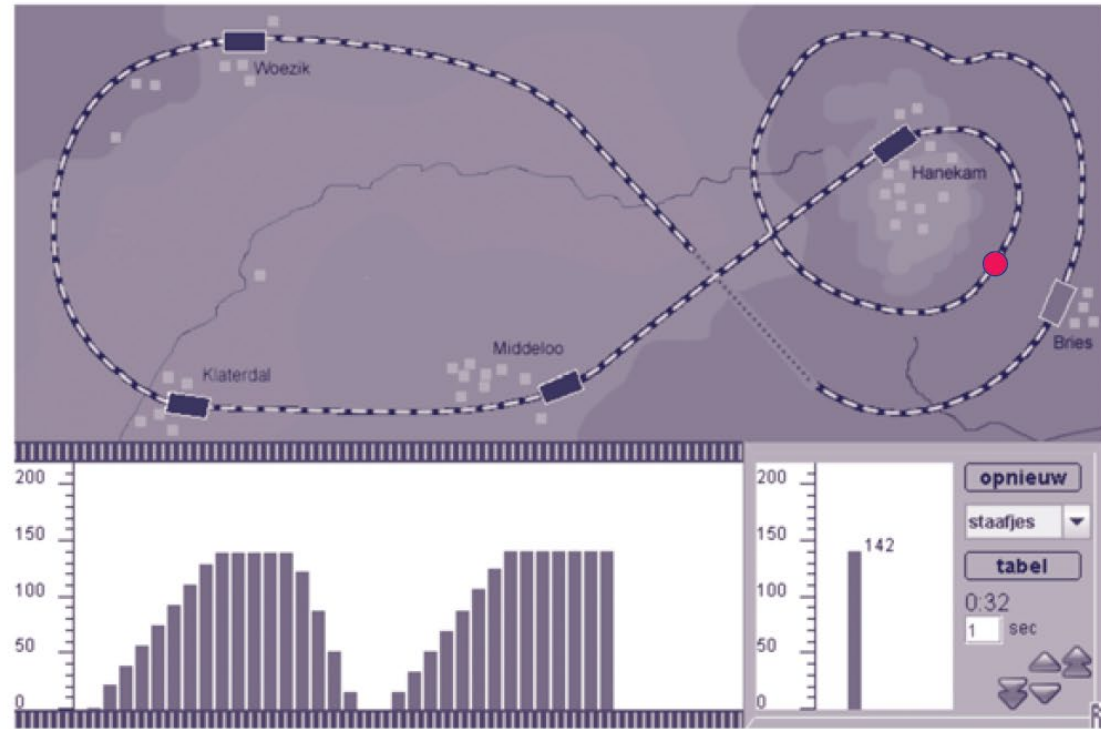


MODELLEN: HEFBOMEN VOOR KRITISCH DENKEN

WND 2025

Zeger-jan Kock

Leren voor morgen: Redeneren met modellen en variabelen

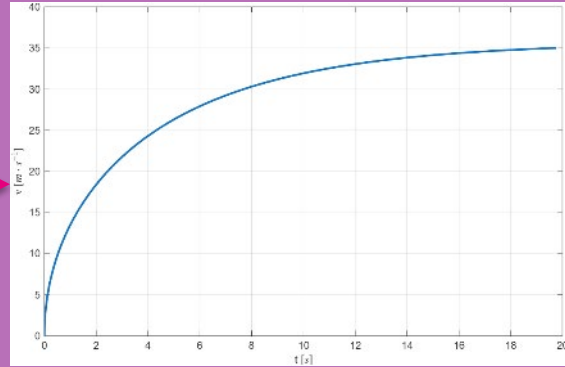


figuur 3.
De Treinmachinist.

(activiteiten met)
Modellen



Kritisch denken

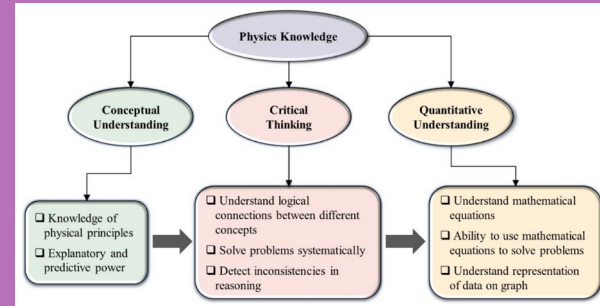


Een natuurlijke combinatie

Kritisch denken

Generiek?

Domeinspecifiek?



Beide?

Siddiqui, S. (2022). Categorized and Correlated Multiple-Choice Questions: A Tool for Assessing Comprehensive Physics Knowledge of Students. *Education Sciences*, 12(9), 575. <https://doi.org/10.3390/educsci12090575>

2020

Contributions from Science Education Research 7

Laurence Viennot
Nicolas Décamp

Developing Critical Thinking in Physics

The Apprenticeship of Critique

 Springer

2022

Professional

Critical Thinking in the Physics Curriculum



Blaine Baker

 AAPT
Association
of
Physics
Teachers

 AIP
Publishing

scitation.org/books

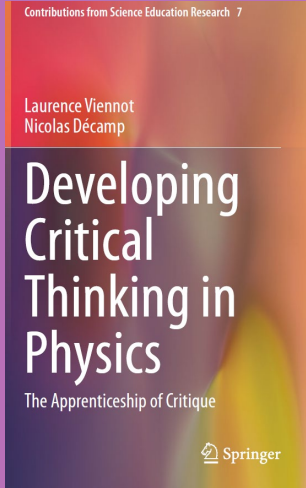
2025

Contemporary Trends and Issues in Science Education 64

Antonio Joaquín Franco-Mariscal *Editor*

Critical Thinking in Science Education and Teacher Training

Kritisch denken in de natuurkunde



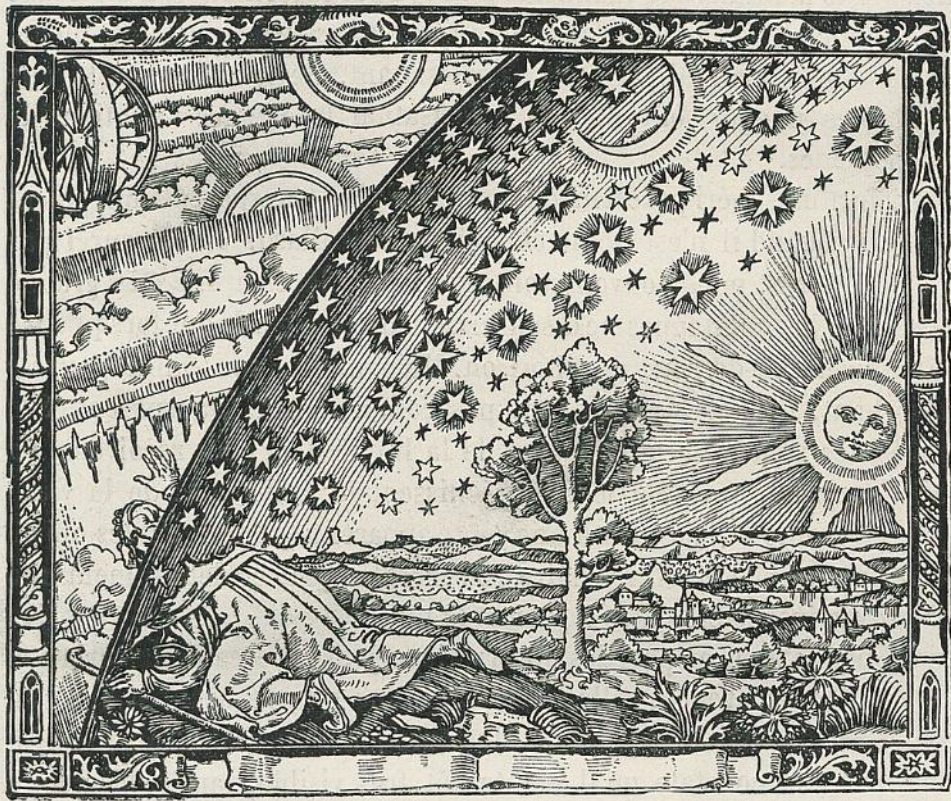
Wat is het?

- Vragen stellen:
- Is het wel zo?
- Waarom dit geloven?
- Alternative verklaringen?
- Beperkingen?
- Tegenstrijdigheden?

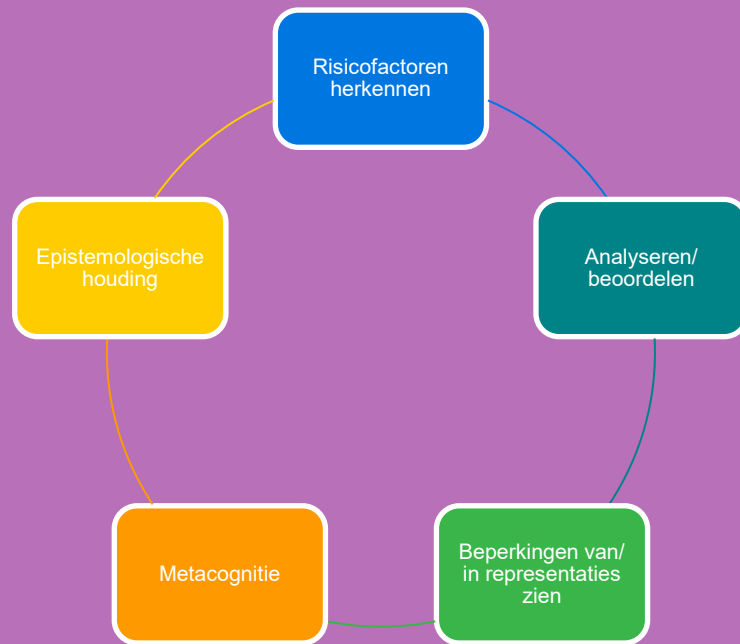


Waarom nuttig?

- Begrip verdiepen
- Foutief begrip vermijden
- “wetenschappelijke geletterdheid”
- Zelfstandig leren denken



Componenten van kritisch denken





Picture: bbc.com

Voorbeeld Viennot:

Imagine you read the following text about a freefall parachute jump from high altitude in a popular magazine:

“...he will be equipped with a pressurised suit similar to those used by astronauts, but adapted to resist extremely low temperatures below 110 Kelvin and equipped with a parachute. He will reach an altitude of 40,000 meters in about three hours, aboard a capsule, which is also pressurised, attached to a helium balloon.

...

The duration of the jump is about six minutes and twenty five seconds. In the absence of an atmosphere, he will pass the speed of sound (1067 kilometers/hour) about thirty seconds after his departure in a vertical position.”

**Kritisch denken
over
kritisch denken**

Henri Pettersson

REASON TO BELIEVE

THE PROSPECTS AND LIMITATIONS OF CRITICAL
THINKING AS AN EDUCATIONAL IDEAL

E
SCIENTIAE RERUM
SOCIALIUM

Kritisch denken - Ideaal

Onbevooroordeelde rationaliteit

argumenten beoordelen,
bewijskracht inschatten,
conclusies trekken

“Kritische geest”

openheid, eerlijkheid, moed,
liefde voor waarheid, bereid
eigen overtuigingen te herzien



Film: Bugonia (Yorgos Lanthimos)

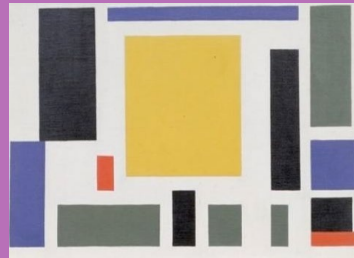
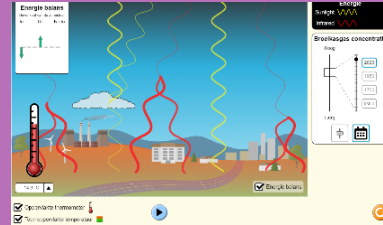
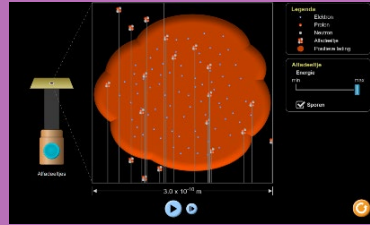
<https://www.youtube.com/watch?v=GH91vW9HAKk>

Grenzen

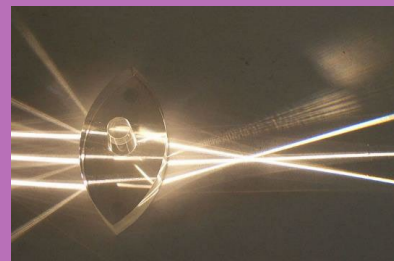
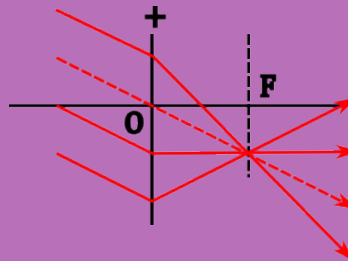
1. Beperkte rationaliteit (bounded rationality)
2. Bias (cognitief, affectief)
3. Onderwijs helpt maar beperkt
4. Contextgebonden beperkingen

Modellen: “Scientists use models to represent aspects of the world for specific purposes” (Giere, 2004, p 742).

Abstractie en idealisatie



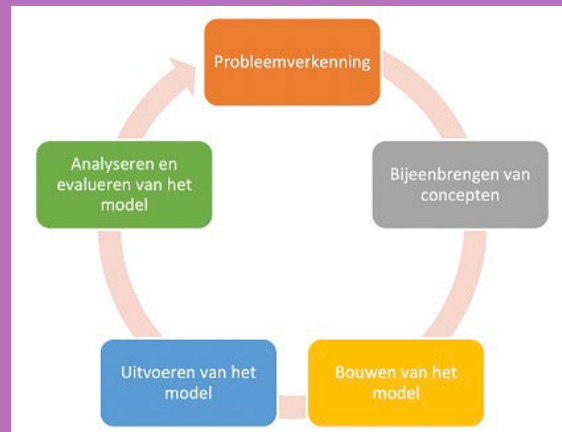
Aannamen, vereenvoudigingen



Modellen gebruiken



Modelleercyclus



Kritisch denken

Waarom dit geloven?

Alternatieven?
Aannamen
Beperkingen?

Modelleren met AI

Voorbeeld 1, vallen met wrijving

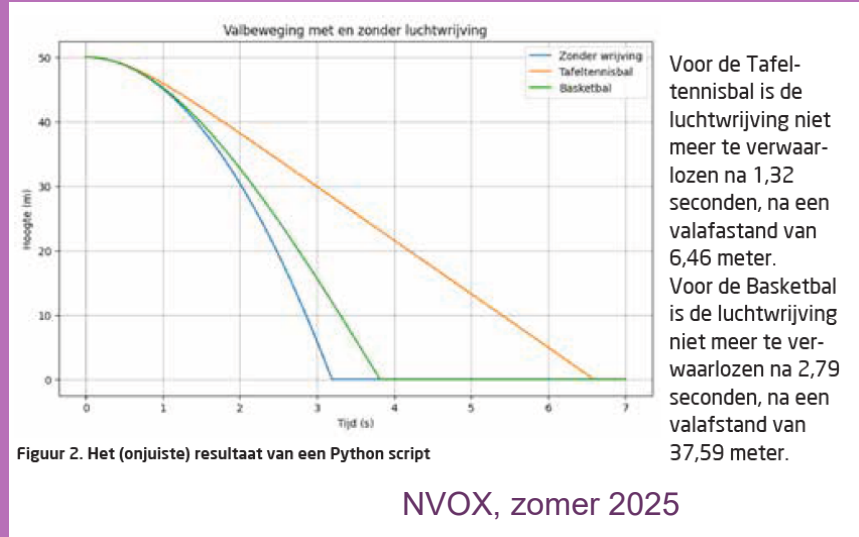
Google Colab

DIDACTIEK

Zeger-Jan Kock en Joost van Buchem / Fontys Educatie

Generatieve AI als hulp bij computermodelleren

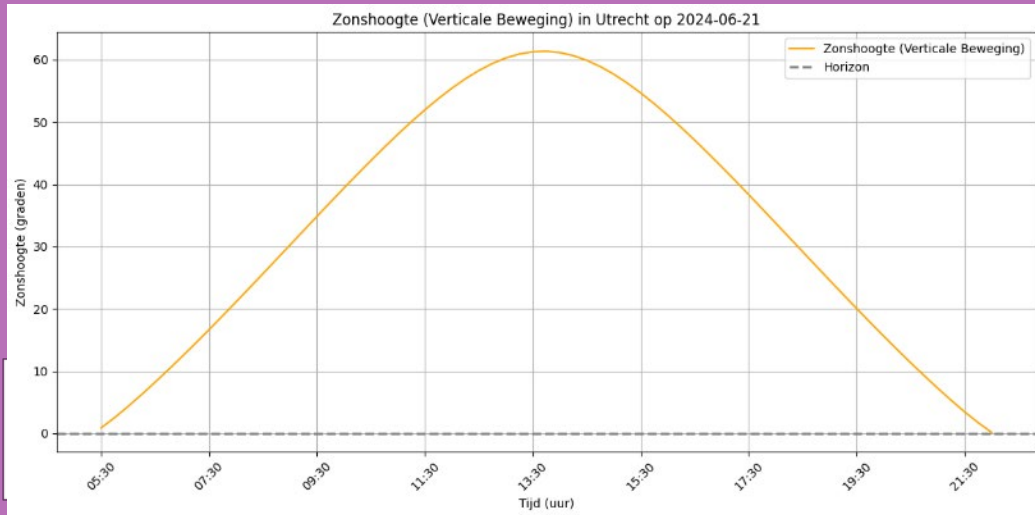
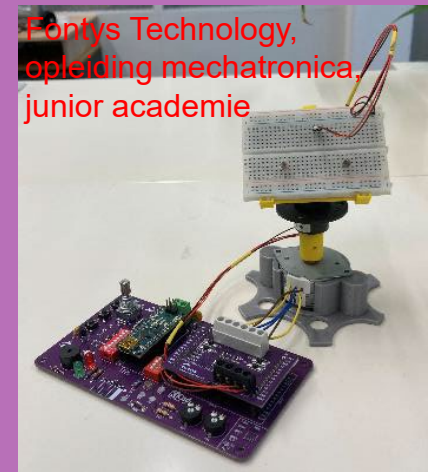
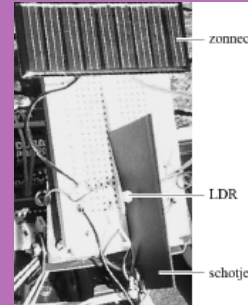
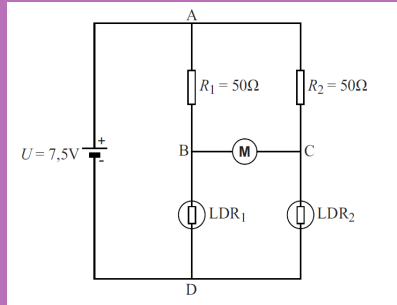
Modellen zijn essentieel in de natuurkunde om verschijnselen te beschrijven en te verklaren, voorspellingen te doen en beslissingen te nemen (SLO, 2025). Om in de tijd variërende verschijnselen te modelleren maakt men computermodellen waarin via een numerieke methode differentiaalvergelijkingen worden opgelost. Generative Artificial Intelligence (GAI) kan helpen bij het maken van deze computermodellen.



Een pingpongbal, een voetbal en een bowlingbal worden van een hoge toren geworpen en vallen met wrijving naar de grond. Schrijf een script dat in één grafiek hun val toont en bepaal in het script voor elk voorwerp wanneer de luchtweerstand niet meer te verwaarlozen is.

Voorbeeld 2: zonnevolger

Eindexamenvraag 2017



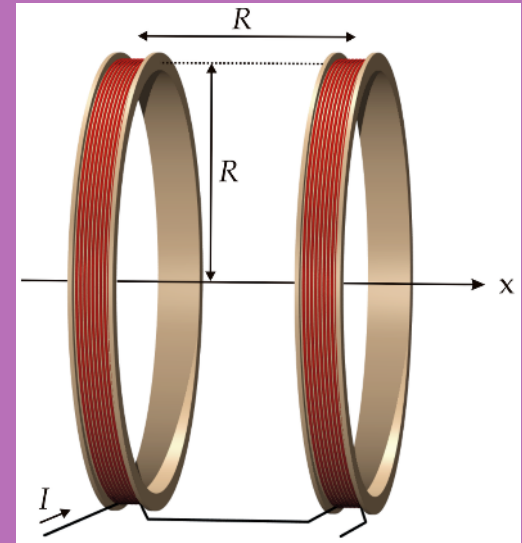
Een zonnepaneel draait in de loop van de dag met de zon mee, zowel in het horizontale als in het verticale vlak, om optimaal op de zon gericht te zijn. Voor een zomerse dag, schrijf een Python script dat de beweging **in het verticale vlak** gedurende de dag berekent en grafisch weergeeft.

Voorbeeld 3. Helmholtz spoelen

Genereer een script dat het magnetisch veld loodrecht op de centrale as van twee Helmholtz spoelen weergeeft, afhankelijk van de afstand vanaf de centrale as.

Colab/Gemini bronnen

- taakbeschrijving en plan.
- Python-bibliotheken: numpy; scipy.special voor elliptische integralen; matplotlib.pyplot voor plot.
- Natuurkundig: standaardformules voor Helmholtz afgeleid Biot-Savart en Maxwellwetten; uit standaardwerken elektromagnetisme en technische fysica.



Voorbeeld 3: Helmholtz spoelen

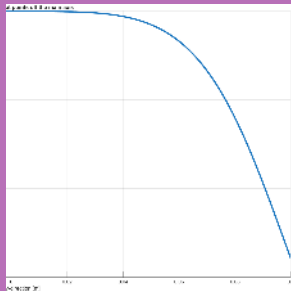
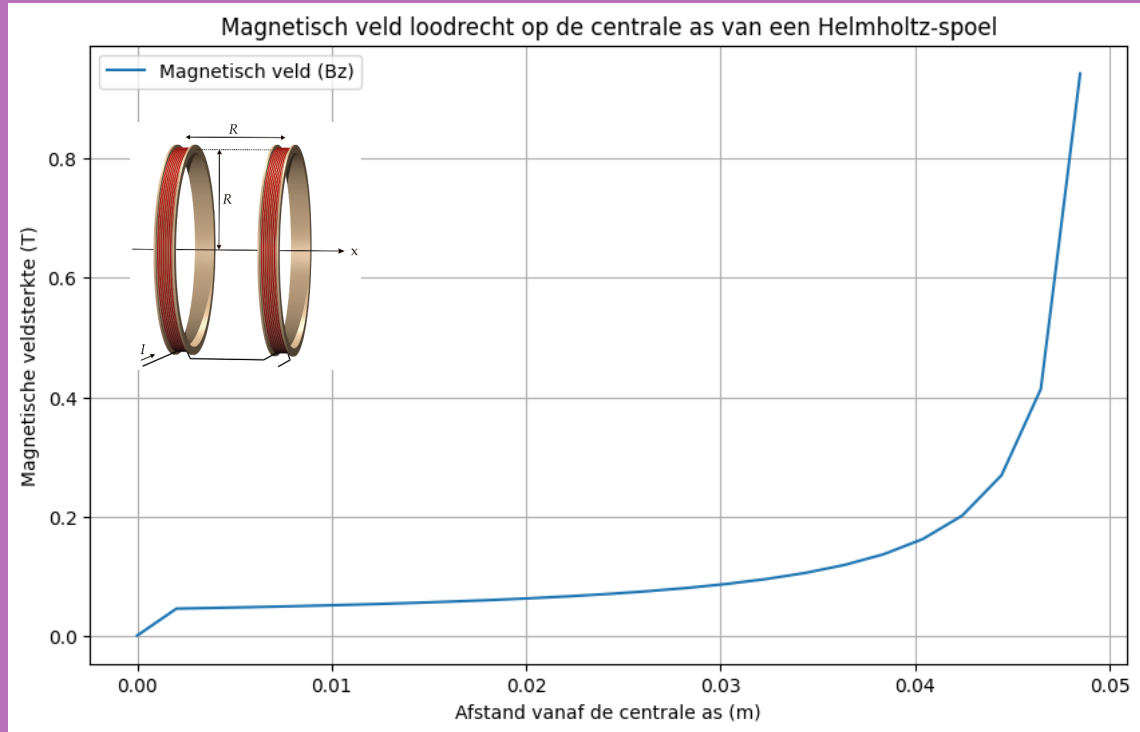
Kan niet kloppen.

Aannamen CoLab:

$I = 1.0$ # Stroom in Ampère

$N = 100$ # Windingen per spoel

$R = 0.1$ # Straal spoel in m

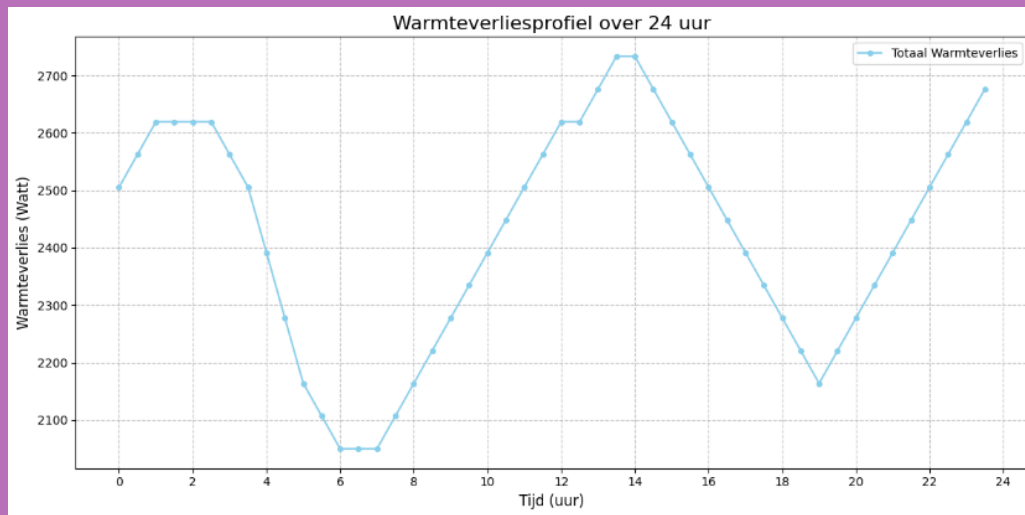


Voorbeeld 4: warmteverlies

Maak een Python programma dat voor een winterse dag in Nederland op elk half uur gedurende een etmaal het warmteverlies van een klein vrijstaand huis (bungalow) berekent en in een grafiek zet.

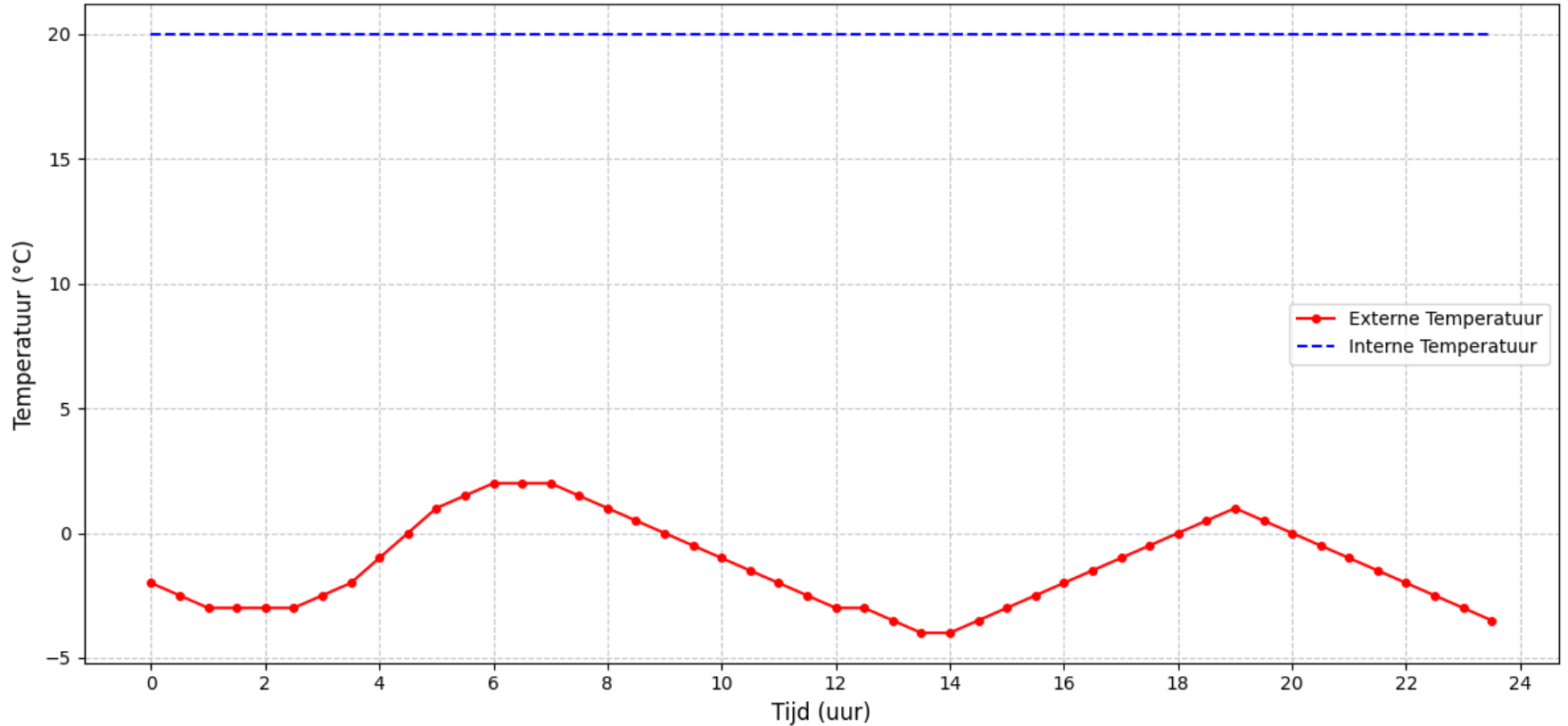


Luc., CC BY-SA 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>



Ligt niet voor de hand.

Temperatuurprofielen over 24 uur



- Model aanpassen.
- Bij gegeven volume, wanneer kleinste verlies (vergelijk ontwerpen..)

Kritisch denken over modelresultaten en beschrijving (+code)

Vergelijken en contrasteren

Met verwachtingen,
theorie, realiteit,
ander model

Inschatten

Beperkingen,
Bruikbaarheid resultaat
Effect van aannamen

Kritisch denken en (AI) modellen



Controleren

- Aanpak / resultaten



Corrigeren

- Code aanpassen
- Prompt aanpassen



Gebruiken

- Variabelen wijzigen
- “Adviseren”



Uitbreiden

- Nieuwe vragen beantwoorden

Leerlingen..? What's in it for them?

Competentie

Focus vooral inhoud, minder
op programmeren
Toch ook naar code kijken



Autonomie

Eigen invulling
opdracht

Relatie

Geschikt voor (kleine) groepjes,
Terugkoppeling klassengesprek

Denk ook aan:

- Didactisch contract
- Toetsing

Activiteiten met modellen



Aanleiding tot kritisch denken.



AI tools mogelijk als programmeerhulp



Controleren, aanpassen, gebruiken, uitbreiden

Dank voor de aandacht!