MENS OF MACHINE: WIE VERTELT HET WEER VAN MORGEN?

Over de ontwikkeling van weer- en klimaatcommunicatie in de toekomst



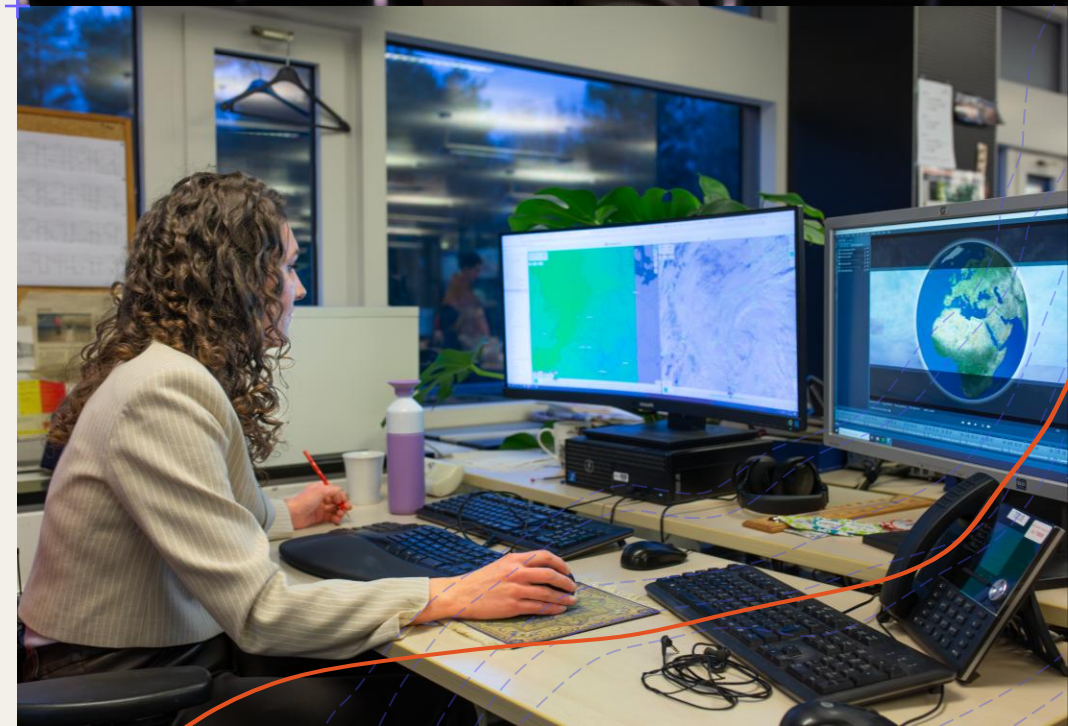
EVEN VOORSTELLEN

Studie Bodem, Water Water, Atmosfeer en Earth & Environment aan de WUR (2015-2021)

Meteoroloog in de weerkamer bij Infoplaza (sinds 2019)

Weerpresentator bij de NOS (sinds 2023)





MIJN EERSTE KENNISMAKING MET AI IN DE METEOROLOGIE

- Geen ChatGPT toen ik studeerde
- Skew-T's met kleurpotloden, krijtborden
- Fluid dynamics in de praktijk
- Eerste AI-based pas later in de weerkamer
- Scepsis bij collega's



THE WEATHER.

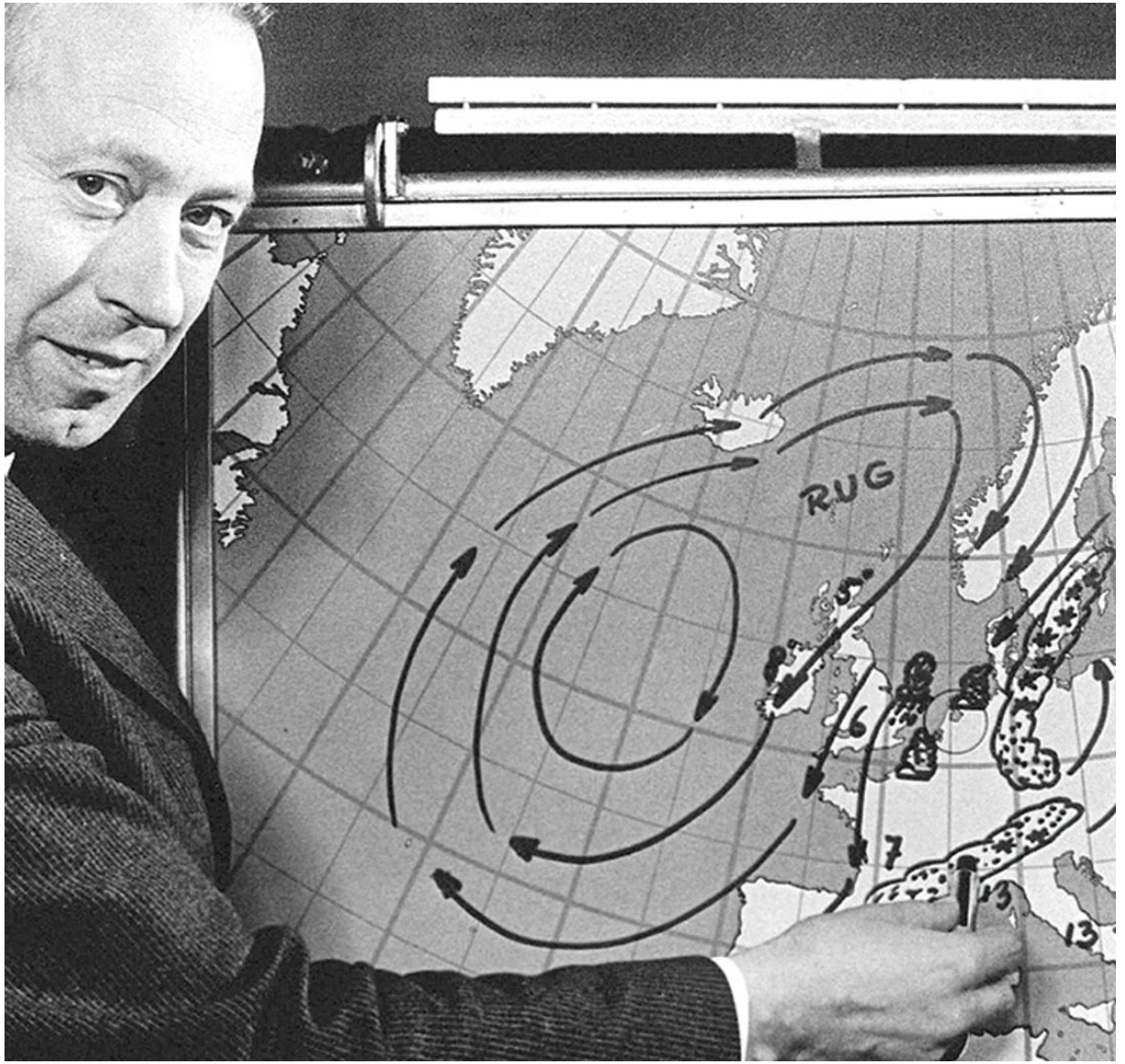
METEOROLOGICAL REPORTS.

Wednesday, July 31, 8 to 9 a.m.	B.	E.	M.	D.	F.	C.	I.
Nairn	29·54	57	56	W.S.W.	6	9	o.
Aberdeen	29·60	59	54	S.S.W.	5	1	b.
Leith	29·70	61	55	W.	3	5	c.
Berwick	29·69	59	55	W.S.W.	4	4	c.
Ardrossan . ..	29·73	57	55	W.	5	4	c.
Portrush	29·72	57	54	S.W.	2	2	b.
Shields	29·80	59	54	W.S.W.	4	5	o.
Galway	29·83	65	62	W.	5	4	c.
Scarborough ..	29·86	59	56	W.	3	6	c.
Liverpool	29·91	61	56	S.W.	2	8	c.
Valentia	29·87	62	60	S.W.	2	5	o.
Queenstown ..	29·88	61	59	W.	3	5	c.
Yarmouth	30·05	61	59	W.	5	2	c.
London	30·02	62	56	S.W.	3	2	b.
Dover	30·04	70	64	S.W.	3	7	o.
Portsmouth ..	30·01	61	59	W.	3	6	o.
Portland	30·03	63	59	S.W.	3	2	c.
Plymouth	30·00	62	59	W.	5	1	b.
Penzance	30·04	61	60	S.W.	2	6	c.
Copenhagen ..	29·94	64	—	W.S.W.	2	6	c.
Helder	29·99	63	—	W.S.W.	6	5	c.
Brest	30·09	60	—	S.W.	2	6	c.
Bayonne	30·13	68	—	—	—	9	m.
Lisbon	30·18	70	—	N.N.W.	4	3	b.

General weather probable during next two days in the—
North—Moderate westerly wind ; fine.
West—Moderate south-westerly ; fine.
South—Fresh westerly ; fine.

Explanation.

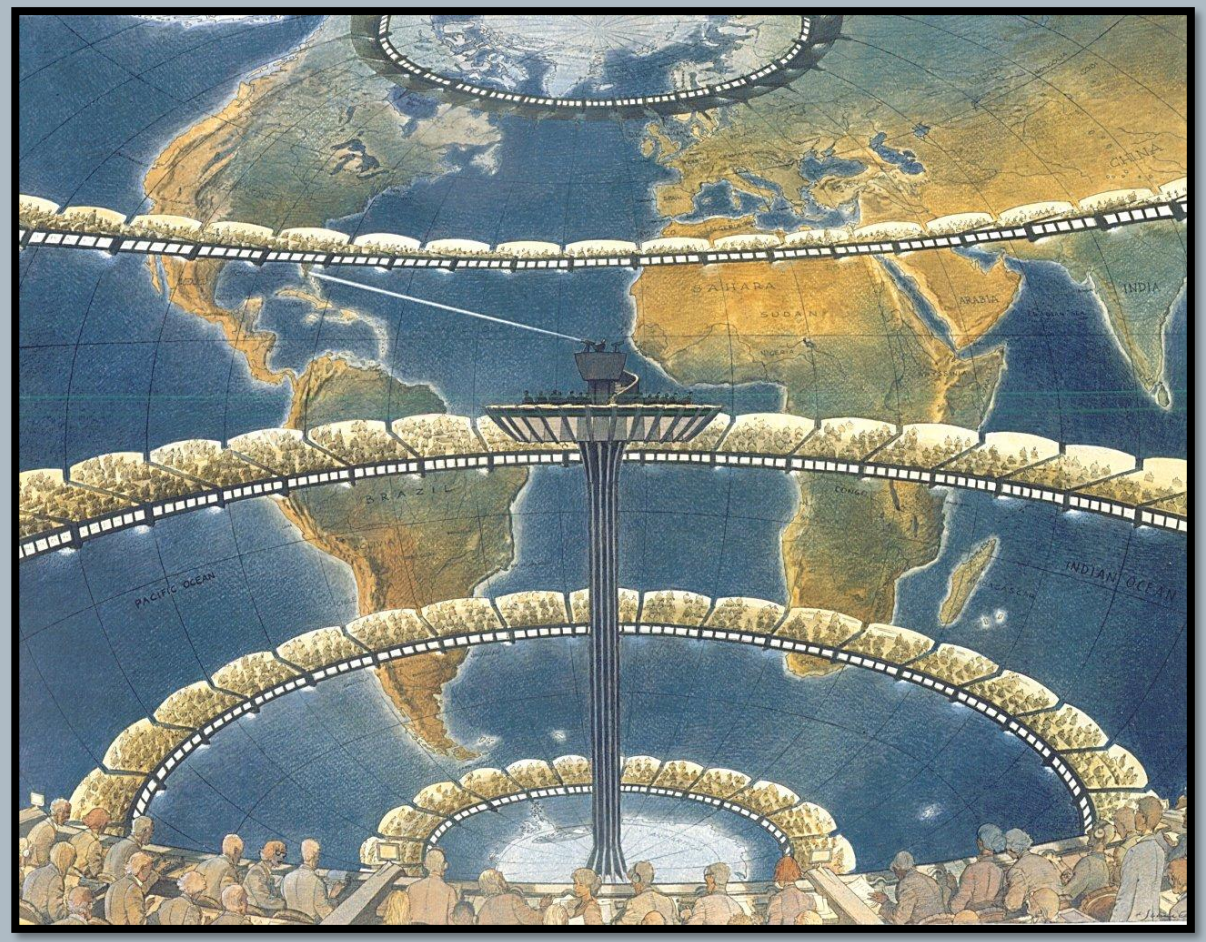
B. Barometer, corrected and reduced to 32° at mean sea le
each 10 feet of vertical rise causing about one-hundredth of an
diminution, and each 10° above 32° causing nearly three-hundre
increase. E. Exposed thermometer in shade. M. Moistened
(for evaporation and dew-point). D. Direction of wind (tr
two points *left* of magnetic). F. Force (1 to 12—estimated).
Cloud (1 to 9). I. Initials :—b., blue sky ; c., clouds (detac
f., fog ; h., hail ; l., lightning ; m., misty (hazy) ; o., overcast (d
r., rain ; s., snow ; t., thunder. S. Sea disturbance (1 to 9).





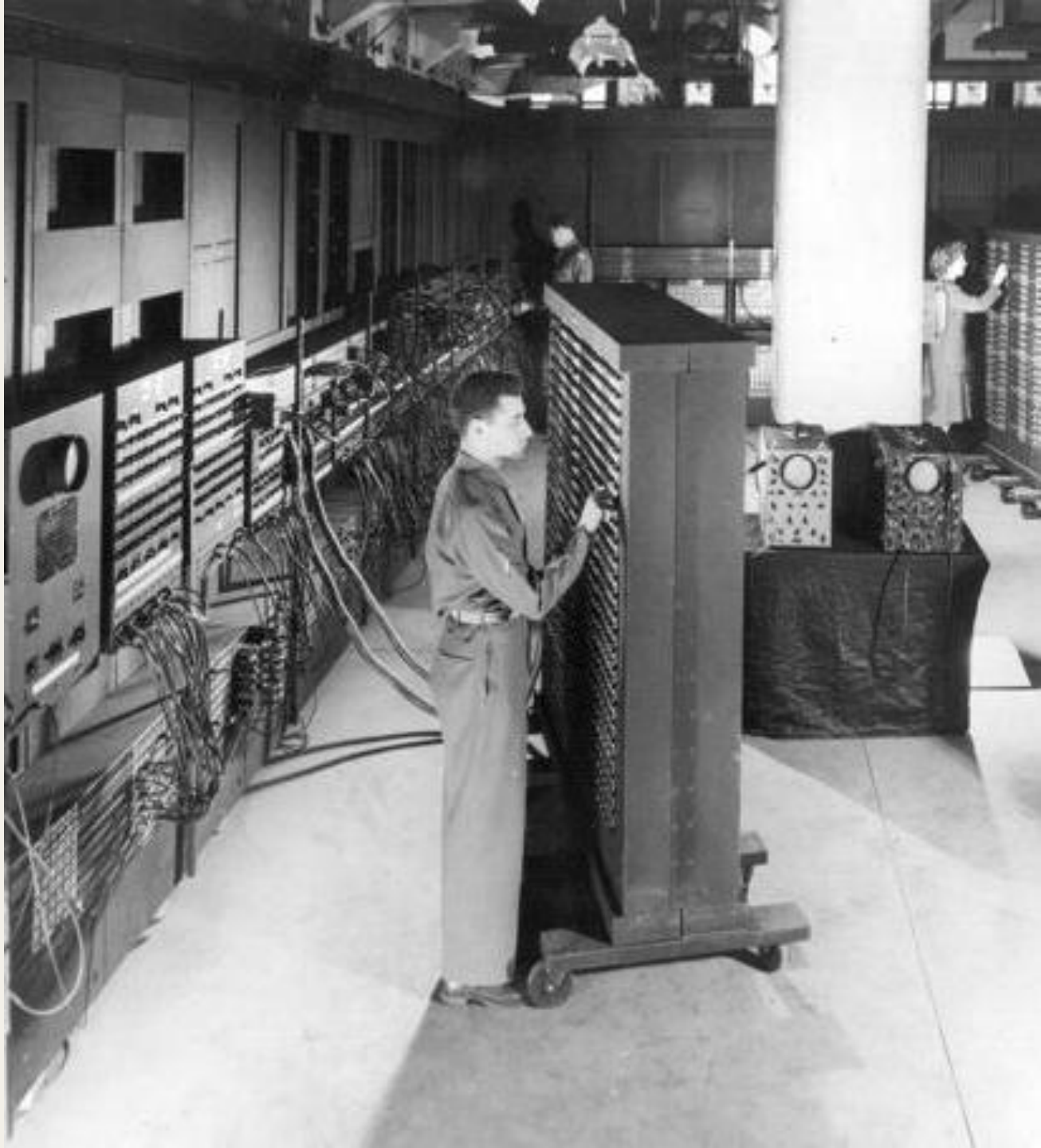
THE FORECAST FACTORY

- Lewis Fry Richardson
- Boek in 1922: Weather Prediction by Numerical Process
- **64.000 mensen** om wiskundige en natuurkundige vergelijkingen met de hand op te lossen
- Of **één krachtige computer**



DE EERSTE RUN IN 1950

- John von Neumann, Jule Charney, Arnt Eliassen, Ragnar Fjørtoft
- Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC)
- Simpele versie van "primitive equations"
- **Modelleren van luchtdrukverandering** over Noord-Amerika in een etmaal
- Totale duur: 24 uur
- Resolutie: 700 km



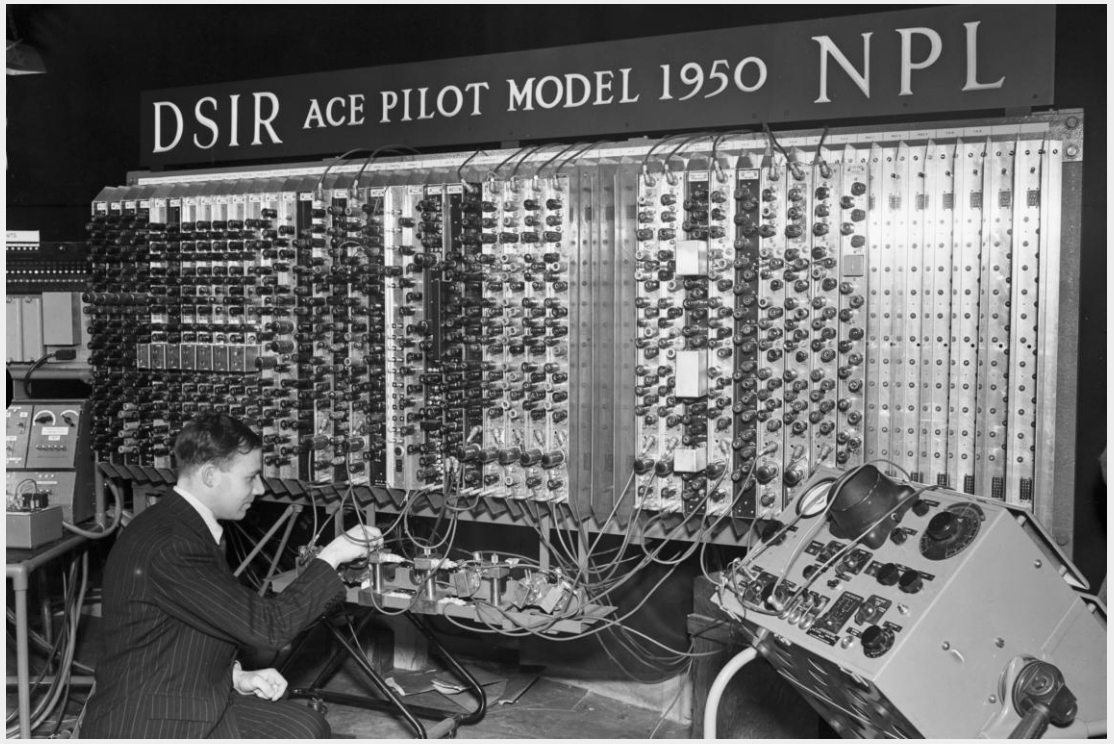
OOK IN DE JAREN 50

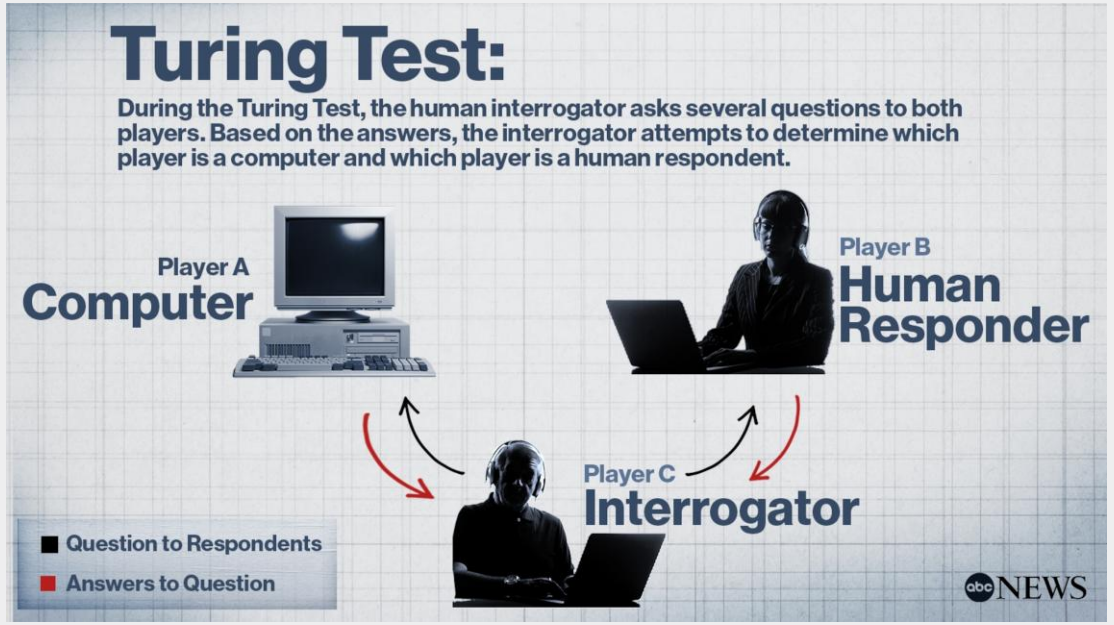
- **Kan een machine denken?**
  - Alan Turing

A computer is capable of "thought" if its output is so convincing that a person interacting with it couldn't distinguish its answers from those of a real human.

- Turing Test
- Machines laten leren van ervaringen
- Basis van moderne Machine Learning en Artificial Intelligence

One day machines might be able to teach one another.





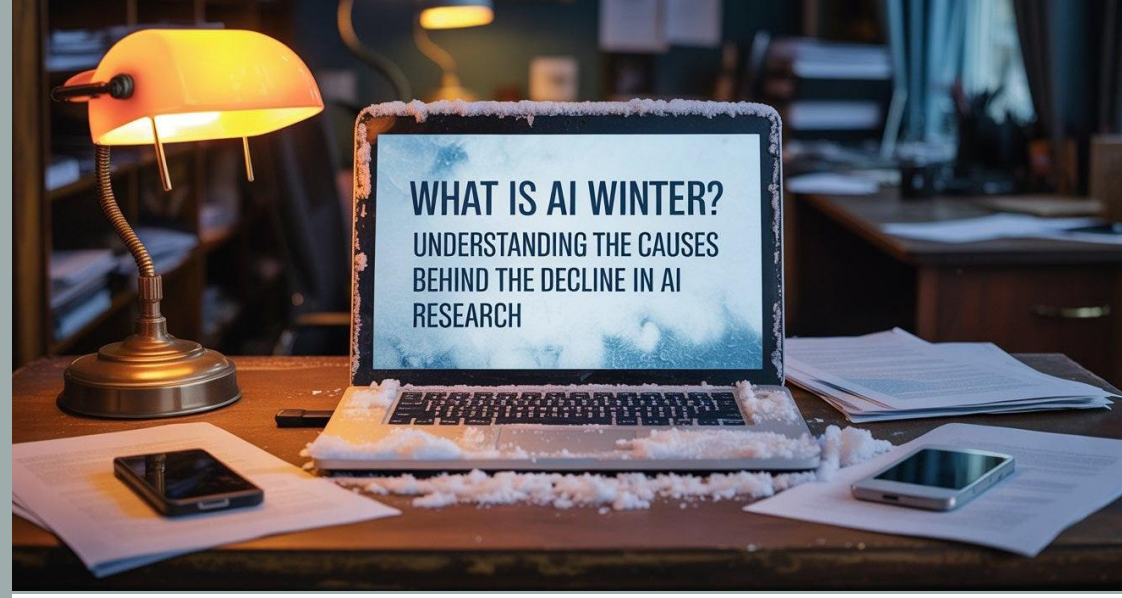
DARTMOUTH CONFERENCE, 1956

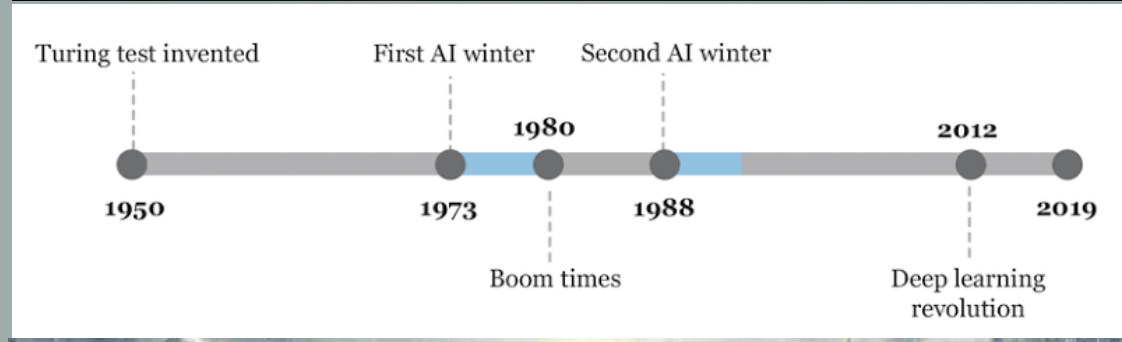
- Groep wetenschappers overtuigd van de potentie
- Hoe kunnen machines menselijke intelligentie nabootsen?
- Dachten het in **één zomer** op te lossen
- Eerste keer gebruik van het woord Artificial Intelligence (AI)



FASES VAN STILSTAND IN AI WINTERS

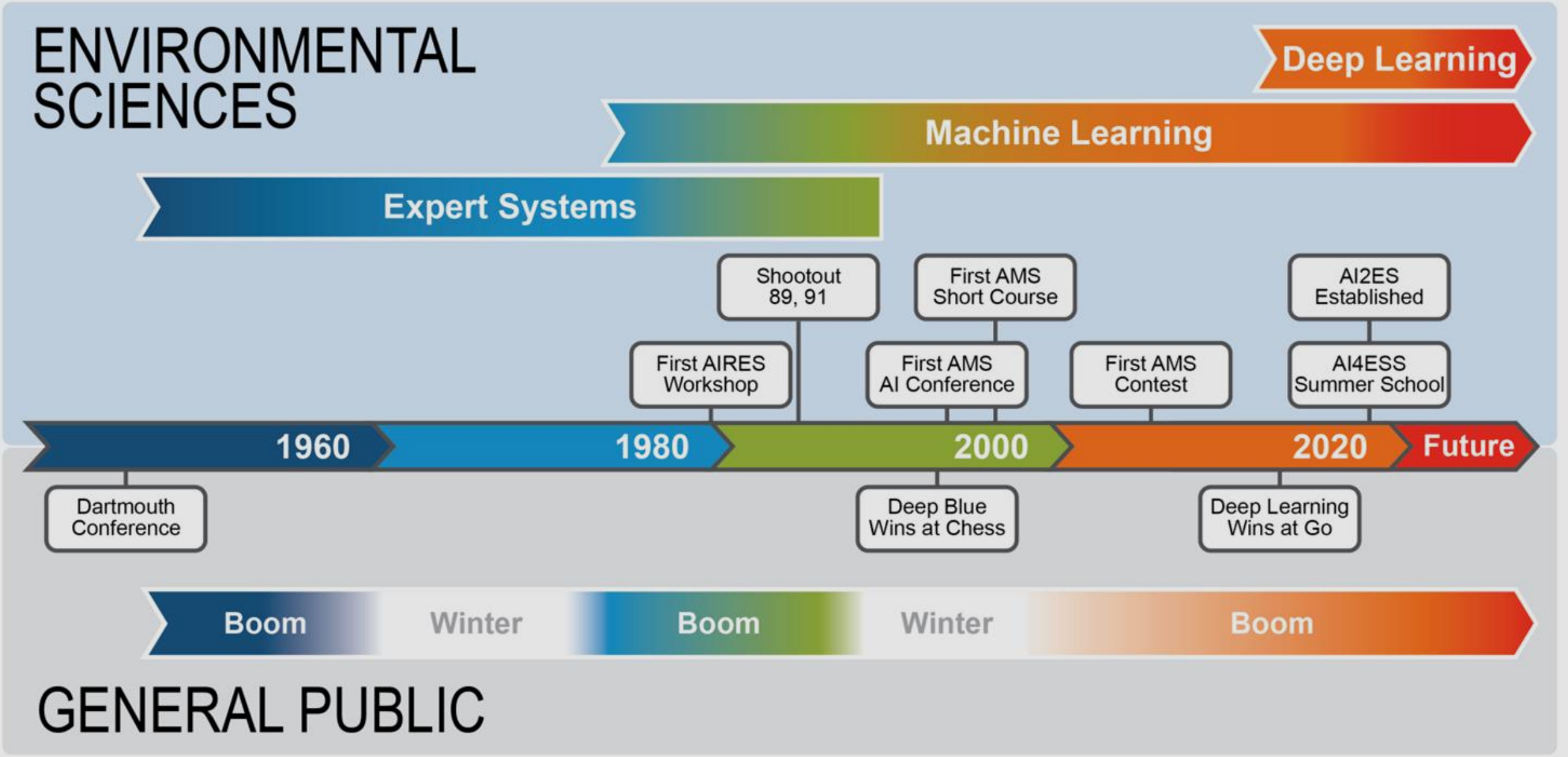
- Voortgang voldeed niet aan de (hoge) verwachtingen
- Gebrek aan geld
- Computers niet krachtig genoeg







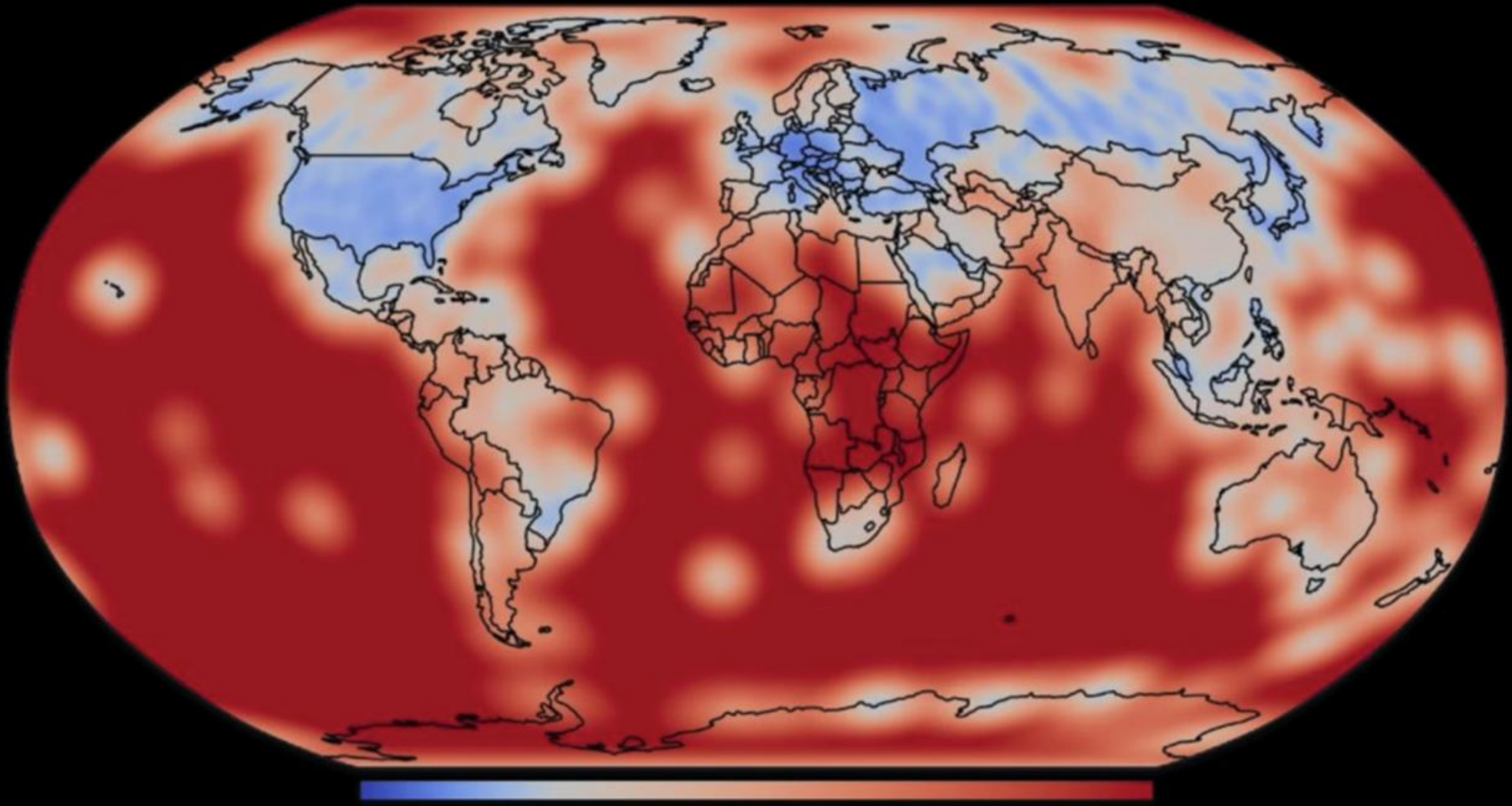
AI TIMELINE


ENVIRONMENTAL SCIENCES
Deep Learning
Machine Learning
Expert Systems
Shootout 89, 91
First AMS Short Course
AI2ES Established
First AIRES Workshop
First AMS AI Conference
First AMS Contest
AI4ESS Summer School
1960
1980
2000
2020
Future
Dartmouth Conference
Deep Blue Wins at Chess
Deep Learning Wins at Go
Boom
Winter
Boom
Winter
Boom
GENERAL PUBLIC

GIVE ME THE POSITIONS AND VELOCITIES OF ALL THE PARTICLES IN THE UNIVERSE AND I WILL PREDICT THE FUTURE

Uitspraak van wiskundige Pierre-Simon Laplace

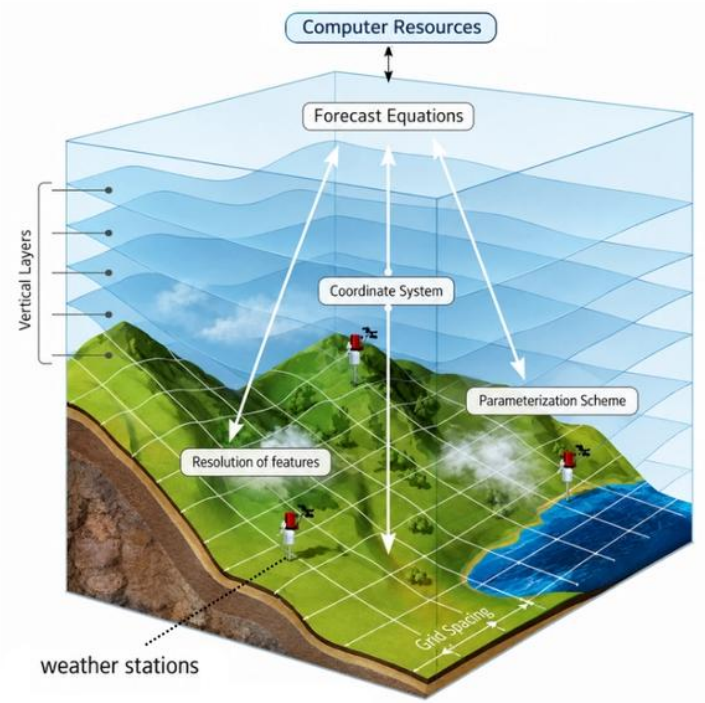
Most of the planet lacks in-atmosphere observations



DE ATMOSFEER IN EEN COMPUTER NABOOTSEN

- Analyse met **numerieke weermodellen**
- Berekenen van beginpositie met **waarnemingen**, maar ook **aannames**
- Verder rekenen in de tijd per vakje met geprogrammeerde **atmosferische vergelijkingen**
- **Krachtige supercomputers**
- Enorme ontwikkeling in de laatste decennia
- Een **paar modelruns per dag**

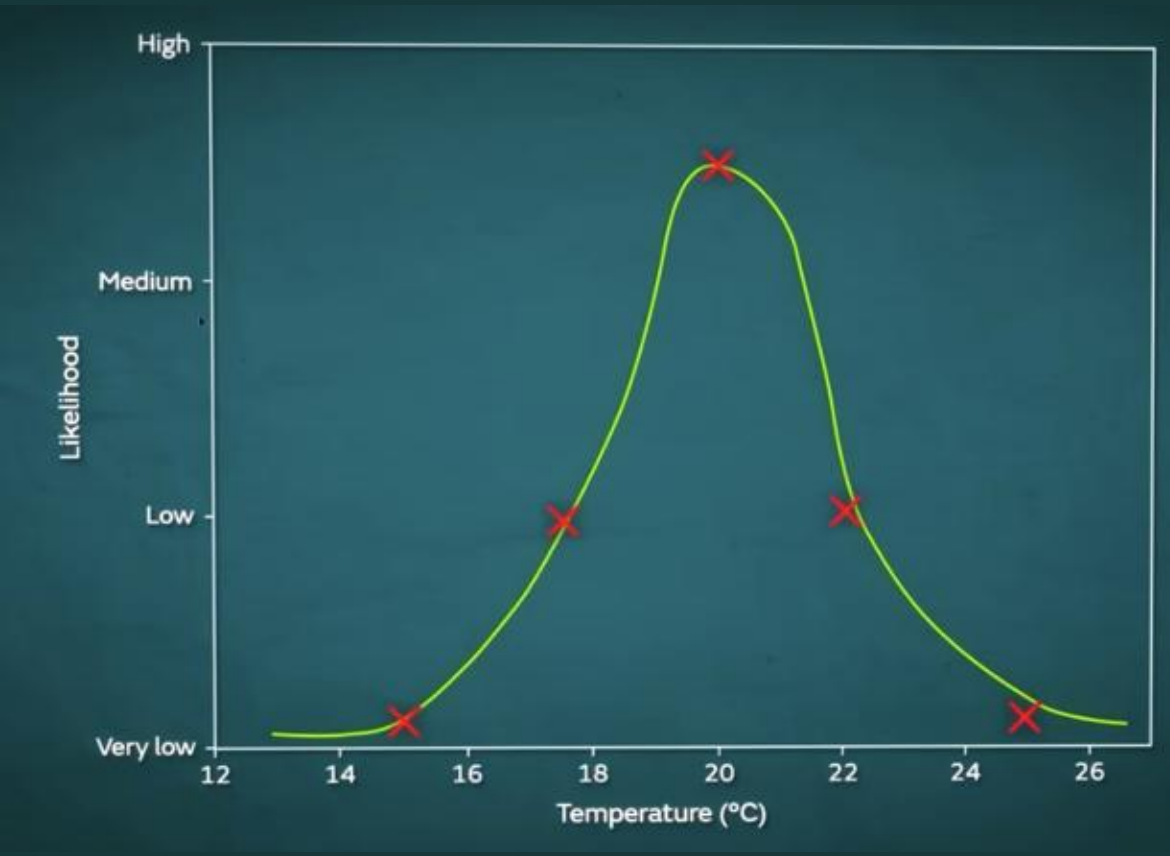


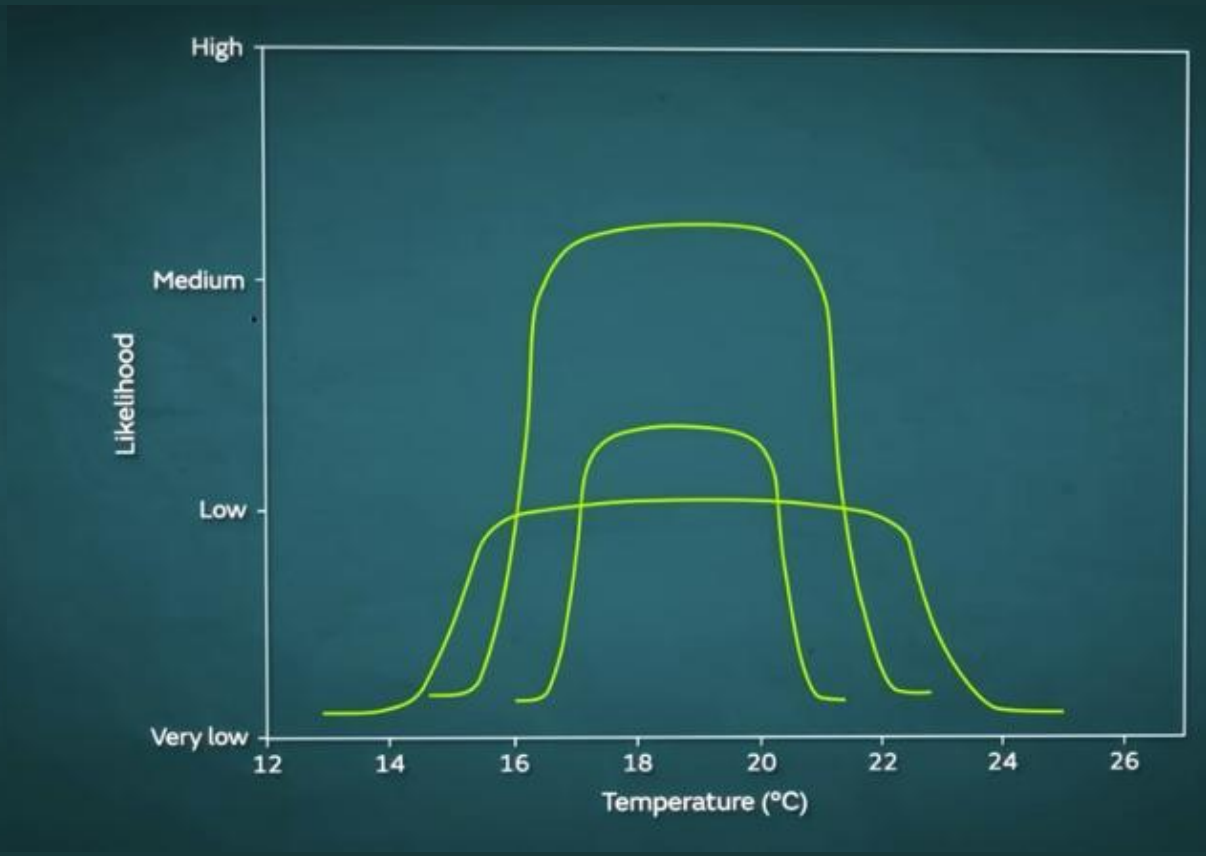


ZO WERKEN AI EN MACHINE LEARNING WEERMODELLEN

- Modellen leren van **grote hoeveelheden data**
    - *40 jaar ECWMF reanalysis data*
- Herkennen van **statistische patronen** die er in zitten
- Verwachting maken voor de toekomst met diezelfde patronen
- Draait veel sneller door GPU's *(Graphic Processing Unit)*

VOORBEELD MET TEMPERATUUR





VERGELIJKBARE TECHNIEKEN WORDEN AL GEBRUIKT

- Traditionele modellen hebben al decennia **AI-achtige technieken**
- Statistische methodes om de **gaten in datasets te vullen** *(filling in the blanks)*
- Het is dus eigenlijk al langere tijd onderdeel van ons forecasting-proces
- Pas in 2022 eerste AI-modellen met redelijke prestaties

The Weather Tree



EERSTE GENERATIE AI-BASED MODELLEN

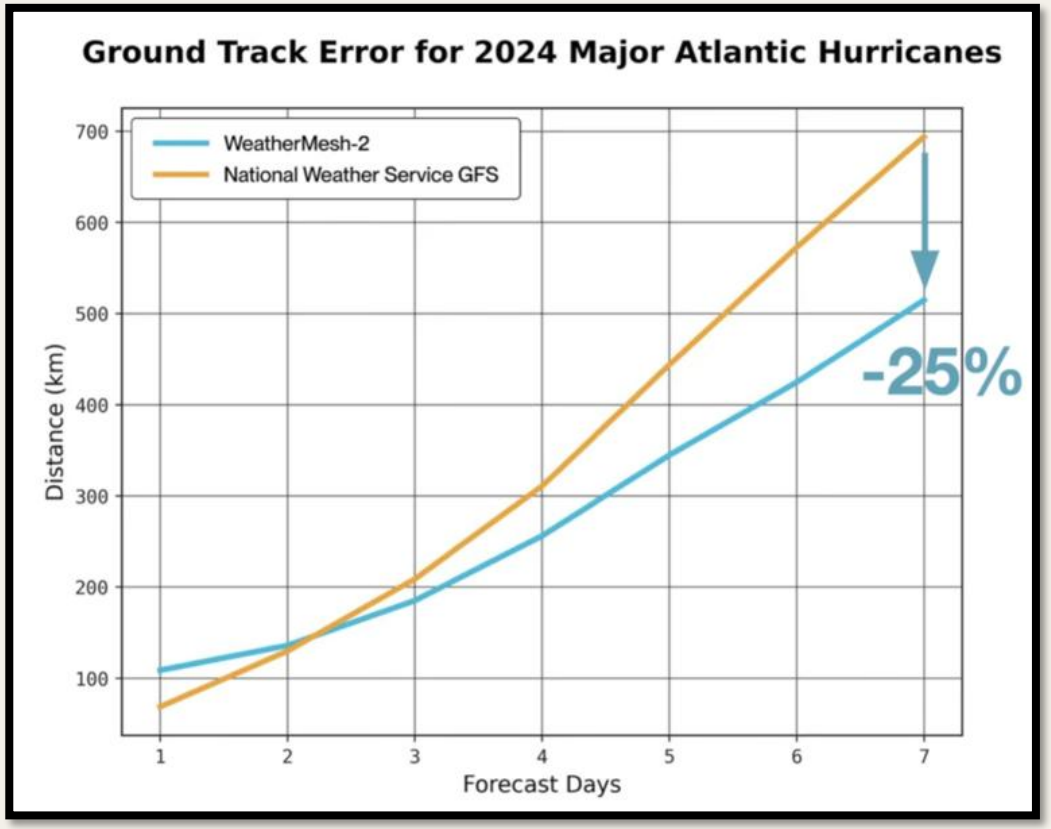
- Pangu-Weather (Huawei), GraphCast (Google), FourCastNet, Aurora (Microsoft)
- Verschillende technieken
- Atmosfeer zien als **afbeelding/ plaatjes**
- **Grid punten** verbinden als wiskundige grafieken
- Achterhalen van functie die **input en output verbindt**
- Nieuwe modellen in opkomst: FengWU, FuXi, AIFS

WAAR ZIJN AI MODELLEN GOED IN?

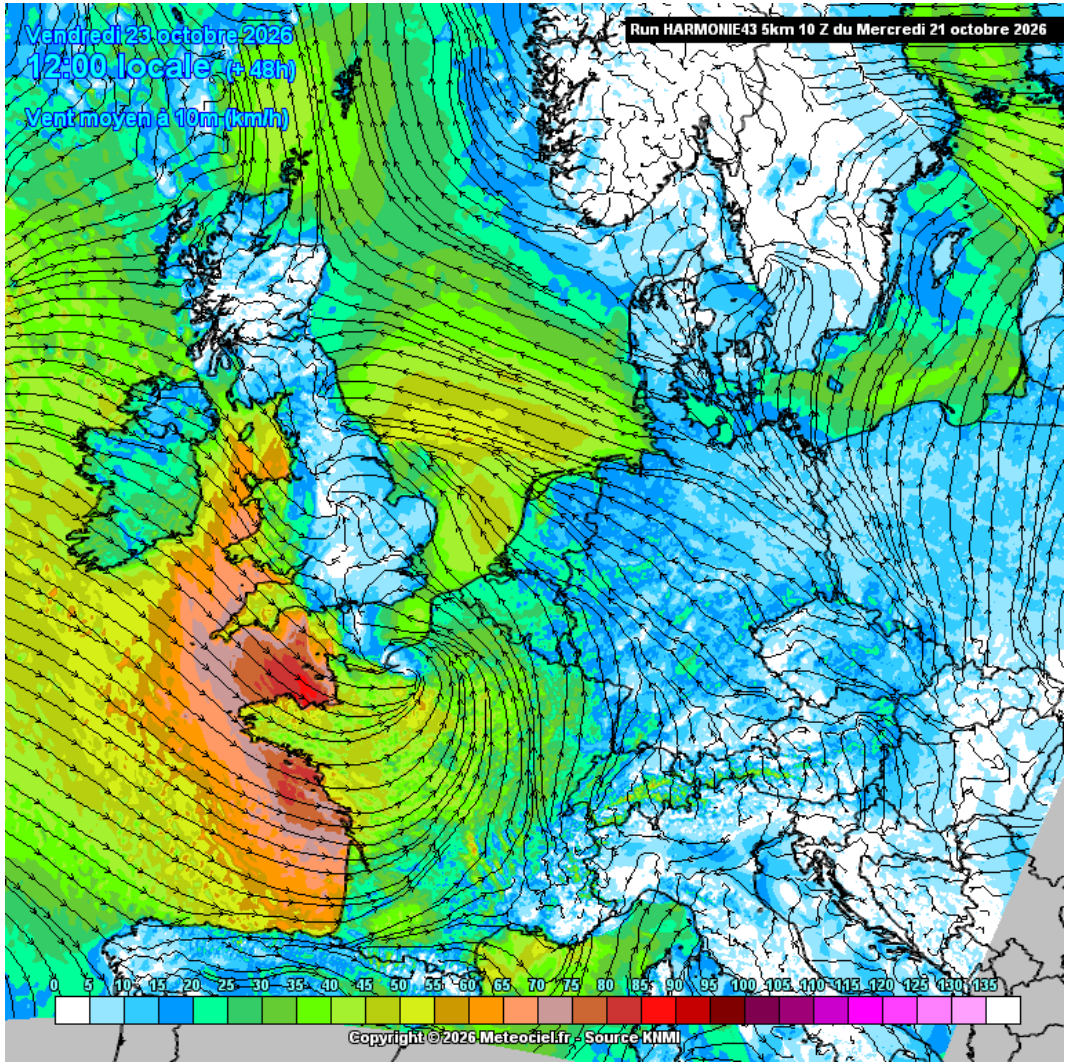
- Herkennen van **grootschalige patronen** (synoptische meteorologie)
- Claims over betere prestatie meestal gebaseerd op upper-level variabelen (bijv. 500 hPa geopotential)
- Verbeteringen in verwachte **koers van (tropische) stormen**
  - + Impact op **waarschuwingen**, schade en **redden van levens**
- **Minder rekenkracht** nodig → verwachting sneller beschikbaar

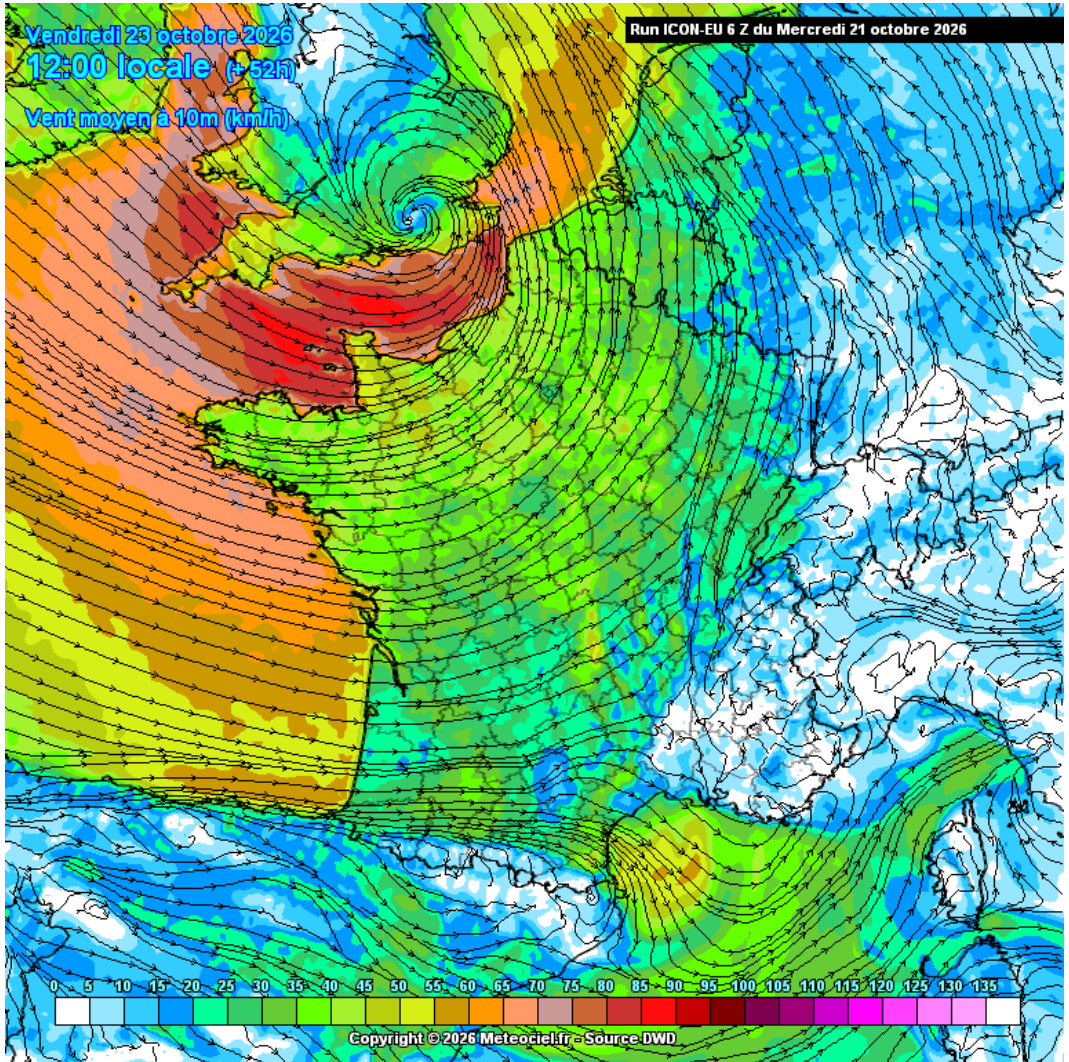
TROPISCHE STORMEN

- Case study orkaan **Melissa** (Jamaica)
- Samenwerking Google GrahpCast met National Hurricane Center (NHC)
- AI gaf als eerste aan dat het een **vijfde categorie** kon worden
- **Extra dag** met voldoende accuraatheid om te **waarschuwen** en tot **actie** te komen
- Kansen voor stormen in Noordwest-Europa?



STORM AUSTEN: KERN BOVEN LE HAVRE OF LONDEN?

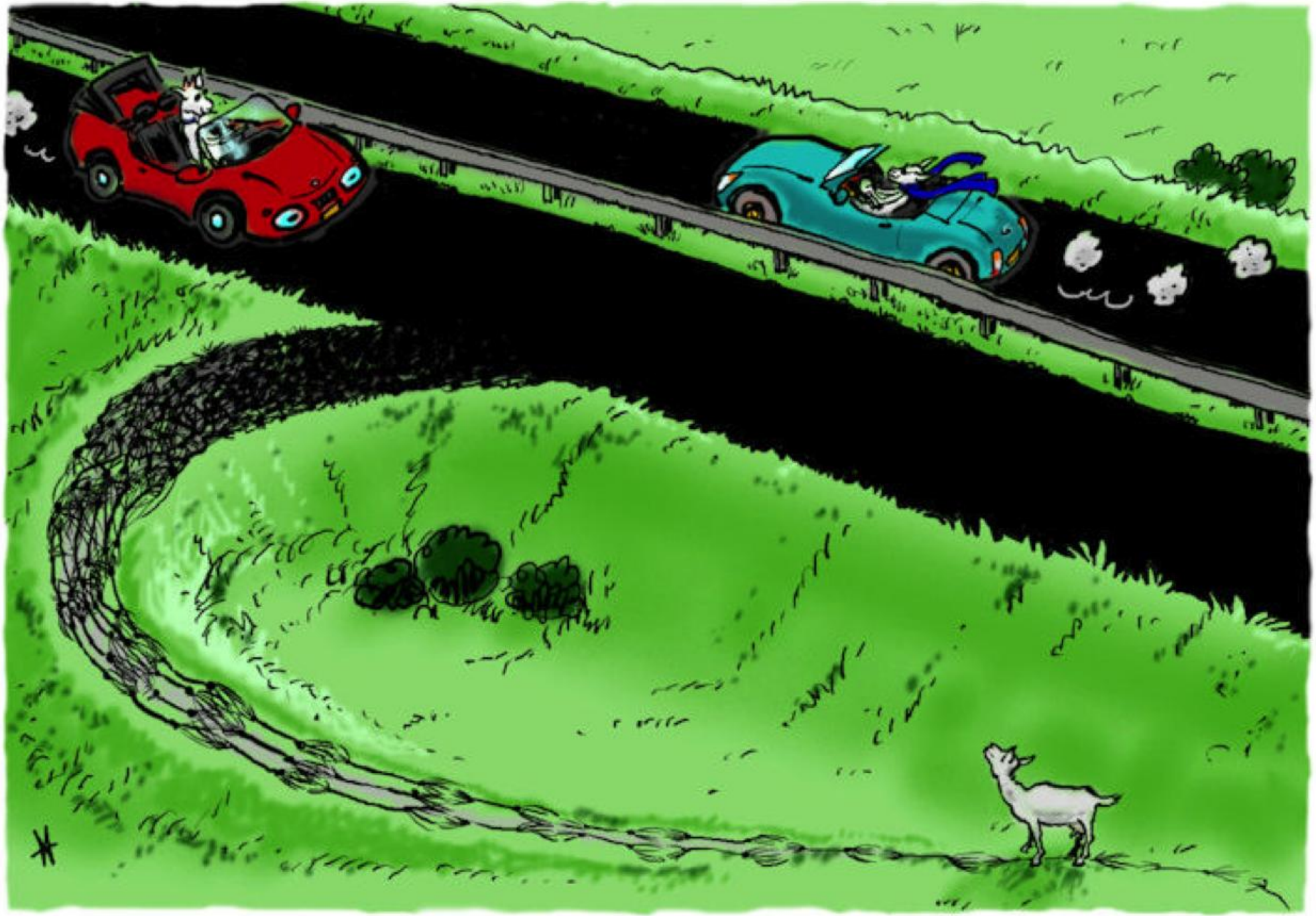




HIER ZIJN ZE MINDER GOED IN

- Op **kleinere schaal** en in de **grenslaag** presteren de traditionele modellen nog altijd beter
- Niet alle variabelen beschikbaar, of slechte prestaties
- Problemen met intensiteit van extreme events
  - Lastig voor **waarschuwen**
- Ensemble forecasts

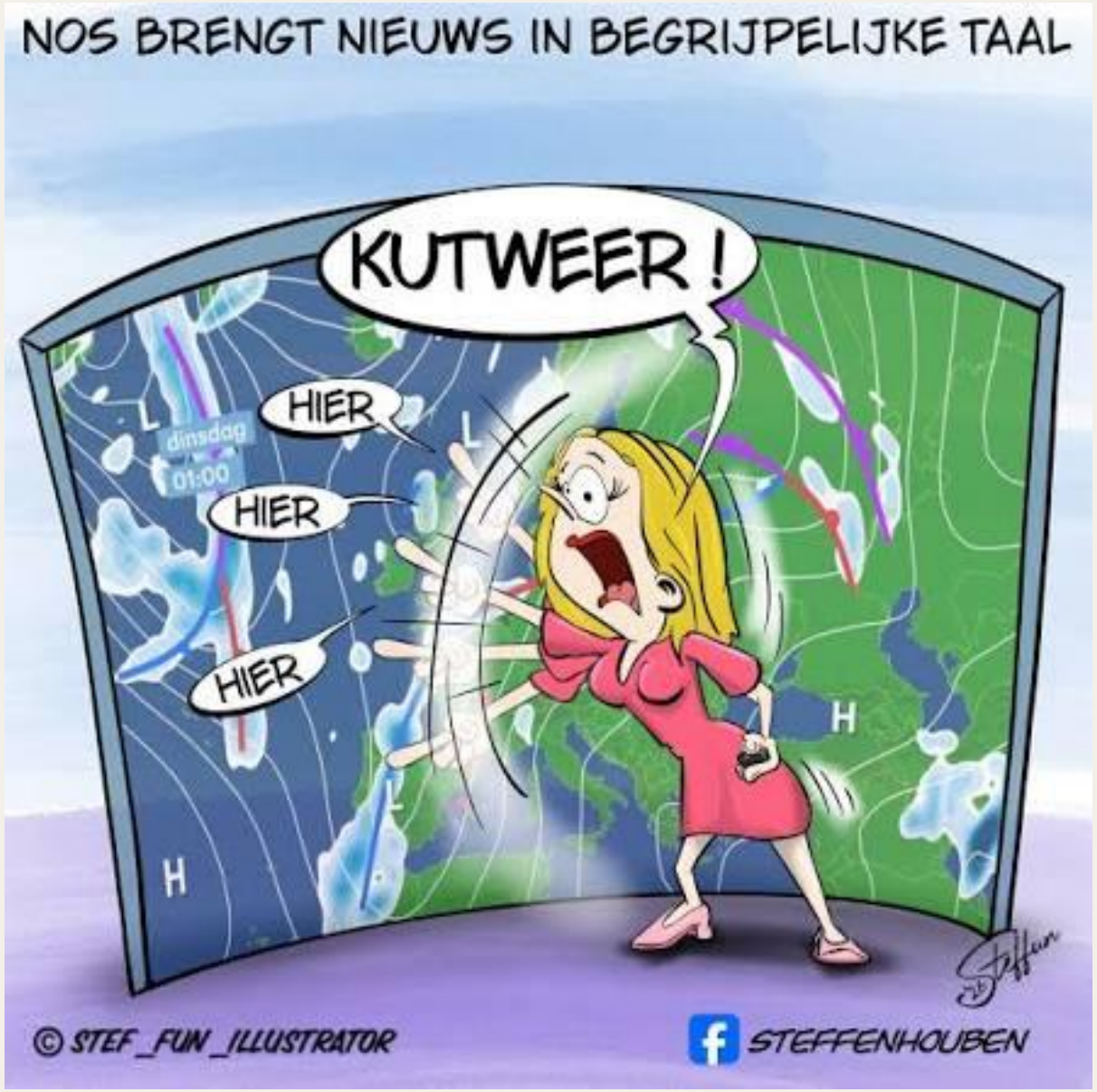
TEMPERATURE °C 2M		Oct								Th 29 Oct																				
	+1 AMS	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ECMWF HRES Global	06z 28 Oct	13	12	11	10	10	10	10	10	10	9.5	9.3	9.1	9.0	9.1	8.8	8.2	8.3	9.5	11	12	13	14	14	14	14	12	11	10	9.7	9.1
GFS	06z 28 Oct	13	11	10	9.8	10	10	10	11	11	11	10	10	9.6	9.3	9.3	9.1	9.3	10	12	13	14	15	15	15	14	12	11	11	10	10
DWD AICON	12z 28 Oct	13			10			10			9.8			9.0			8.6			11			14			14			10		
AIGFS	06z 28 Oct				10						10						9.8						14						11		
ECMWF AIFS	06z 28 Oct				11						10						9.2						14						10		



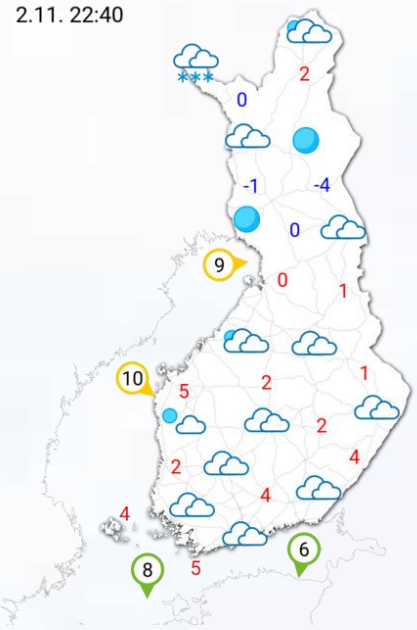
TERUG NAAR HET HOOFDPAD

- Nieuwe combi van NWP en AI technieken
- Impact op communicatie, visualisatie en werktaken?
- Ons voornaamste doel ↓

  Vertaalslag maken van weerdata naar begrijpelijke en relevante informatie die aanzet tot handelen dat past bij het weer
- Uitleggen waar de onzekerheid zit



NIEUWE MEDIA – FINS VOORBEELD



- Lokale weersverwachtingen van toegevoegde waarde

"It would have been quite expensive, having all these separate weather departments"

- Twee radiostations: weersverwachting 26 regio's, 3x per dag
- Voorgelezen met text-to-speach module
- **Data van de Finse meteorologische weerdienst**
- Volledig geautomatiseerd

ONDERBOUWING VAN SANOMA

“We have lots of historical content, which is one reason why our first priority with AI is safe usage and intellectual property rights.” – *uitspraak CEO Sanoma*



Andere toepassingen:

- Voorlezen nieuwsartikelen
- Suggesties voor headlines (meer clicks)
- Samenvatten van eigen publicaties

Belangrijk: **transparantie** over het gebruik van AI

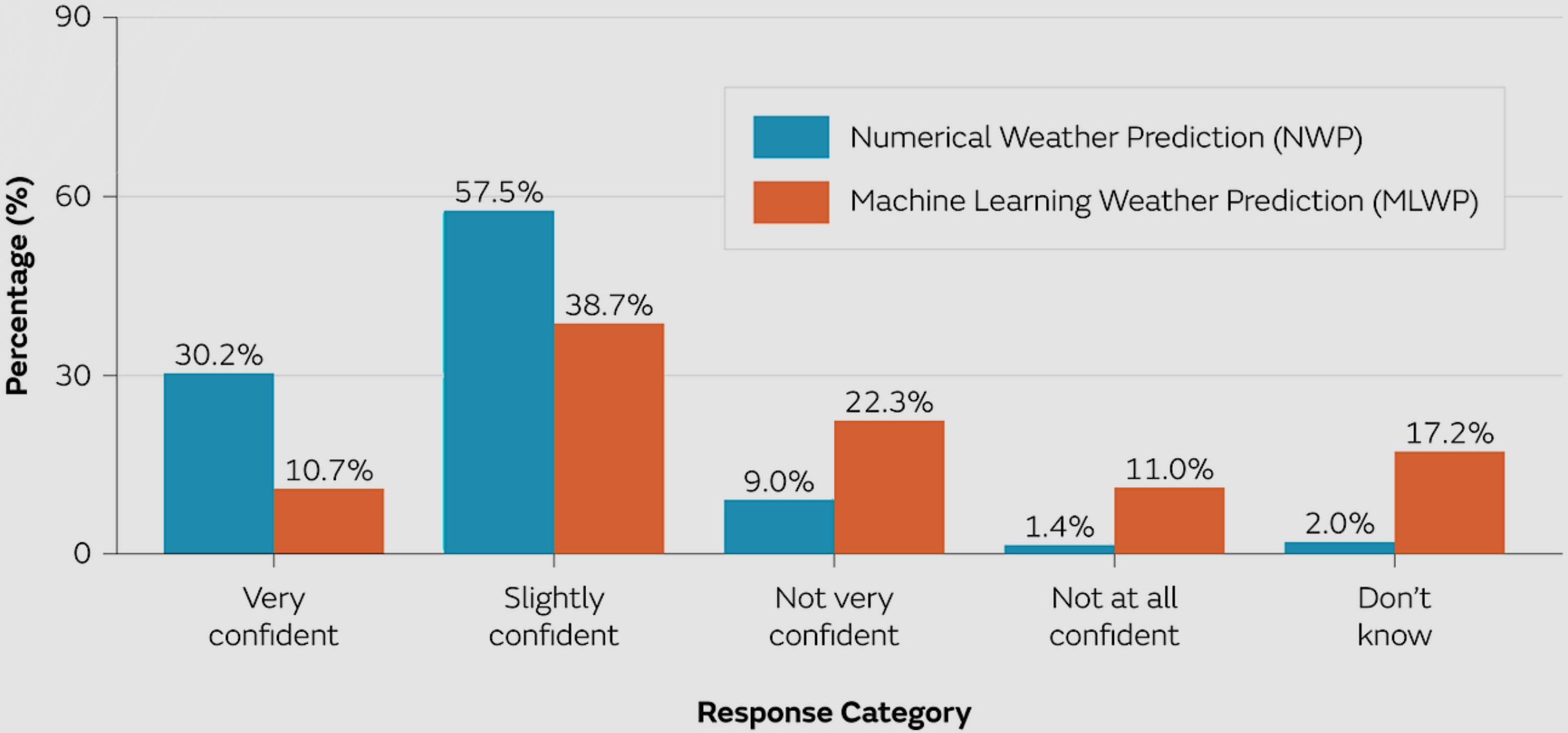
ONDERZOEK VOOR LANCERING

- 11% van de ondervraagden had ooit een door AI voorgelezen artikel gehoord
- 75% omschreef AI-gegeneerde media als “gekunsteld” en “nep”
- 27% had een negatief gevoel t.o.v. AI berichten

Lange weg te gaan om **vertrouwen op te bouwen**

Juiste stem bleek ook cruciaal

Met Office Confidence using forecasts for typical daily decisions



AFGESTEMDE INFORMATIE EN PERSOONLIJK CONTACT

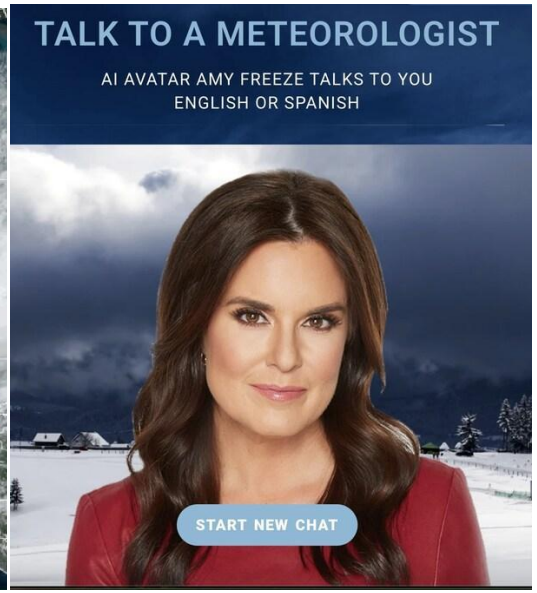
- Onderdeel van service in de B2B weerwereld
- *“jij bent de expert, ik vertrouw volledig op jou voor mijn beslissing”*
- Gebruik van AI is bijna onvermijdelijk geworden
- Meteoroloog eindverantwoordelijk en de verwachting onderbouwen
- Bijsturen als een klant op een matige (AI-)verwachting keuzes maakt
  - ”maar de app zei dat het hier zou gaan regenen?”

AI VERSIE VAN EEN WEERVROUW

- Amy Freeze
- Meer dan 20 jaar TV-ervaring
- **Avatars** van zichzelf
- In 2025 **27 verwachtingen** per dag voor **9 platforms**
- Weervragen stellen aan **chatbot**

It allows me to do as much as I can as a meteorologist. It allows me to maximize my output as a forecaster.







HOE HEEFT ZE DAT GEDAAN?

- Basis van AI-technieken, zoals ChatGPT
- Eigen input van **studiemateriaal en kennis** in de code van de avatar (meteorologische training)
- Opnames in een studio van **uitgesproken woorden**, **expressies** en **gebaren** om na te bootsen
- Drie keer per dag check: zou ik dat zo zeggen?



I hope that my colleagues see this as an **empowering moment,** not as a **limitation** or something that might **take away a job**"

If you use inexperienced people, they might know the tech, but they won't have the **knowledge of meteorology** and science required to **teach** this"


NOS
Vannacht
2-3
2-3
12°
11°
12°
11°
13°
12°
ROOSMARIJN KNOL
WEERVROUW

EXTREEM WEER & KLIMAATVERANDERING

- 40 jaar aan trainingsdata **nog niet genoeg** om klimaatverandering te modelleren met AI-modellen
- **Complexe feedback** met wolken, gassen en aerosolen
- Door lagere kosten wel kansen voor **ontwikkelingslanden** met klein budget voor weer- en klimaatonderzoek
- Helpen bij ontwikkeling modellen met focus op **lokale impact en schade**
- **Kansen:** mensen helpen snellere beslissingen te nemen. Effectiviteit hangt af van de kwaliteit van de AI-data, de communicatie en het handelingsperspectief



ANDERE FOCUS

- (deels) overnemen of versnellen van routinewerk
- Toegevoegde waarde verschuift naar **uitleg, storytelling (met grafische ondersteuning), context geven en betrouwbaarheid uitstralen**
- Wij blijven nodig om AI-gegenereerde content en data te controleren/analyseren/ontwikkelen, verwachtingen te maken, onzekerheden interpreteren en benadrukken van impact van het weer op de maatschappij




OH WAT HEERLIJK EVEN ONTSNAPPEN AAN DE REALITEIT
1996
OH WAT HEERLIJK EVEN ONTSNAPPEN AAN HET INTERNET
2026