

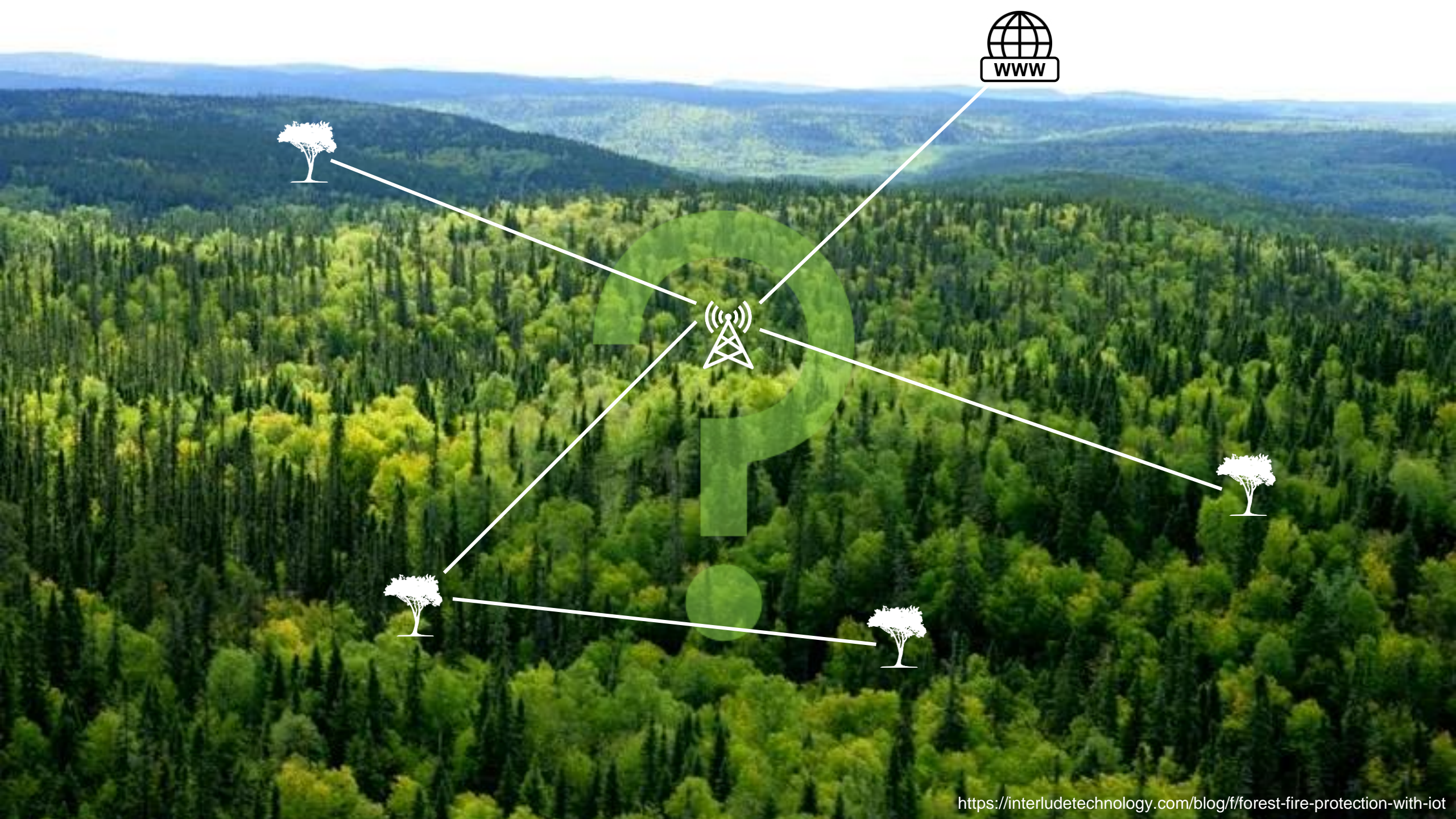
# Internet of Trees Draadloze vinger aan de Schors

Geoffrey Ottoy

Onderzoeksgroep DRAMCO  
Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen  
Technologiecampus Gent



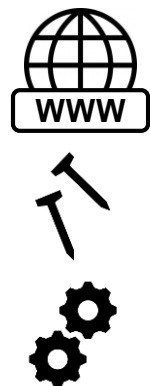




# Overzicht

- **Wat is het Internet?**

- Onderdelen
- Werking



- **Wat is het Internet of Things (IoT)?**

- Toepassingen
- Uitdagingen



Internet of Trees als voorbeeld



Start the presentation to see live content. Still no live content? Install the app or get help at [PollEv.com/app](https://PollEv.com/app)

# Wij hebben thuis een slimme thermostaat...

Ja **A**

Nee **B**

Ik weet  
het niet **C**

Start the presentation to see live content. Still no live content? Install the app or get help at [PollEv.com/app](https://poll-ev.com/app)



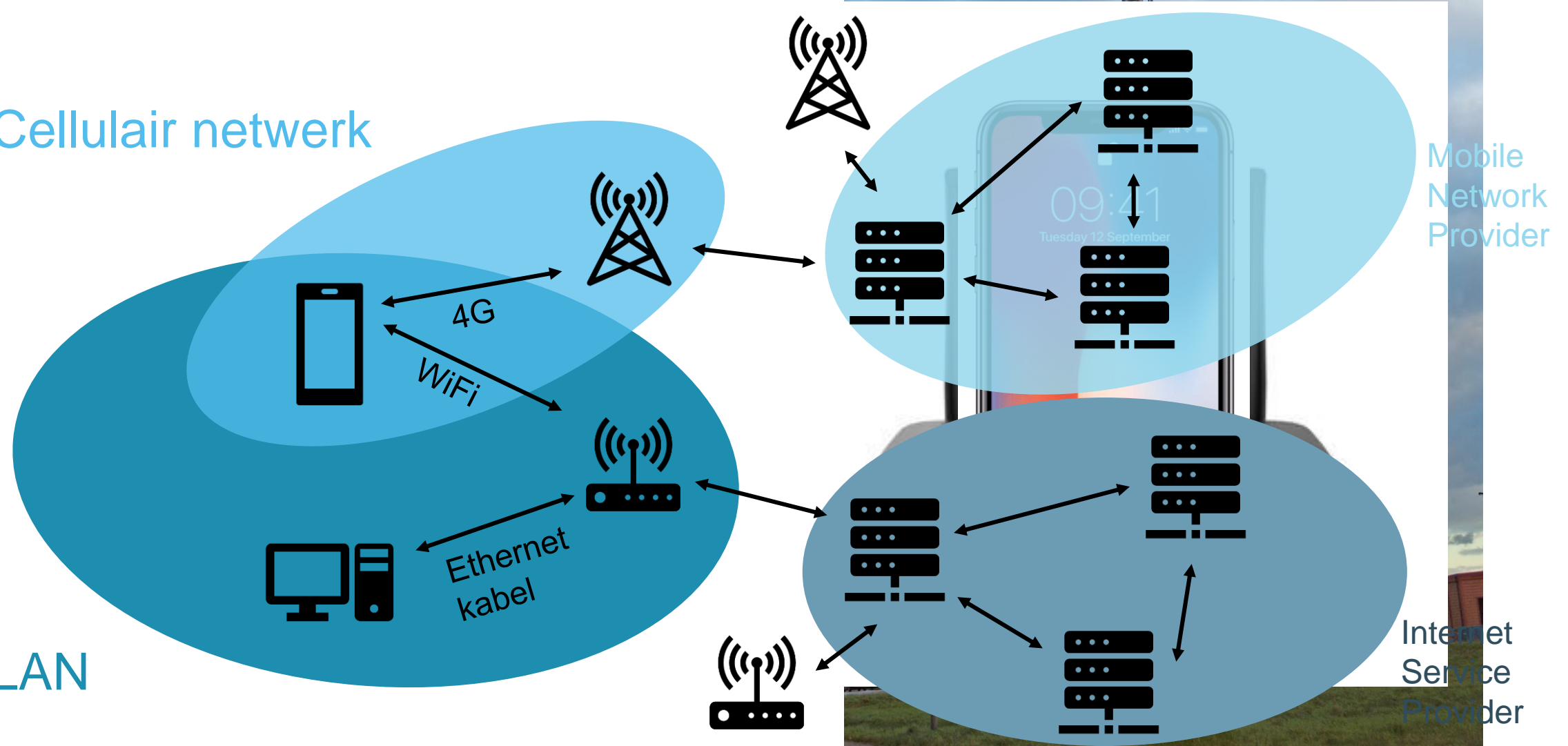
# Internet Onderdelen en werking



# Structuur van het internet

Cellulair netwerk

LAN





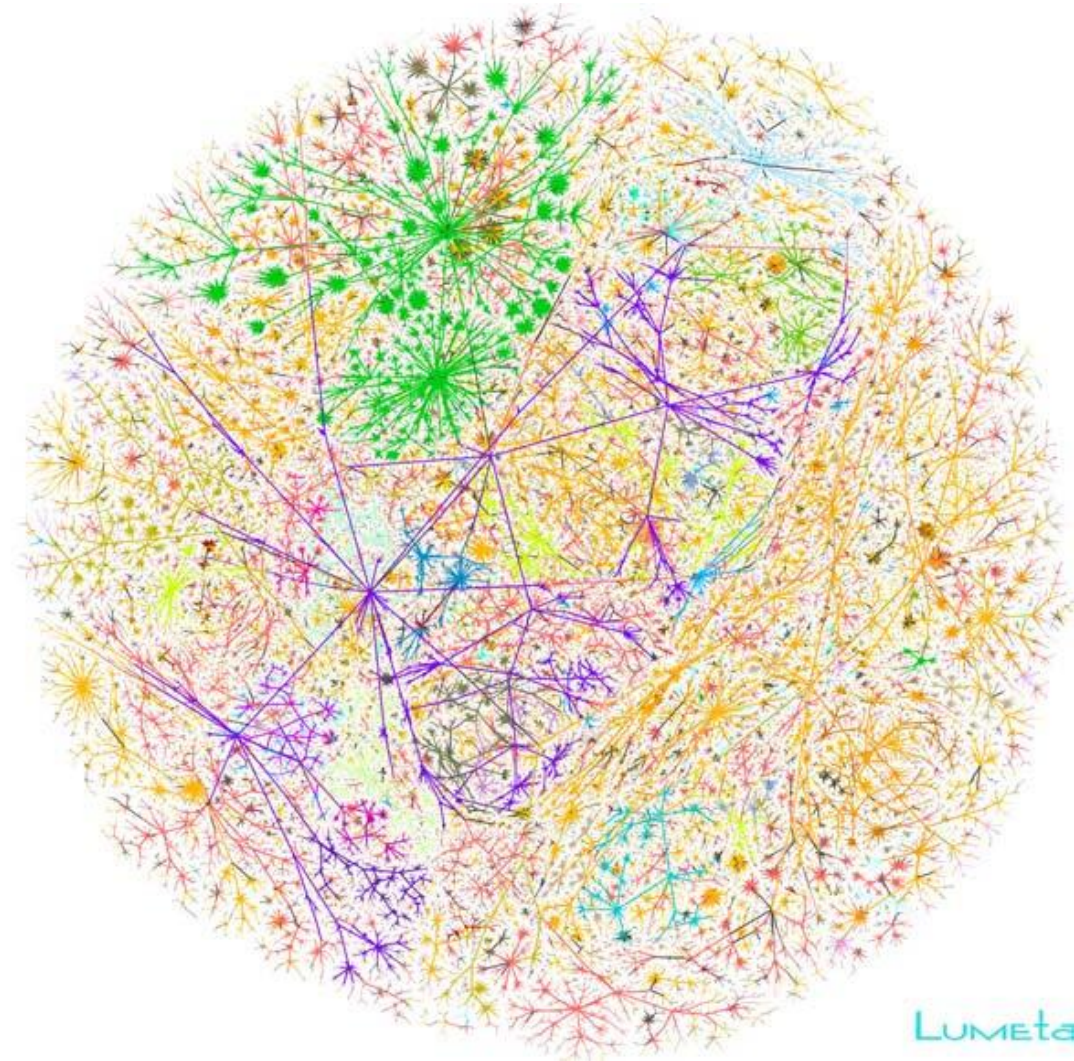
# Het internet in kaart

**Legend**

cw.net	6070
alter.net	3997
sprintlink.net	2479
att.net	2294
apnic.net	2219
ripe.net	2032
ans.net	1843
uu.net	1545
bbnplanet.net	1438
qwest.net	1243
telstra.net	1120
psi.net	1120
verio.net	1056
krnic.net	897
bellsouth.net	866
gbix.net	688
teleglobe.net	586
gip.net	581
level3.net	536
pnap.net	514
digex.net	510
exodus.net	496
swbell.net	431
uswest.net	422
savvis.net	375
icix.net	374
kpnqwest.net	326
cerf.net	307
pbi.net	305
other ISPs	32871
not an ISP	
error	

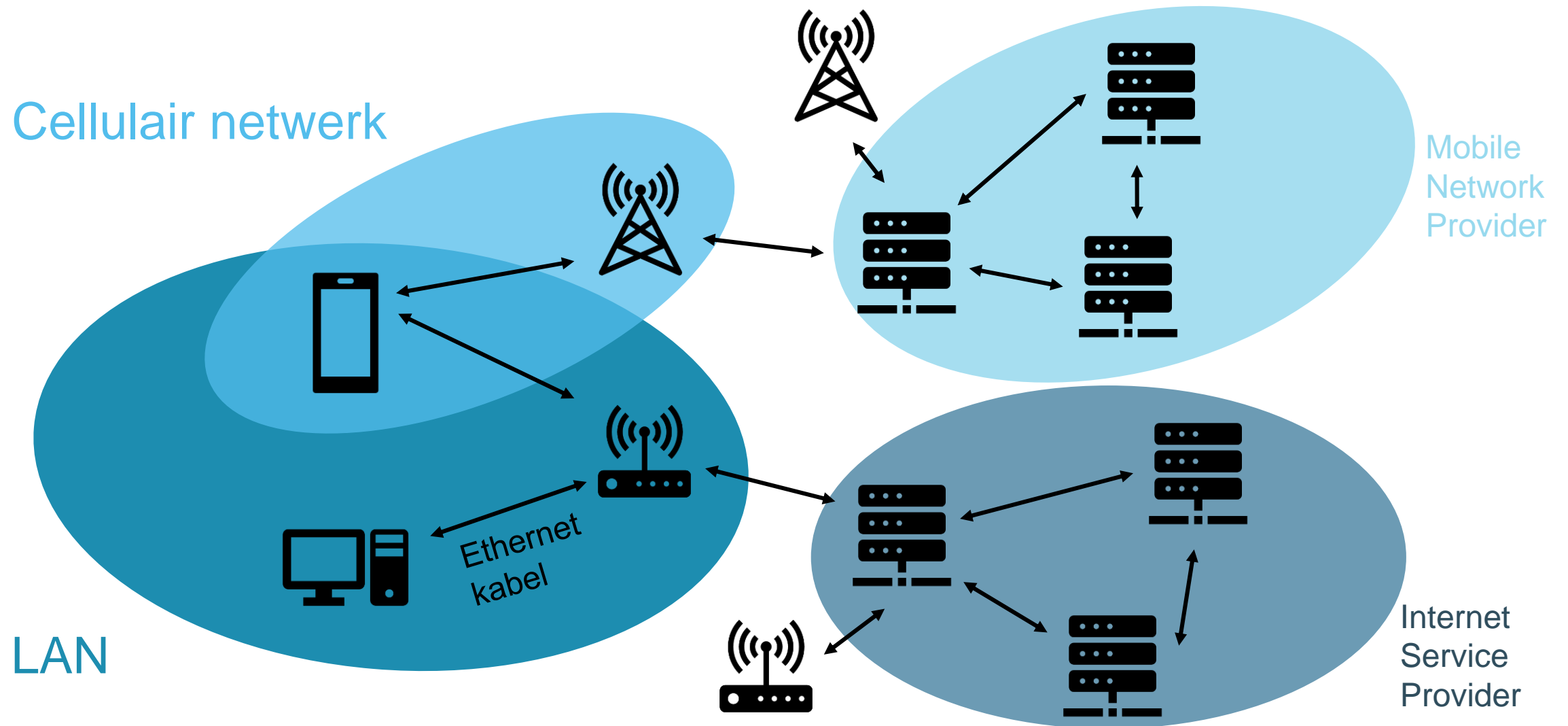


0,01 % van het internet beheerd door

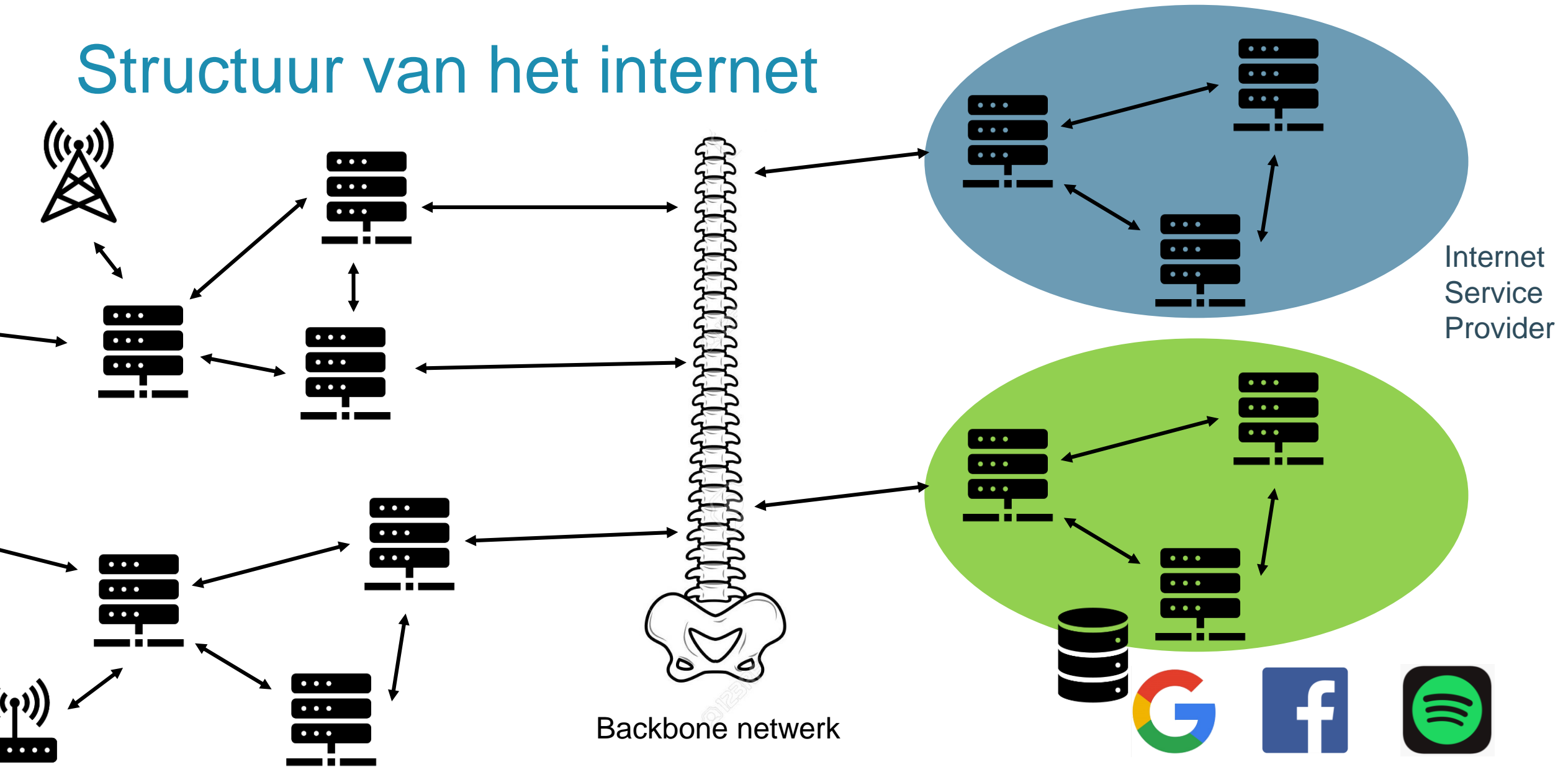


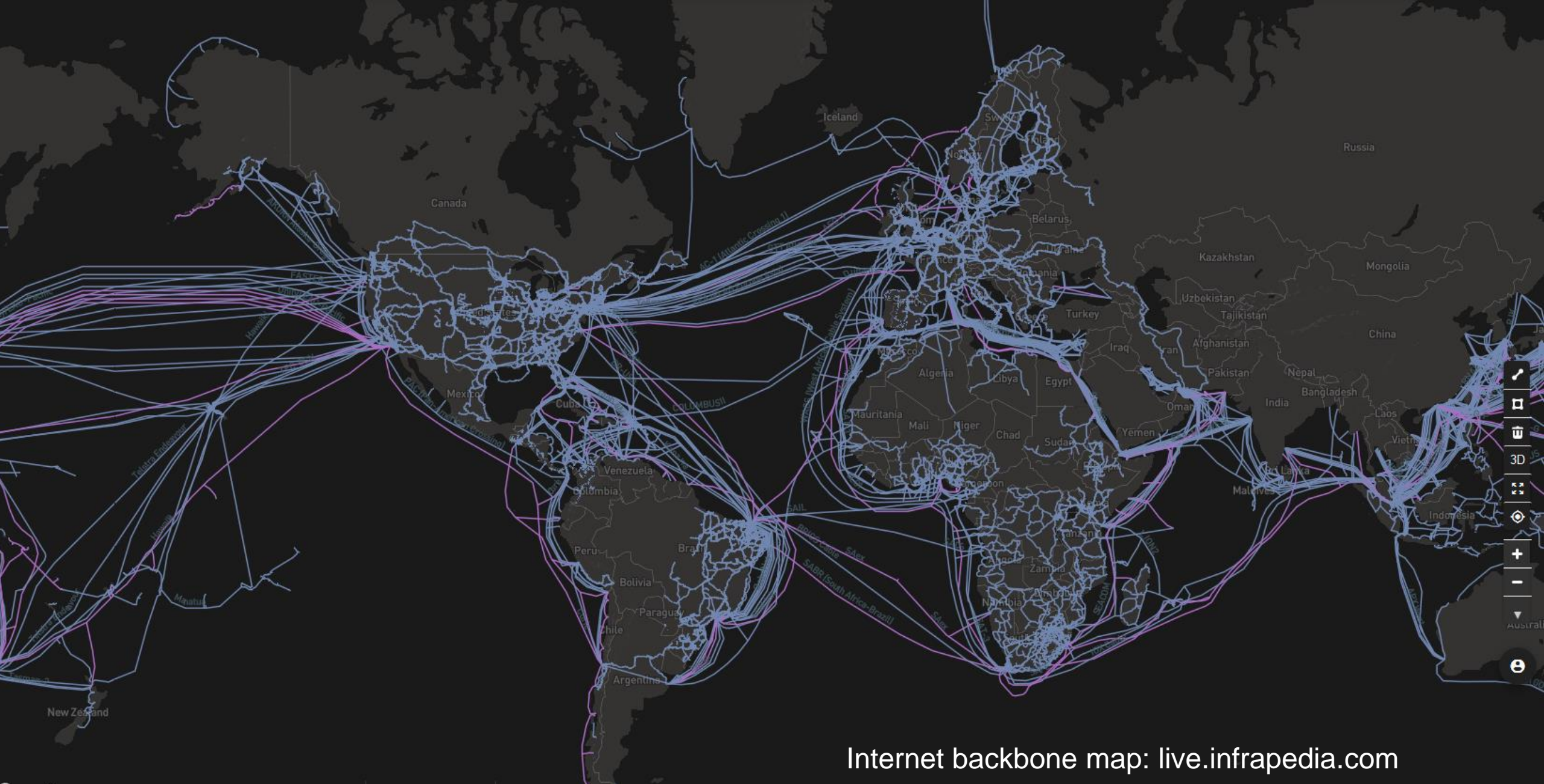


# Structuur van het internet





# Structuur van het internet





Internet backbone map: [live.infrapedia.com](http://live.infrapedia.com)





# Mo en Selena zijn met hun smartphone allebei verbonden met dezelfde LAN en sturen elkaar berichtjes via WhatsApp.

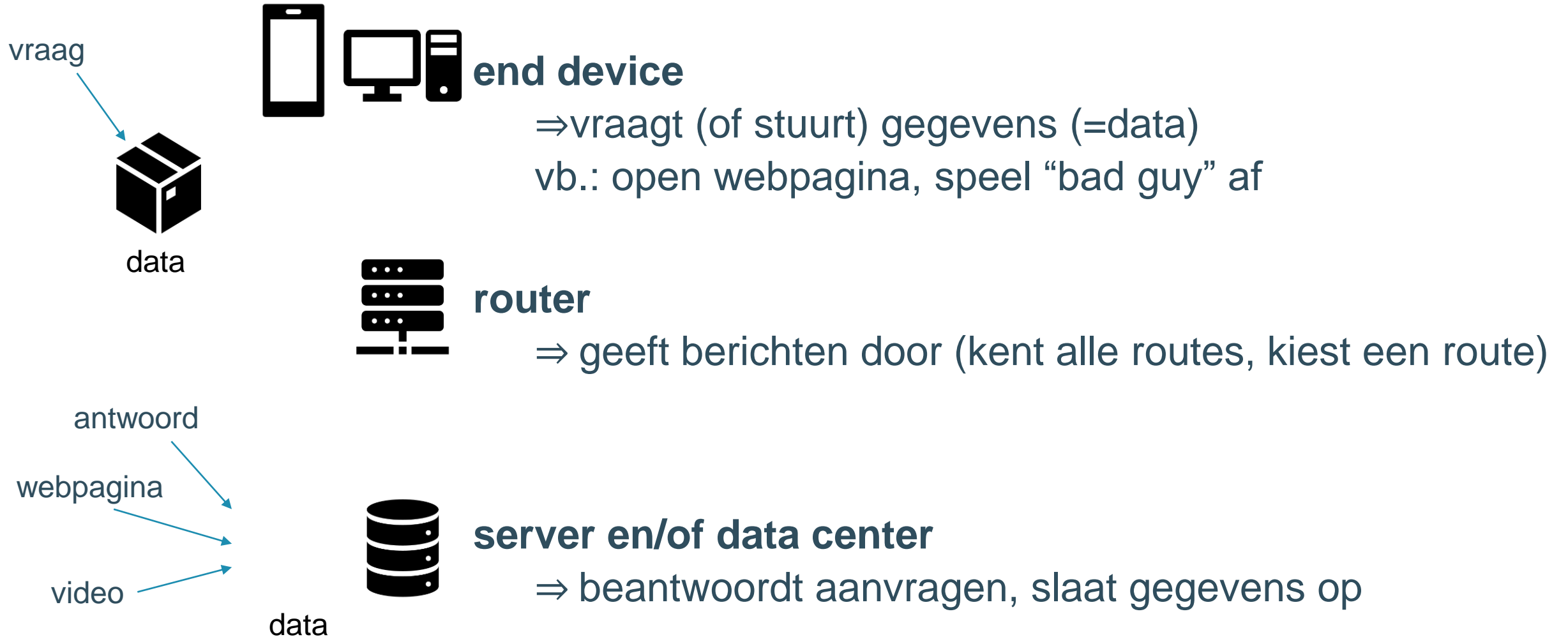
deze berichten gaan rechtstreeks  
(van phone naar phone)

deze berichten passeren enkel via  
de router

deze berichten gaan via router, ISP  
netwerk, backbone, WhatsApp  
servers, en helemaal terug

Start the presentation to see live content. Still no live content? Install the app or get help at [PollEv.com/app](https://pollev.com/app)

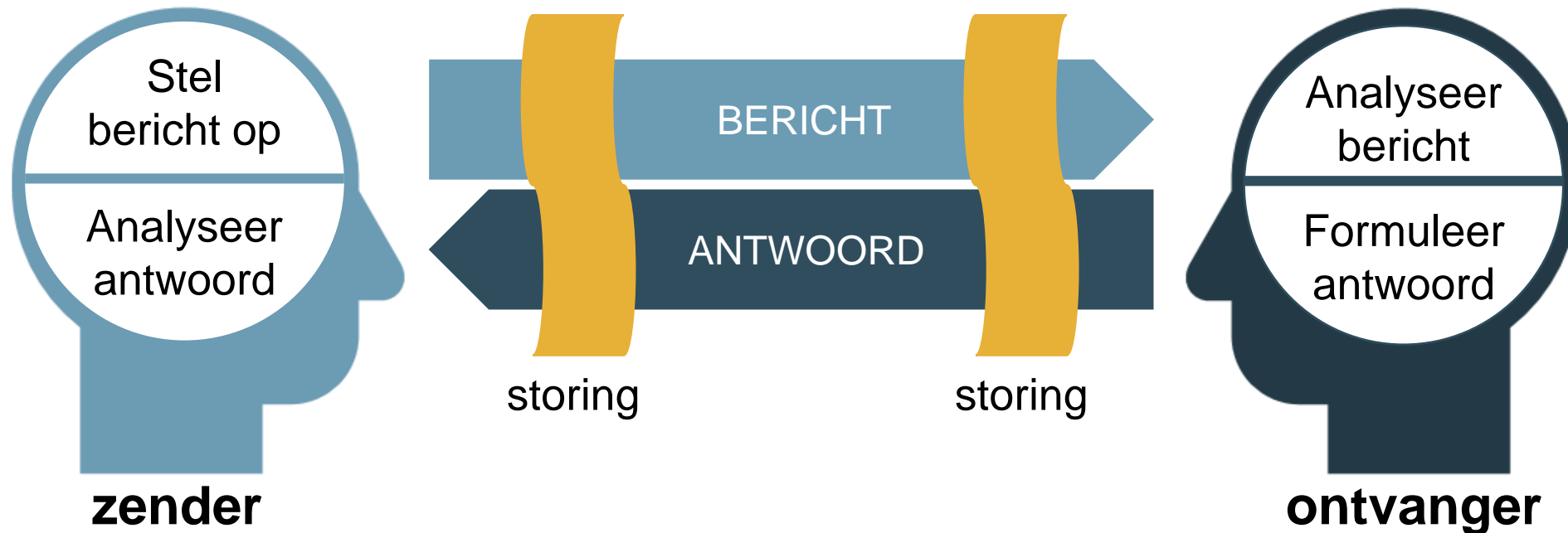
# Onderdelen van het internet



# Communicatie, een kwestie van afspraken

Basisfunctionaliteit van het internet:

- transport van pakketten met gegevens
- m.a.w.: **communicatie**





# Communicatie, een kwestie van afspraken

- Hoe wordt informatie voorgesteld?
- Hoe zien berichten er uit (formaat)?
- Hoe worden berichten doorgestuurd?
- Hoe worden berichten beveiligd?
- Wat te doen bij:
  - Foute berichten
  - Verlies van berichten
  - ...



*deze afspraken noemt men **protocollen** ⇒ toestellen kunnen **samenwerken***



# Communicatie maakt domme dingen “smart”

- Alledaagse objecten worden verbonden met het internet



- Gebruiksgemak
- Nieuwe toepassingen door combinatie van objecten  
(en ook nieuwe “buzz words” zoals *sensor fusion*, *big data*, *AI*)

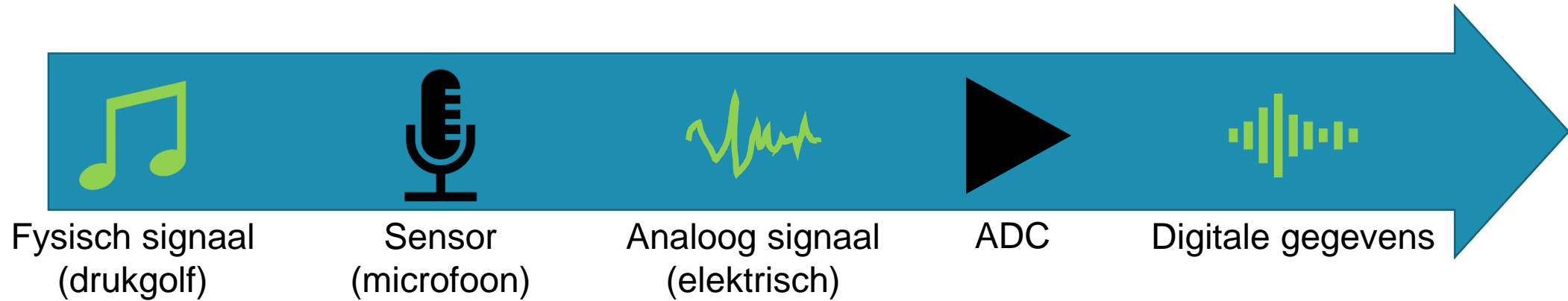


# Hoeveel apparaten zullen dit jaar deel uitmaken van het IoT (bij benadering)?

500.000  
70 miljoen  
1 miljard  
30 miljard  
200 miljard

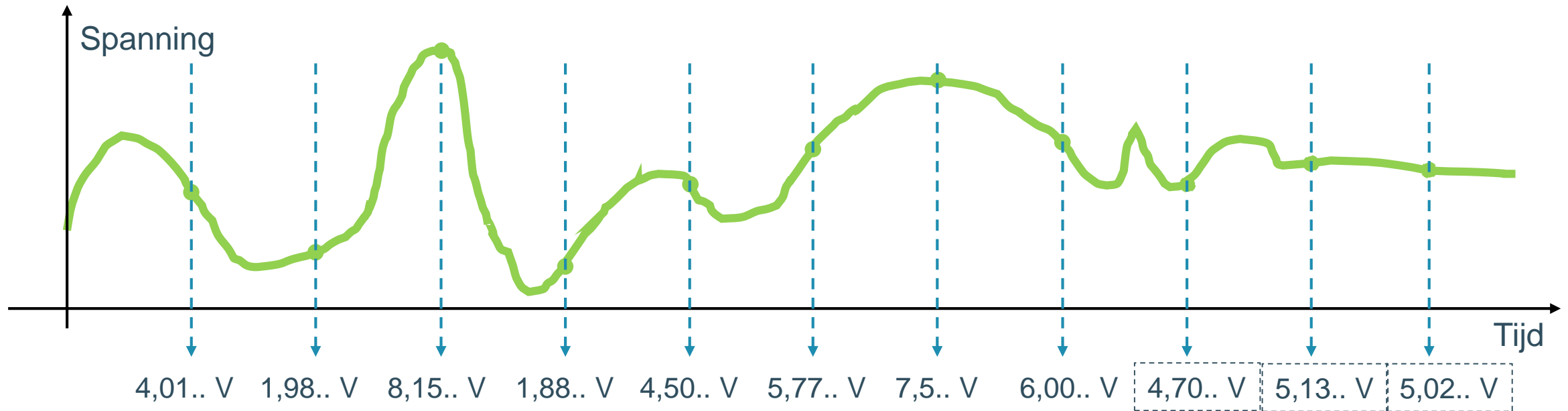
Start the presentation to see live content. Still no live content? Install the app or get help at [PollEv.com/app](https://pollev.com/app)

# Sensoren en data



- Sensor: **opmeten** van fysische grootheden (omvormen naar een elektrisch signaal)
- Analooq-naar-Digitaal Converter (ADC): een signaal **digitaliseren**
- Voordeel digitale data:
  - opslaan
  - bewerken
  - doorsturen

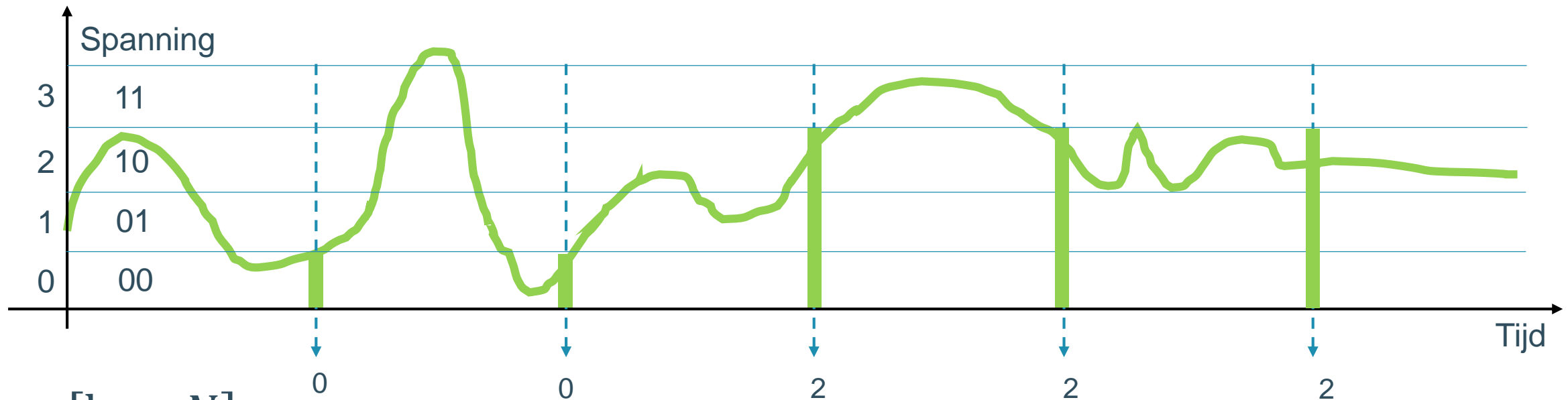
# Sensoren en data: sampling en kwantisatie



- Sampling: met vaste periode signaal bemonsteren
- Sampleperiode (snelheid) beïnvloed hoeveelheid data en hoe “goed” signaal wordt voorgesteld



# Sensoren en data: sampling en kwantisatie



$$n = \lceil \log_2 N \rceil$$

- Kwantisatie: bemonsterd signaal indelen in vaste niveaus
- Aantal niveaus  $N$  (en hoe “goed” signaal wordt voorgesteld) → aantal bits  $n$

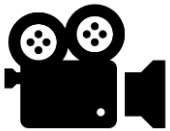
# Sensoren en data: hoeveelheid data



Temperatuur: 2 byte (16 bit  $\rightarrow 2^{16} = 65536$  verschillende niveau's)



Foto: > 2 Mbyte ( $2 \times 1024 \times 1024 = 2097152$  bytes)



Video (aanschakeling van foto's + audio): 400 Mbyte (voor 1 seconde)  
 $\Rightarrow$  compressie nodig

# IoT uitdagingen

## 1. Communicatie (meestal draadloos omwille van mobiliteit of installatiegemak)

- Data (weinig / veel) barometer / camera
- Snelheid (traag / snel) time-lapse / CO sensor
- Afstand (10 m / 10 km) smart watch / smart meter
- Sensor wordt “computer” thermometer



**Gevolg:** nieuwe protocollen worden ontwikkeld (voor IoT)  
en eenvoudige objecten krijgen een processor ingebouwd

# IoT uitdagingen

## 2. Energie

- IoT devices werken vaak op batterijen
- Opladen of vervangen is niet altijd mogelijk / wenselijk
- Batterij heeft effect op levensduur, kostprijs, afmetingen, etc.



**Gevolg:** IoT devices moeten **zuinig** omspringen met de beschikbare energie  
*⇒ directe impact op communicatie, rekenkracht, etc.*





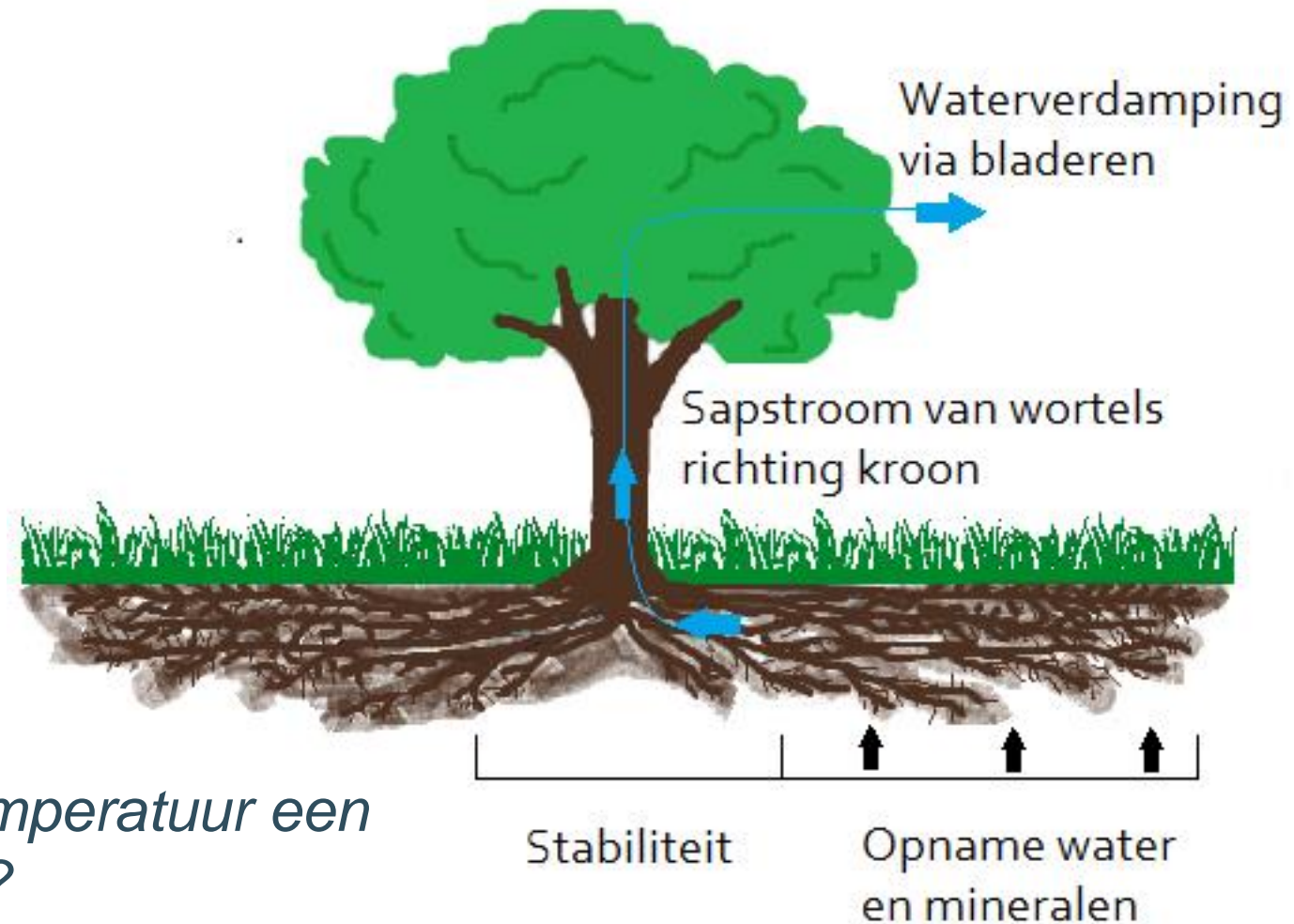
# The Internet of Trees

Monitoren van gezondheid van bomen met behulp van IoT



# Boombiologie: sapstromen

- Bodemwater wordt naar de bladeren getransporteerd
- Bepaalt de gezondheid van de boom
- Afhankelijk van tijdstip en seizoen
- Heeft effect op temperatuur van de stam



*Kunnen we op basis van de stamtemperatuur een (on)gezonde sapstroom vaststellen?*



# IoT + Tree = IoTree

- Klassieke boomverzorging is nog steeds gebaseerd op manuele en visuele inspecties
- Automatische metingen van sapstromen op grote schaal:
  - Gezondheid van bomen beter begrijpen
  - (Preventief) ingrijpen



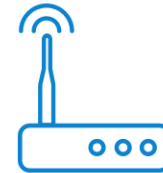
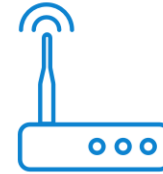
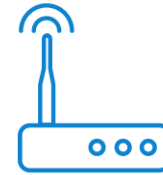




- Lange afstand (> km)
- Low-power
- Weinig data  
(enkele bytes/min.)



Gateways



LoRaWAN Network Server



Doorgeefluik

Application Servers

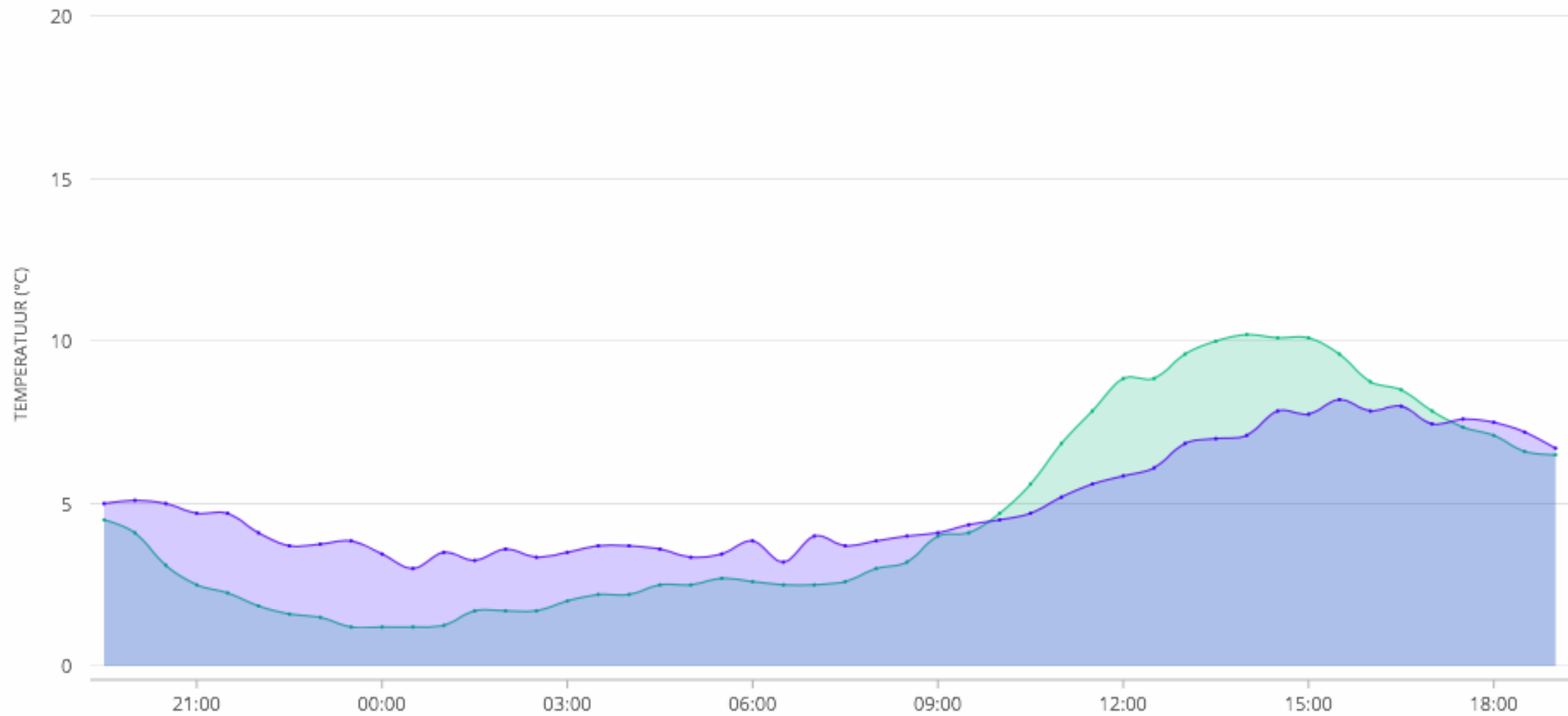


Onze databank  
(+ website)

Volstaat voor onze bomen:



# Meetresultaten







# Welke curve stelt de stamtemperatuur voor? De ander curve stelt dan de omgevingstemperatuur voor.

De  
paarse.

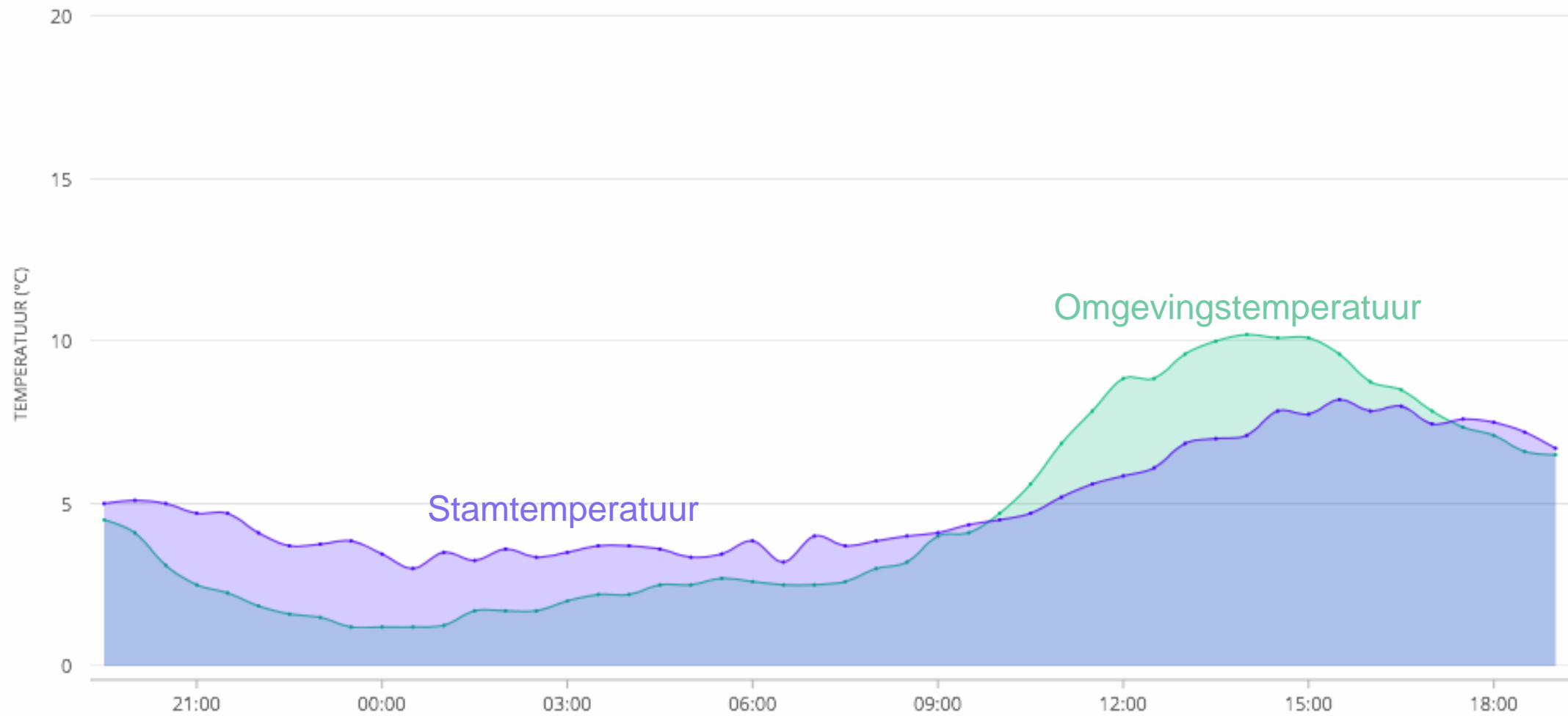
De  
groene.



Start the presentation to see live content. Still no live content? Install the app or get help at [PollEv.com/app](https://PollEv.com/app)

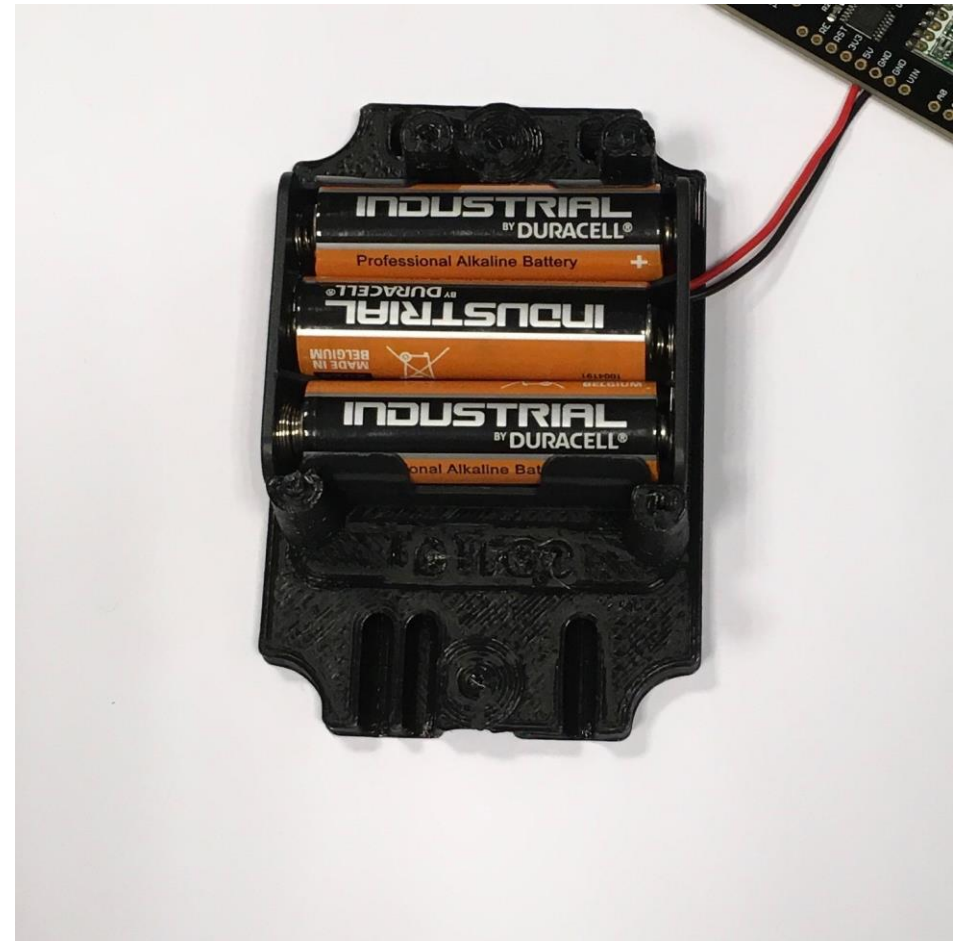
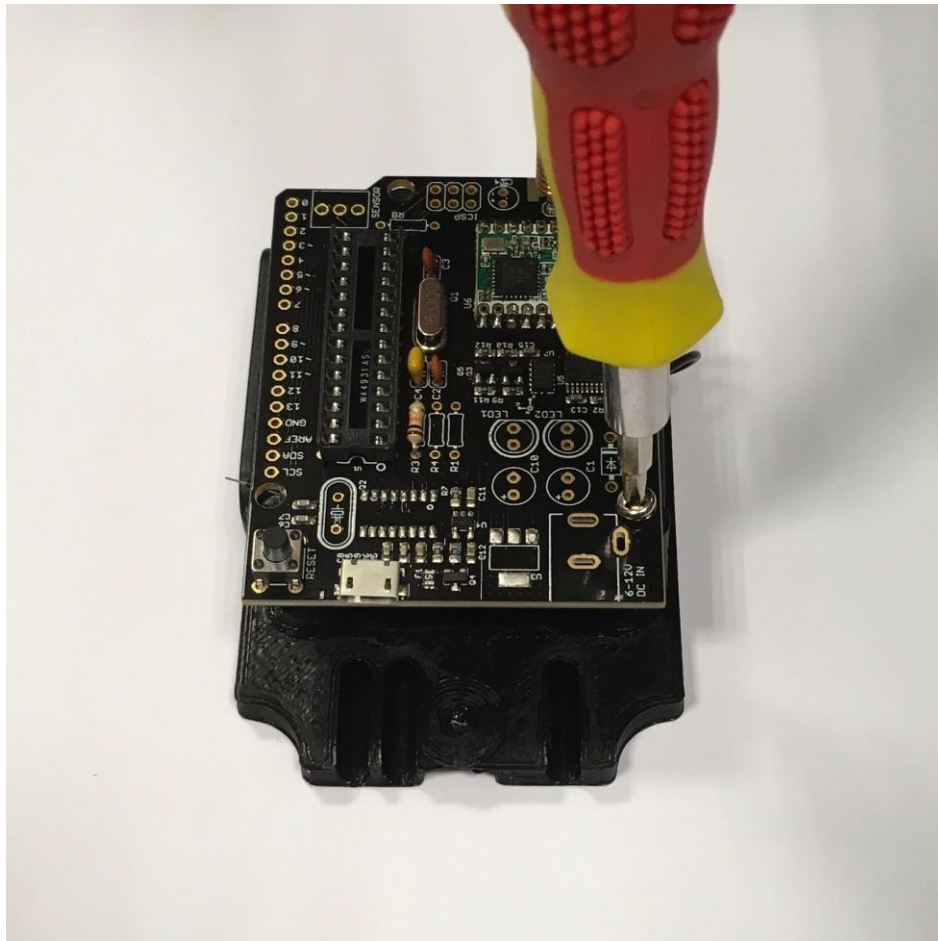


# Meetresultaten

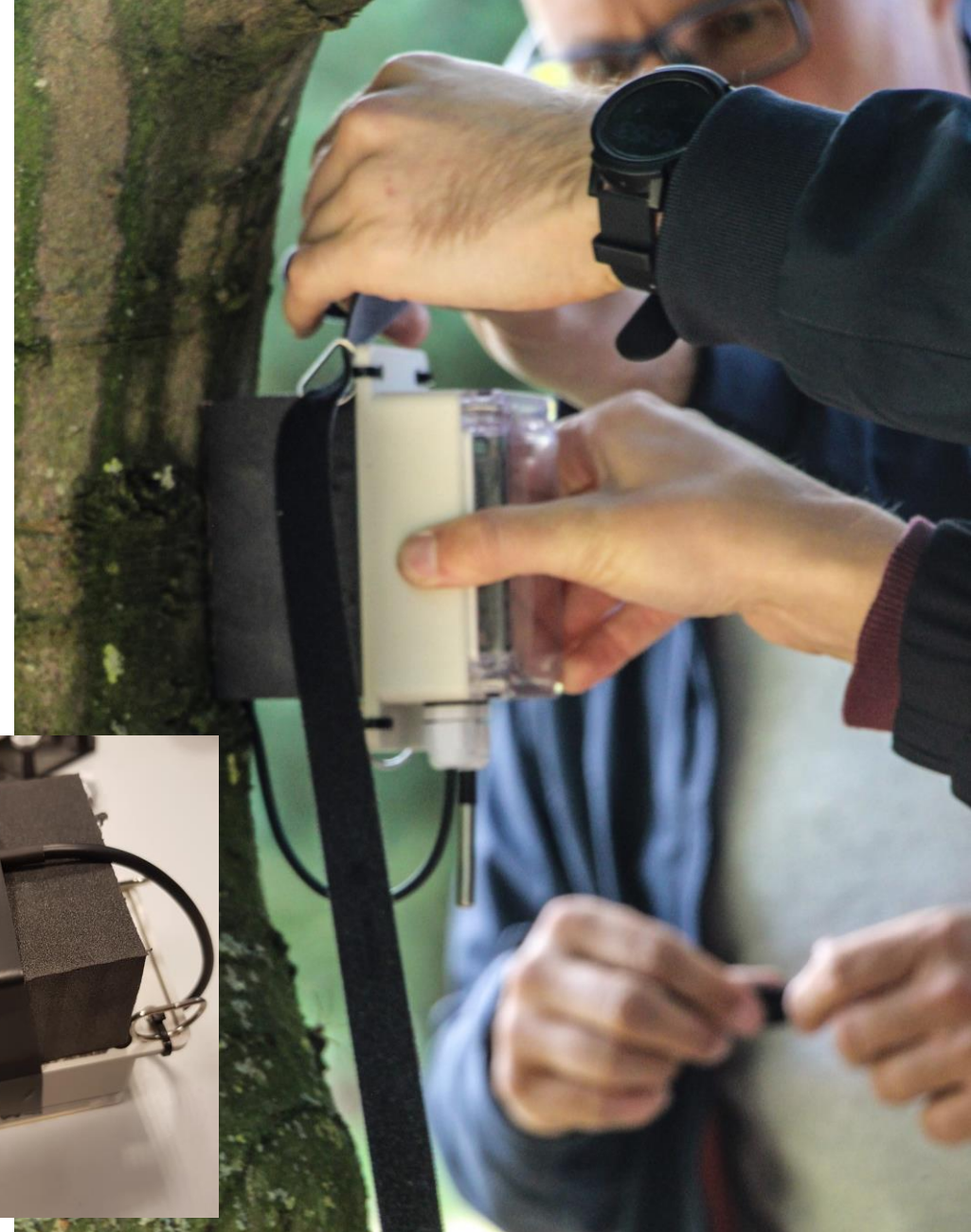
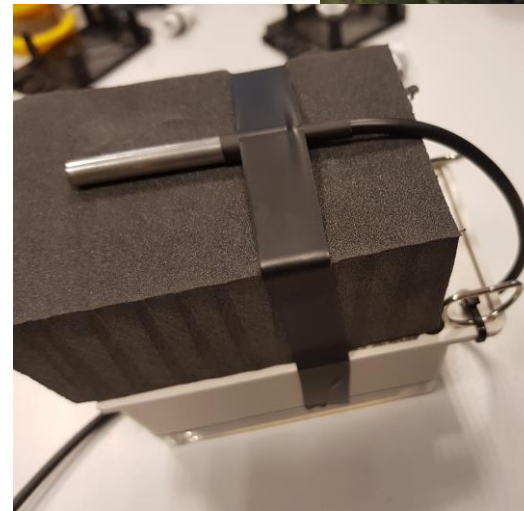
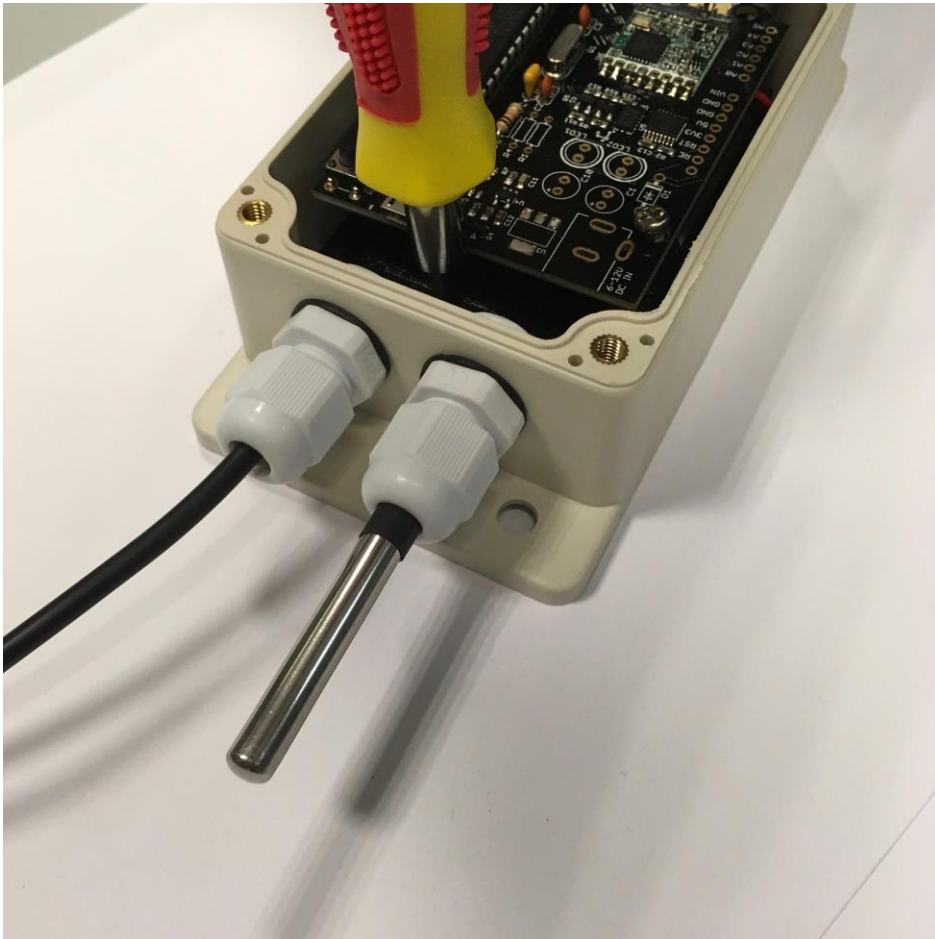




# Onze IoTree sensor



# Onze IoTree sensor





# Hoe lang kan de IoTTree sensor (prototype) werken op 3 AA-batterijen?

6 maanden

1 jaar

2 jaar

5 jaar

Start the presentation to see live content. Still no live content? Install the app or get help at [PollEv.com/app](https://PollEv.com/app)

# Om over na te denken...



Bedenk zelf een (nieuw) IoT product

1. Neem een alledaags voorwerp.
2. Zet er het woord “smart” voor.
3. Welke sensoren ga je hier aan koppelen? Wat ga je meten?
4. Hoe kan je energie besparen?  
Welk type communicatie (afstand, snelheid) heb je nodig?