

# Metingen aan de melkweg met een 1,5 meter schoteltje



Frans De Jong  
PE1RXJ

Seminar “Waterstof in je achtertuin”  
14 maart 2026  
Dwingeloo

# Overzicht

- \* **Wat wil ik eigenlijk**
- \* **De hardware beschrijving**
- \* **Een eerste waterstof waarneming**
- \* **Verdere opbouw en verbetering**
- \* **Een volledige –statische- meting**
- \* **Wat zie ik? Kan ik het ook verklaren?**
- \* **En hoe nu verder?**

# Wat wil ik?

- \* **Kan ik radioastronomie thuis doen?**
  - > ELF (SID), 20 MHz JOVE, Meteor scatter, 70 cm zonnemetingen, ...
- \* **Is 21cm waterstof (lijnstraling) te doen?**
  - > Dat gaan we zien!
- \* **Hoe groot moet een antenne dan wezen?**
- \* **Waar liggen de grenzen?**

# Hardware beschrijving

- \* **Nodig:**

- antenne reflector (3 meter schotel bewezen)
- een geschikt actief element (busstraler)
- ruisarme voorversterker (LNA)
- ontvanger (SDR)
- voedingen

- \* **PC met software.**

# Hardware beschrijving busstraler

**De busstraler is een koekjesblik en als kwartgolf element een Parkerpen stift.**

**Dat lijkt op de zgn. “Cantenna”.**

**Er bestaan meerdere Excel invul-programma’s voor de maatvoering.**

# Hardware beschrijving busstraler



koekjesblik en als  
een Parkerpen stift.

‘Cantenna’.

cel programma’s voor de

# Hardware beschrijving busstraler

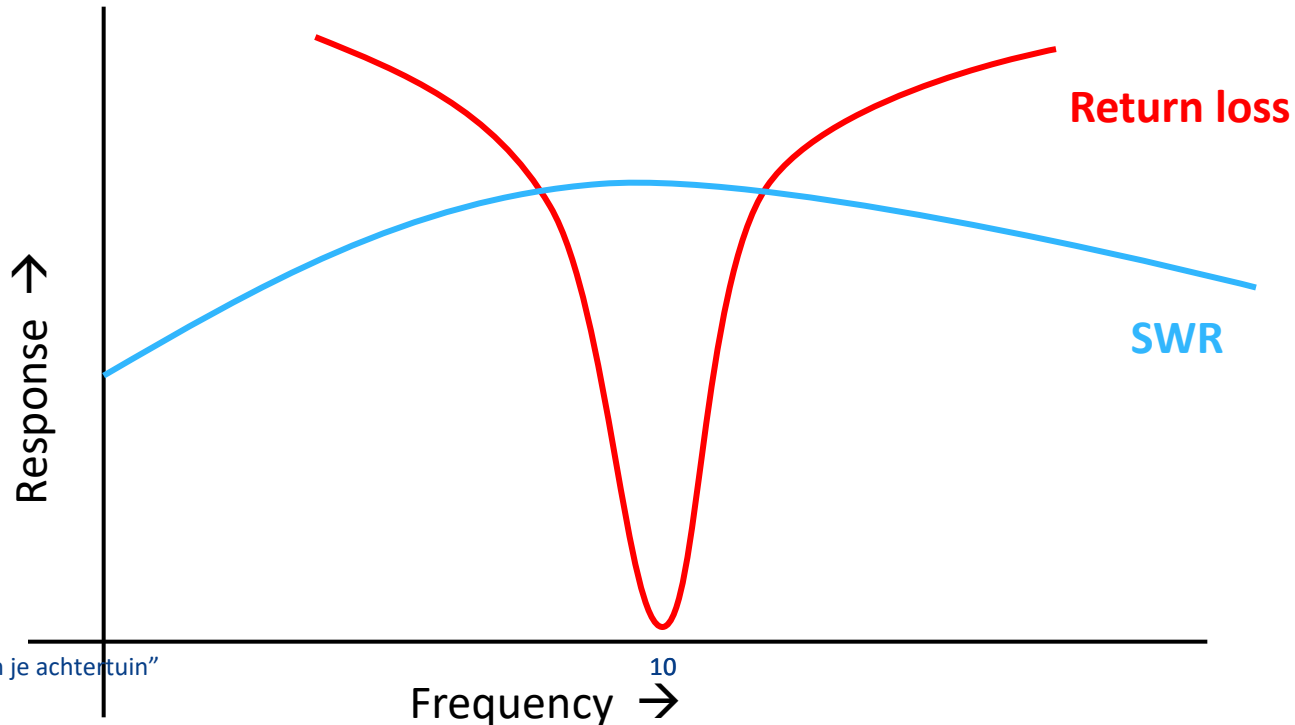


or de

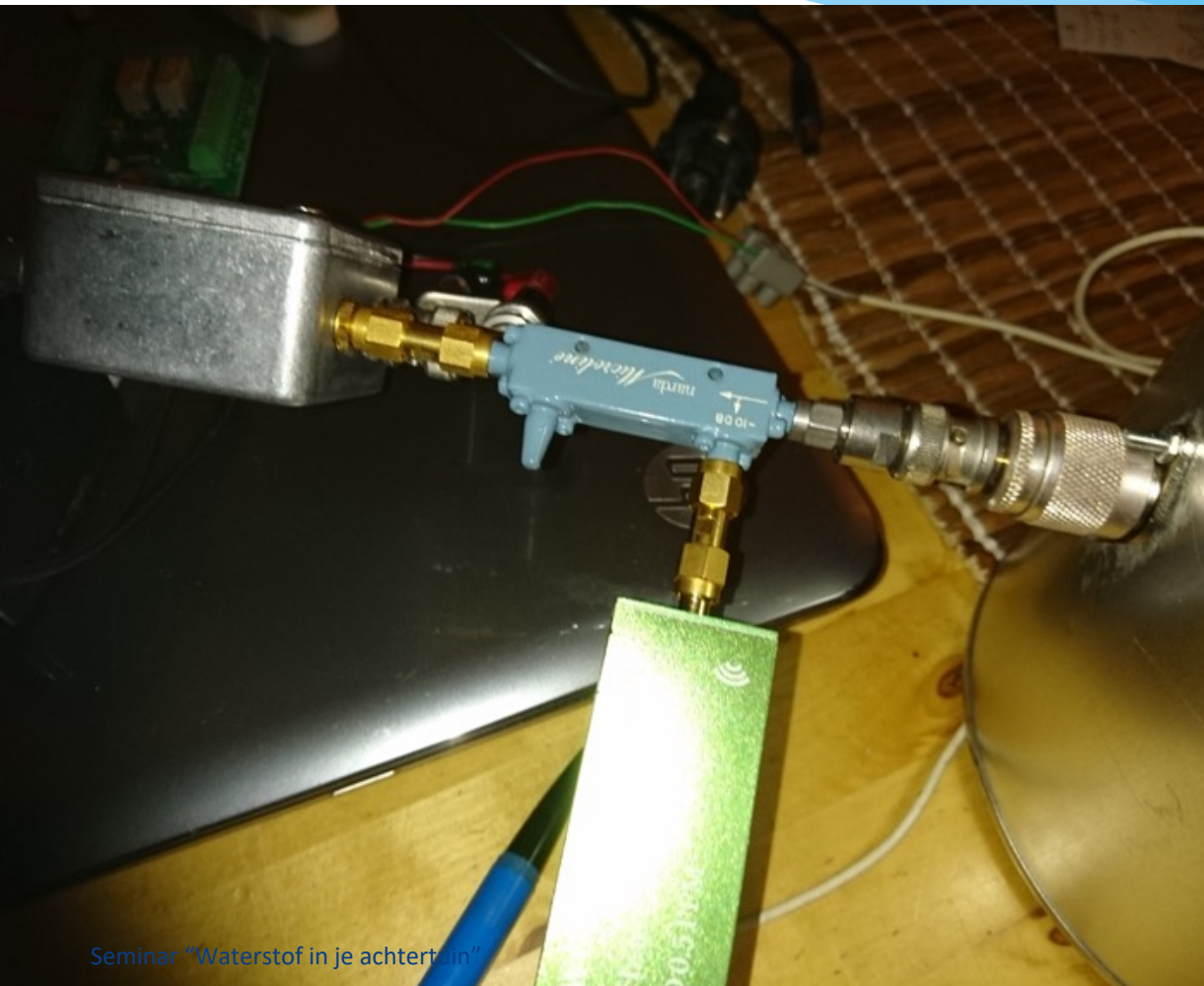
# Hardware beschrijving busstraler



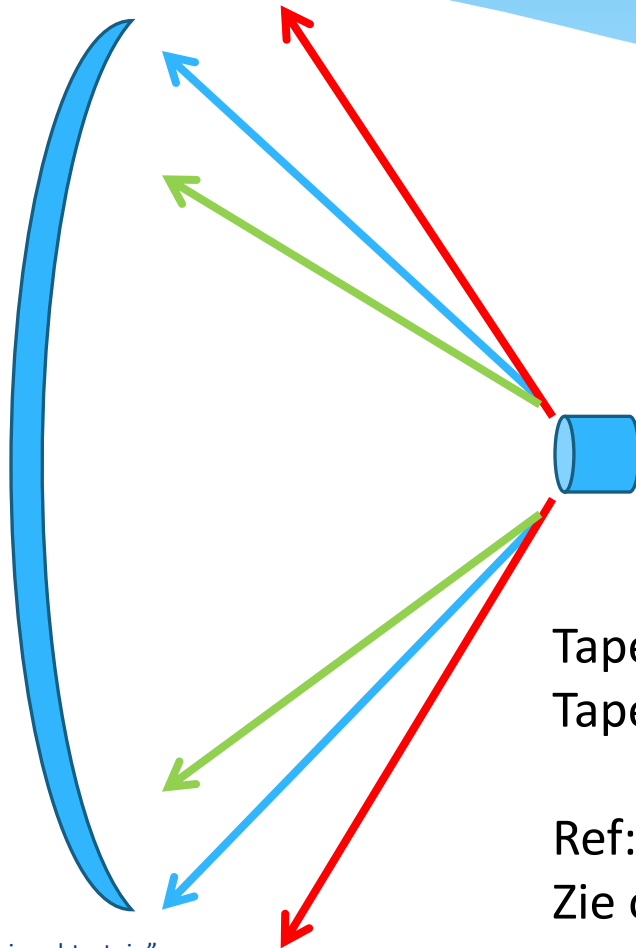
# Bepaling Minimum return loss



# Bepaling Minimum return loss



# Bepaling bundelbreedte van de busstraler



Ogenschijnlijk ideaal

Overspill geeft ruis

-10 dB praktisch perfect

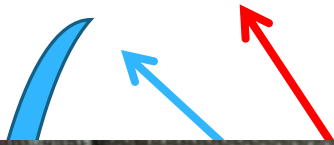
Taper -3 dB is goed voor max signal

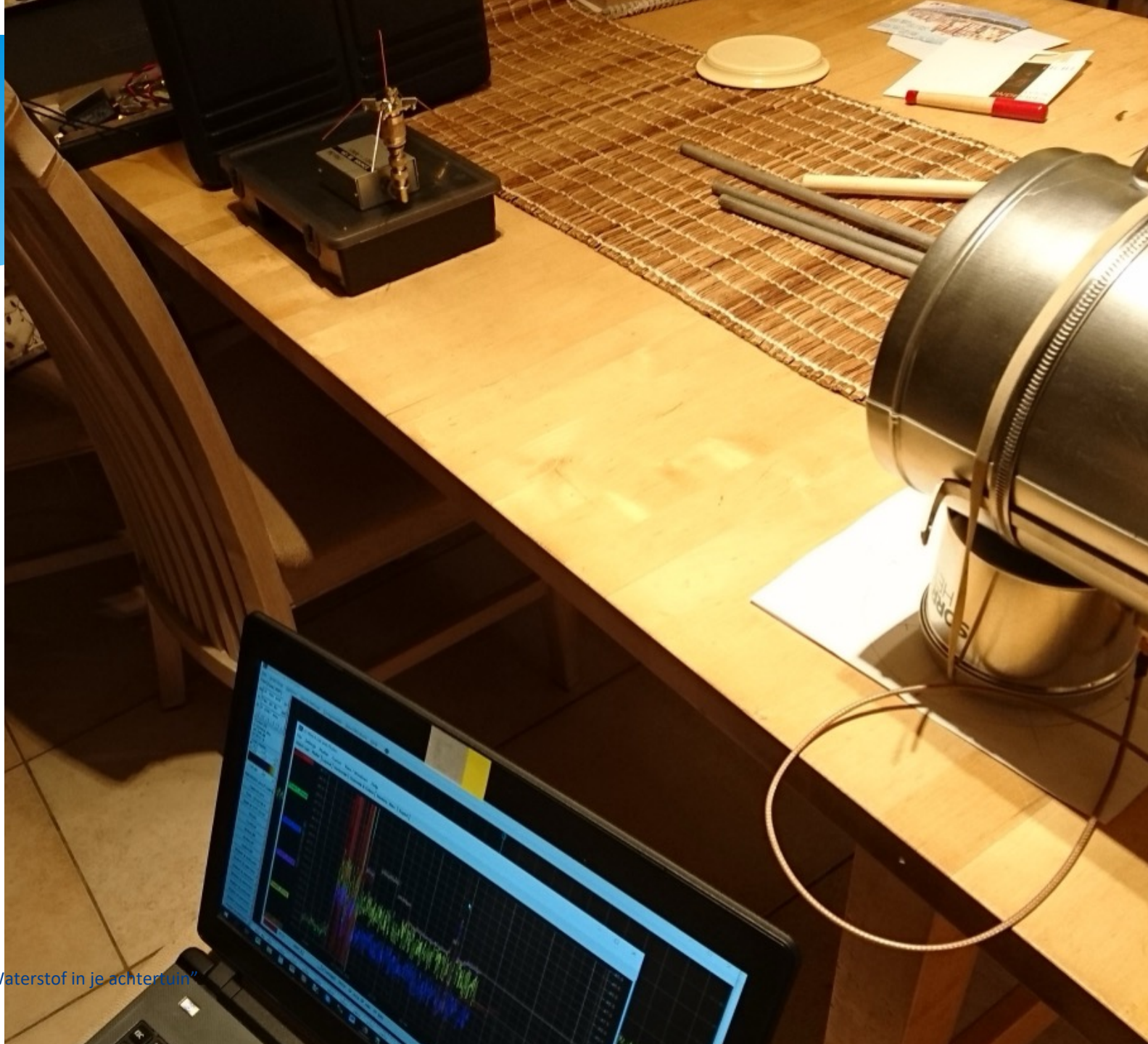
Taper -10dB is goed voor max S/N

Ref: P. Wade W1GHZ, QEX artikelen.

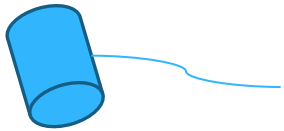
Zie ook: <https://www.qsl.net/n1bwt/preface.htm>

# Bepaling bundelbreedte van de busstraler

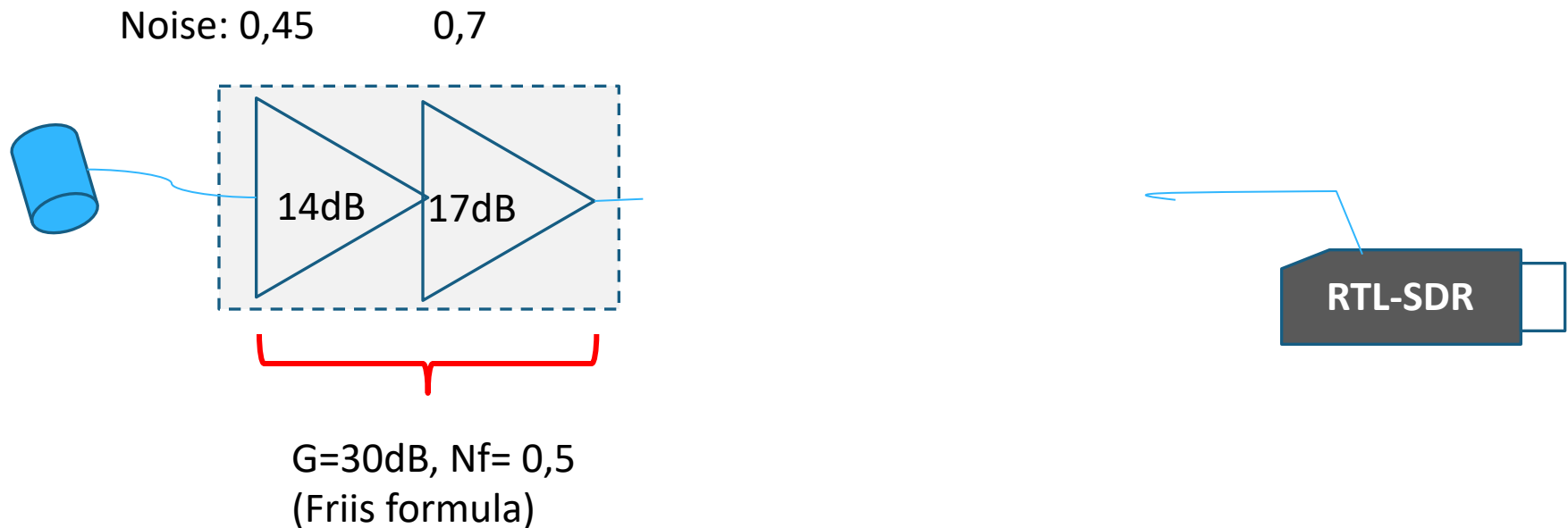




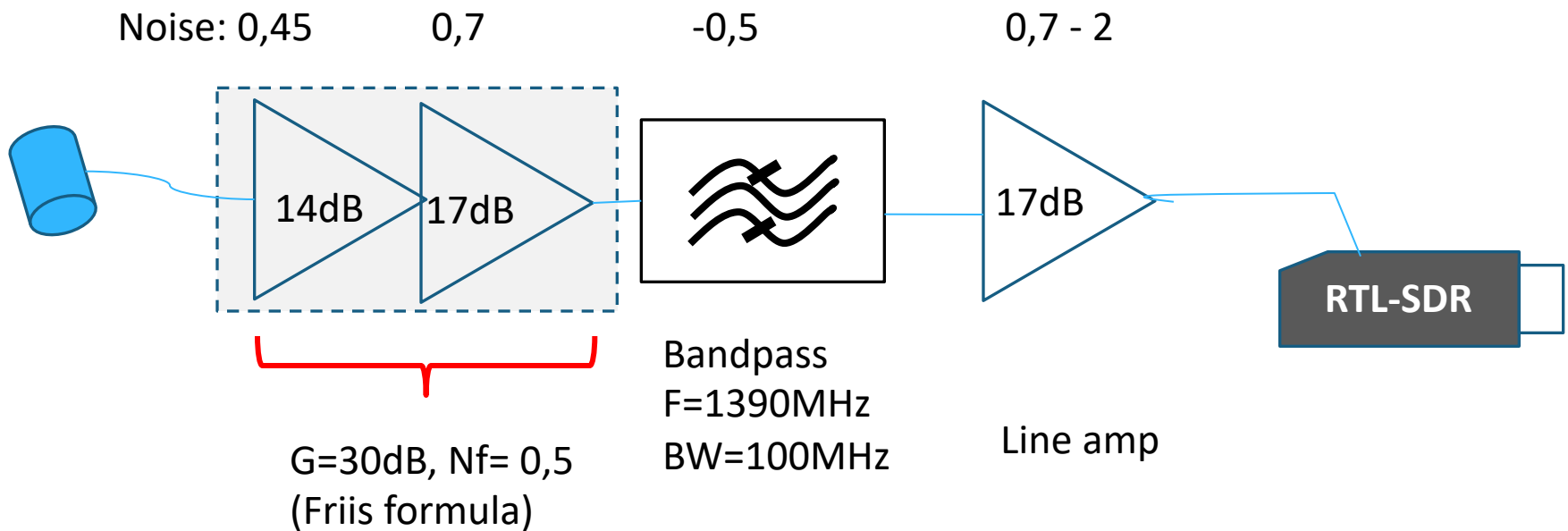
# LNA en ontvanger



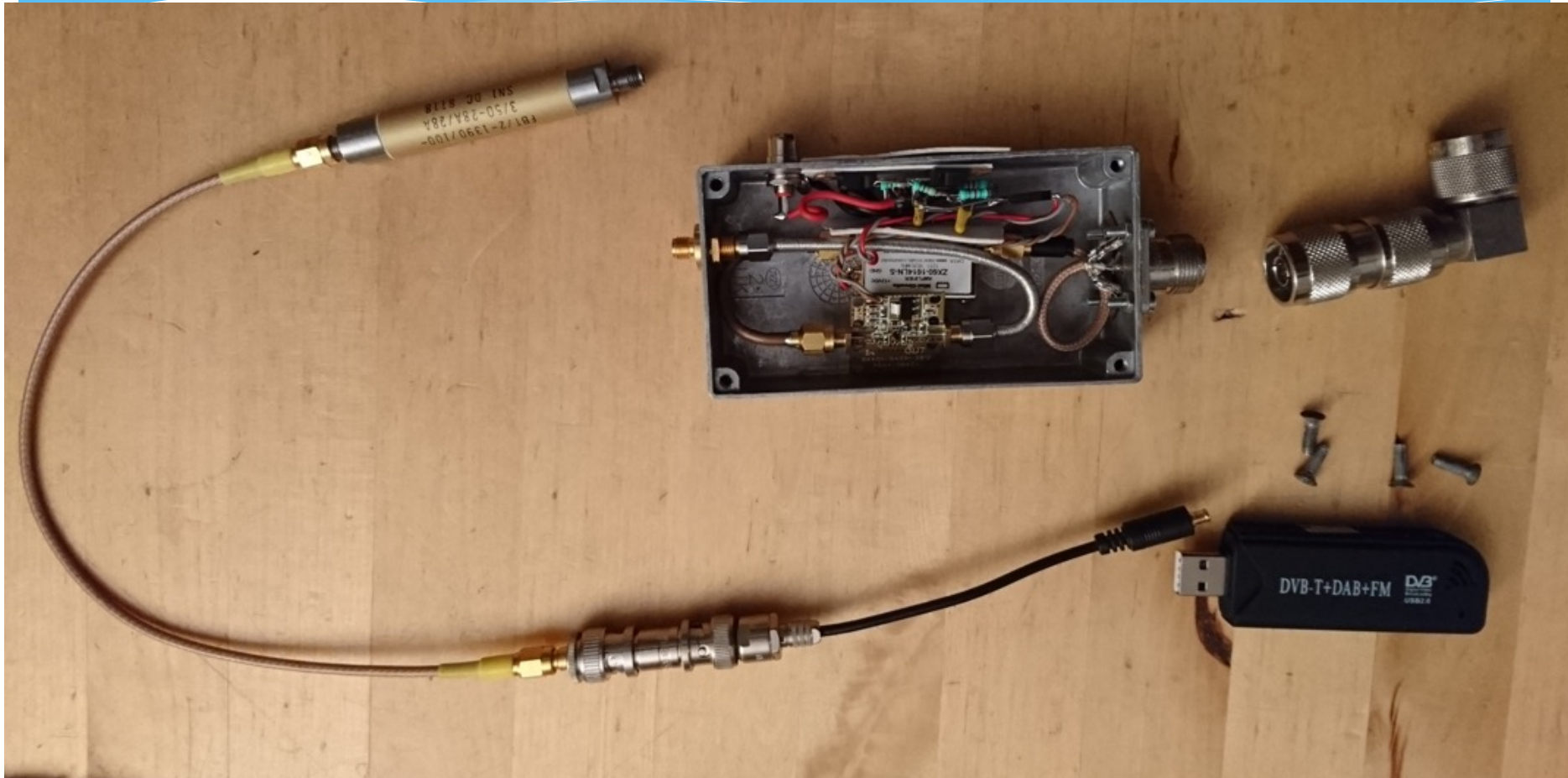
# LNA en ontvanger



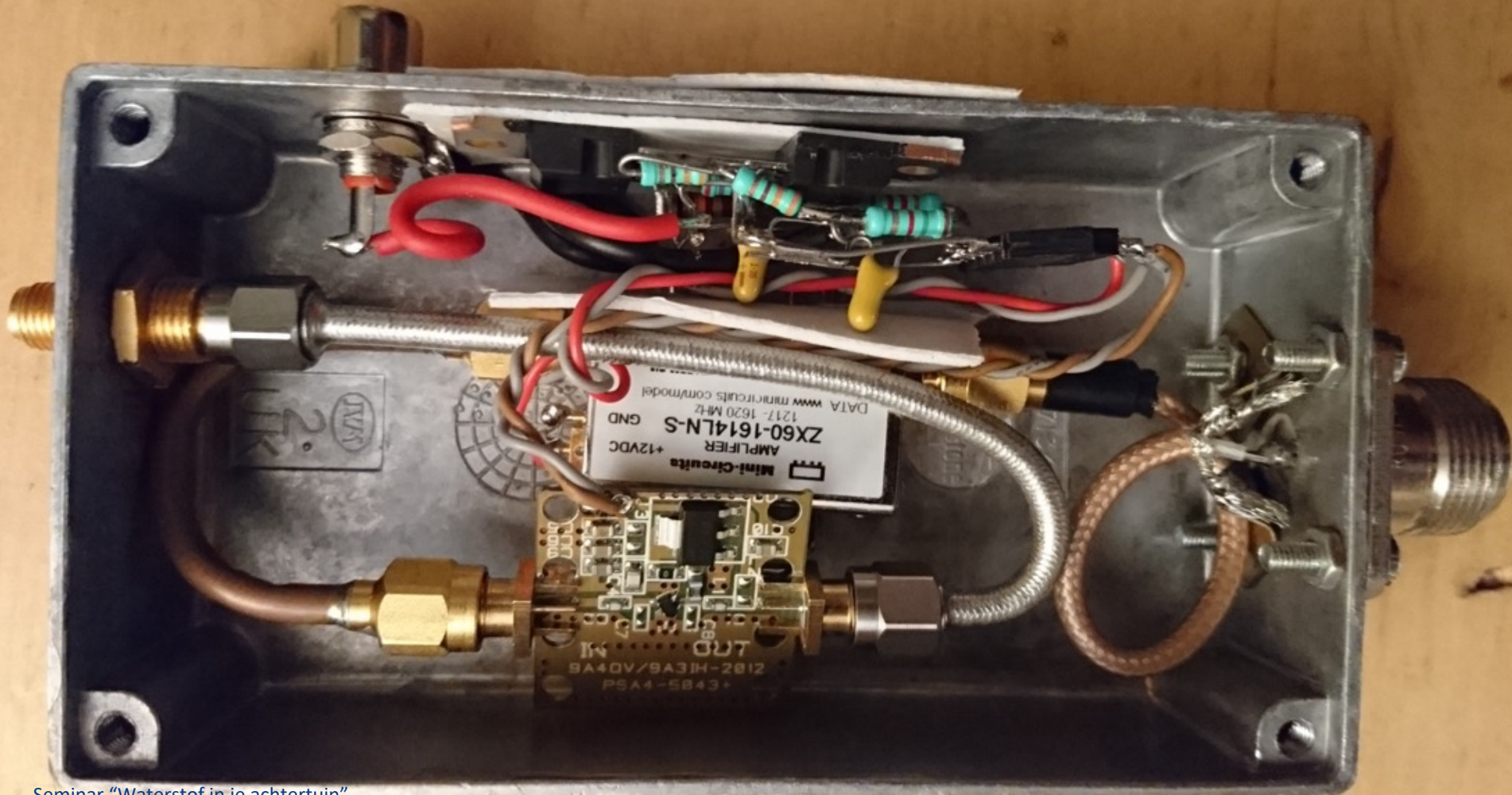
# LNA en ontvanger



# LNA en ontvanger



# LNA en ontvanger



# LNA en ontvanger



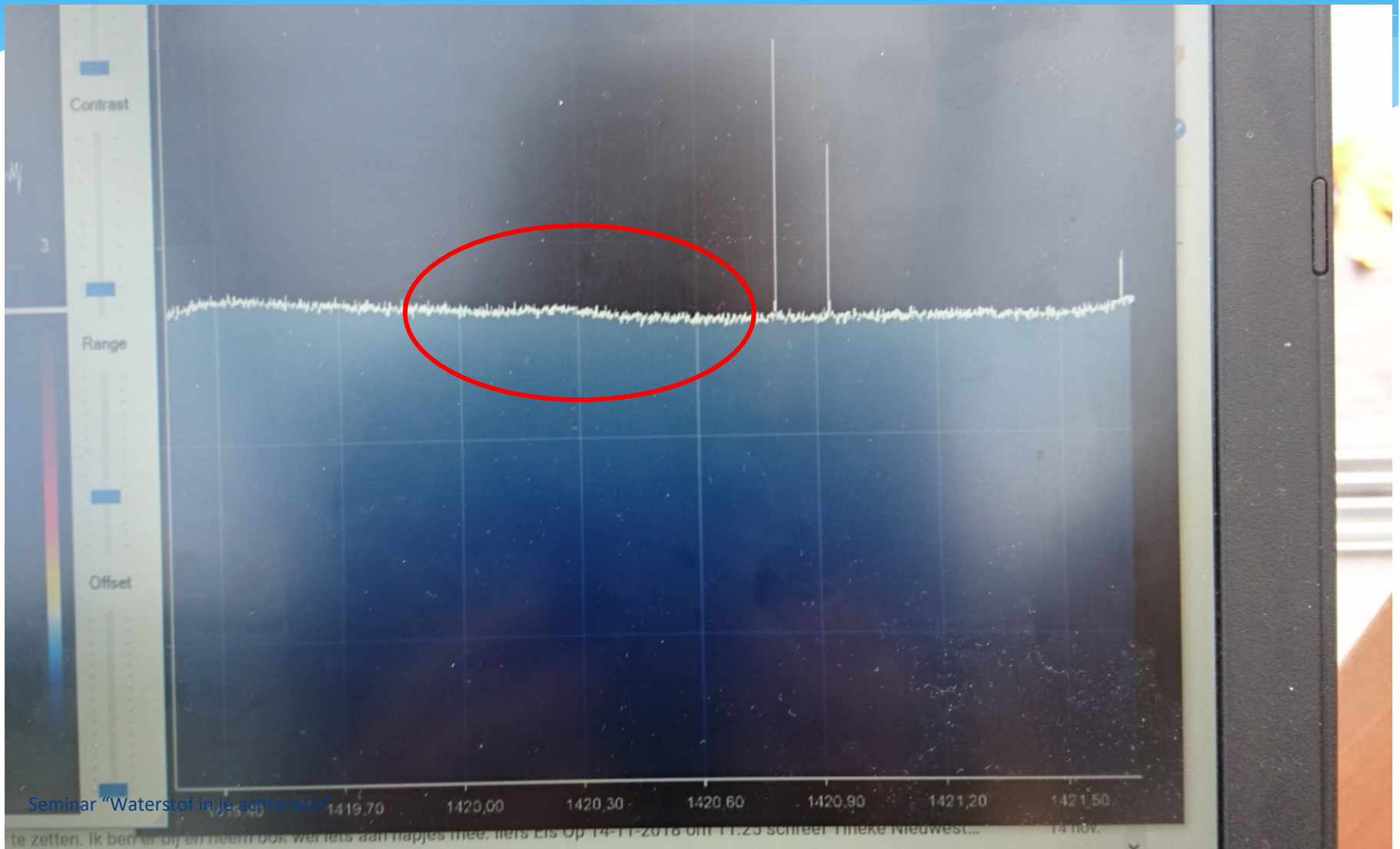
# First light



21



# First light

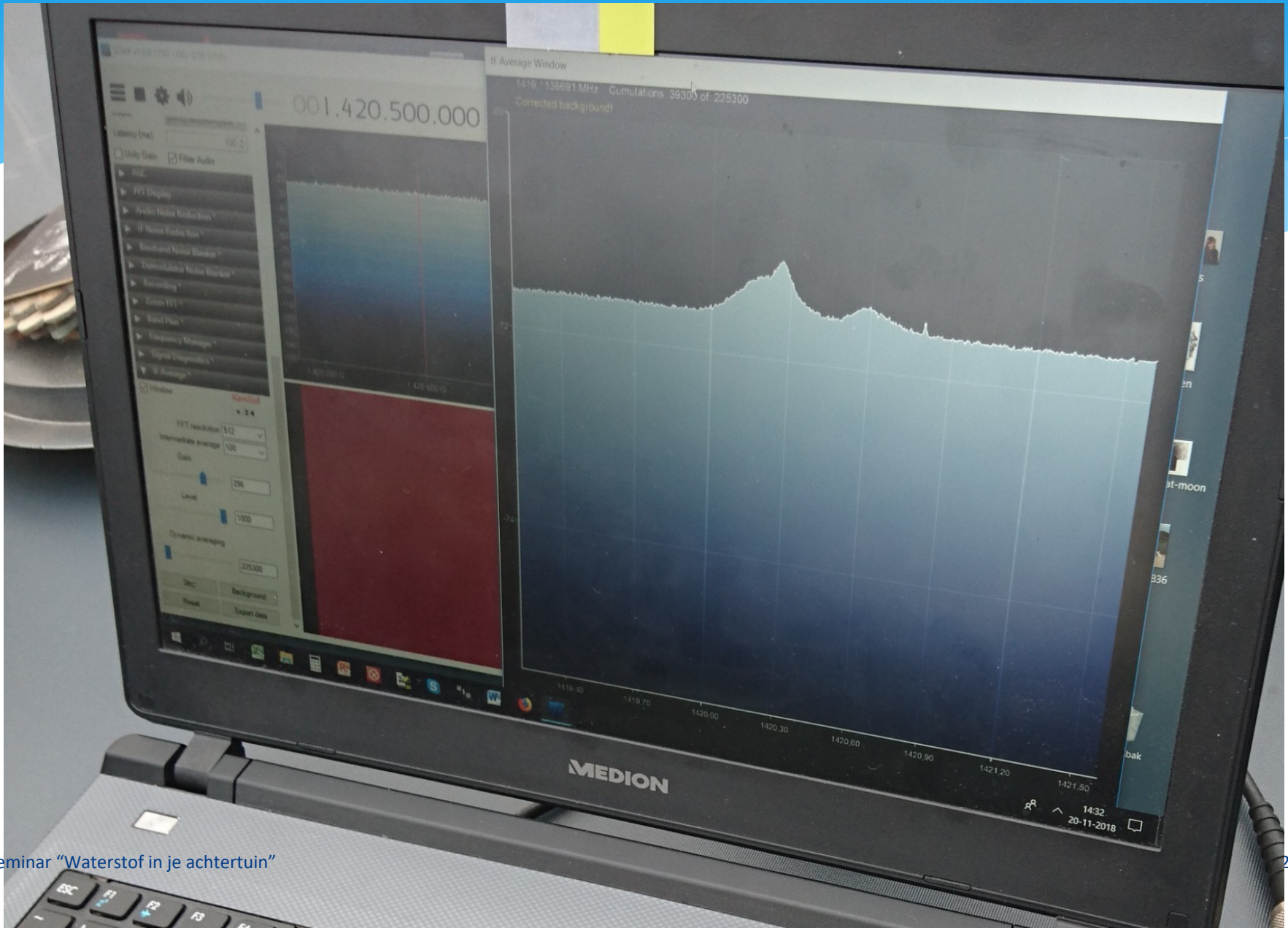


# 1,5 meter schotel

Eerst maar eens kijken of dat iets doet.

Houtje-touwtje en nog geen statief...





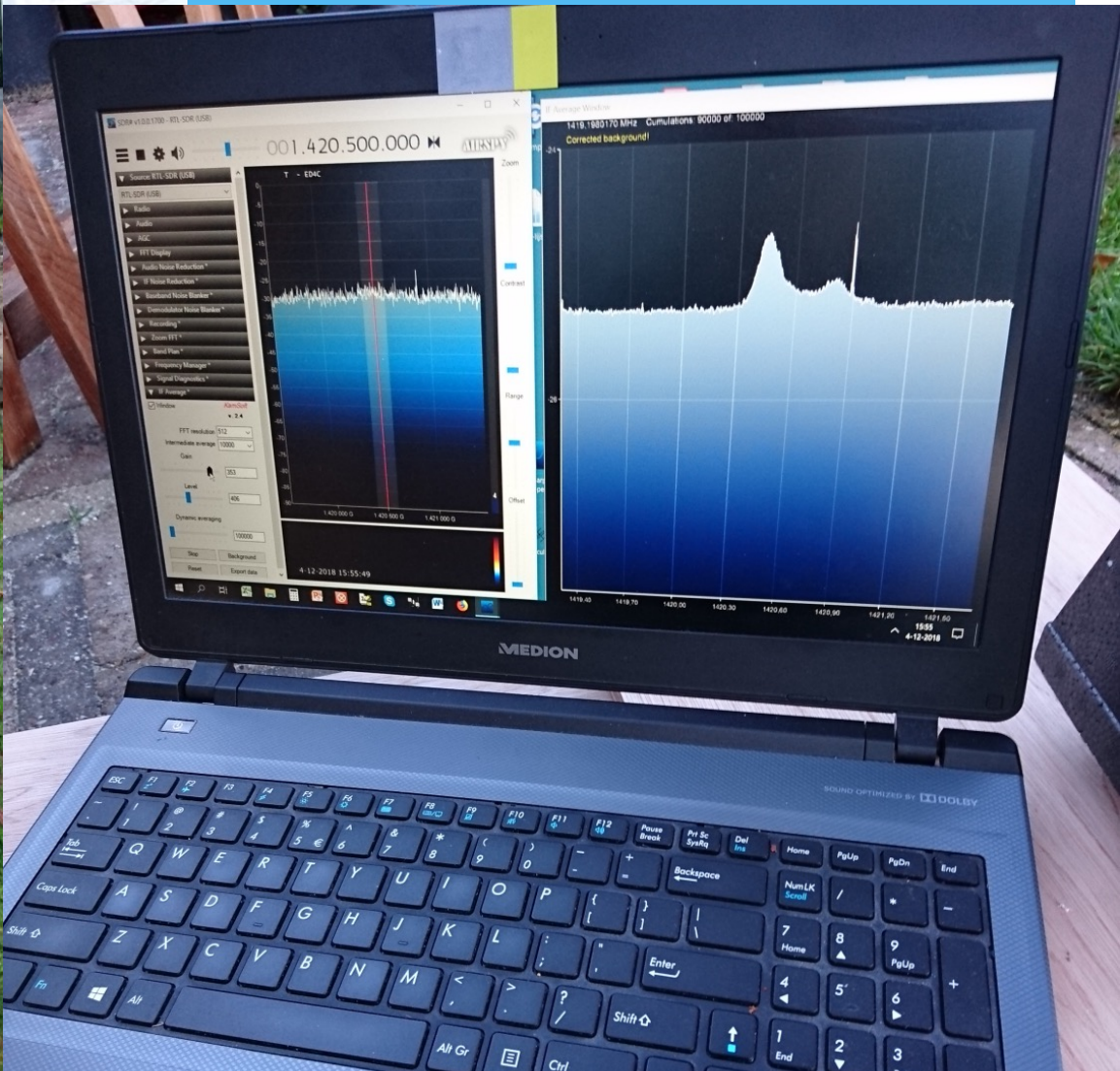
# Opgesteld en afgeregeld

Betere opstelling, eerste Ina ingebouwd,

stabiel op melkweg richten

Straler goed in focus gebracht (moest 10 cm naar voren)

# en afgeregeld



# PC software

## \* Nodig:

- redelijke PC met USB
- een SDR programma voor ontvangst
- Integratie software

## \* Gevonden:

- Laptop
- SDR# (voldoet prima)
- Lucky find: een SDR# plug-in

**‘IF Average’ van D. Kaminski**

# SDR# met plug-in - IF Average -

Een waterstof meting doen

IF-Average meet over de GEHELE I/Q middenfrequent die aangeboden is!

1. Bepaal Fourier van het ruissignaal (resultaat nog té ruiserig)
2. Maak een gemiddelde van véél van deze Fourier resultaten
3. Het resultaat is een frequentie-curve met daarin het signaal
4. Het Live signaal kan je zien en verder uitmiddelen voor nóg minder ruis.  
Dit kost wel live update vertraging.
5. De resulterende curve opslaan.

Window *KamSoft*  
v. 2.6

FFT resolution 1024

Intermediate average 100

Gain



Level



Dynamic averaging



Stop

Background

Reset

Export single AV

Multiple files

Number of files to save 2

Delay between rec. [s] 5

Path

D:\Frans\Documents

Files name

test-if

Seminar "Waterstof in je achtertuin"

Stop

Multiple save

SDR# v1.0.0.1700 - RTL-SDR (USB)

001.420.400.000

AIRSPY

- ▶ Baseband Noise Blanker \*
- ▶ Demodulator Noise Blanker \*
- ▶ Recording \*
- ▶ Zoom FFT \*
- ▶ Band Plan \*
- ▶ Frequency Manager \*
- ▶ Signal Diagnostics \*
- ▼ IF Average \*

Window *KamSoft*  
v. 2.6

FFT resolution 1024

Intermediate average 10000

Gain 400

Level 859

Dynamic averaging 1000000

Stop Background

Reset Export single AV

Multiple files

Number of files to save 10

Delay between rec. [s] 15

Path  
D:\Temp\RA-logs

Files name  
data26122018-3

Stop Multiple save

Zoom

Contrast

Range

Offset

14:30  
26-12-2018

Window *KamSoft*  
v. 2.6

FFT resolution

Intermediate average

Gain



Level



Dynamic averaging



Stop

Background

Reset

Export single AV

Multiple files

Number of files to save

Delay between rec. [s]

Path

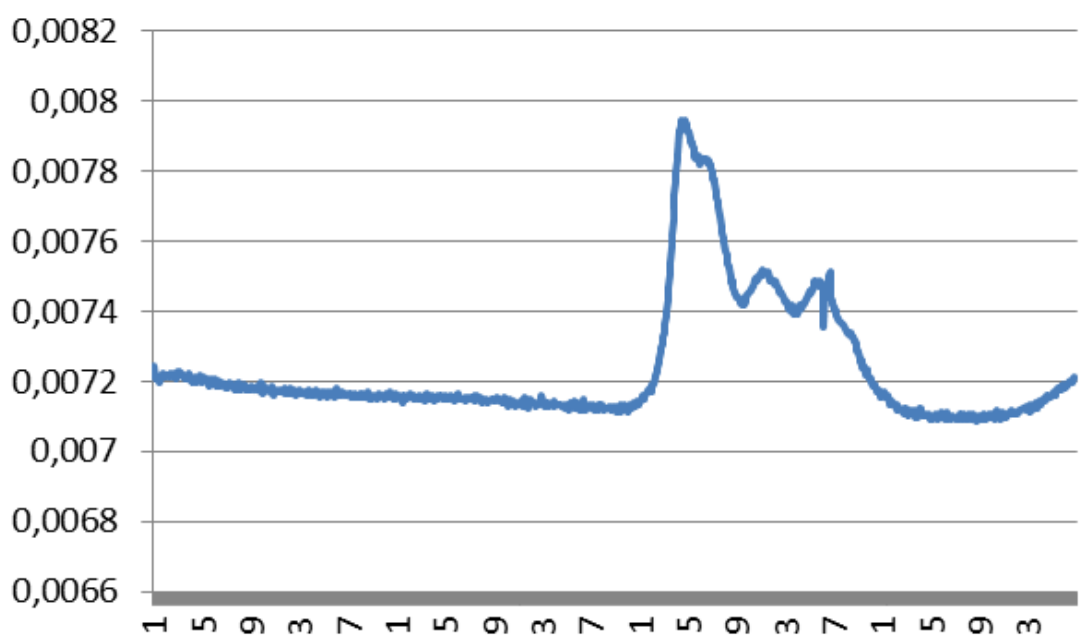
Files name

Stop

Multiple save



81/100



# SDR# met plug-in - IF Average -

**BELANGRIJK:**

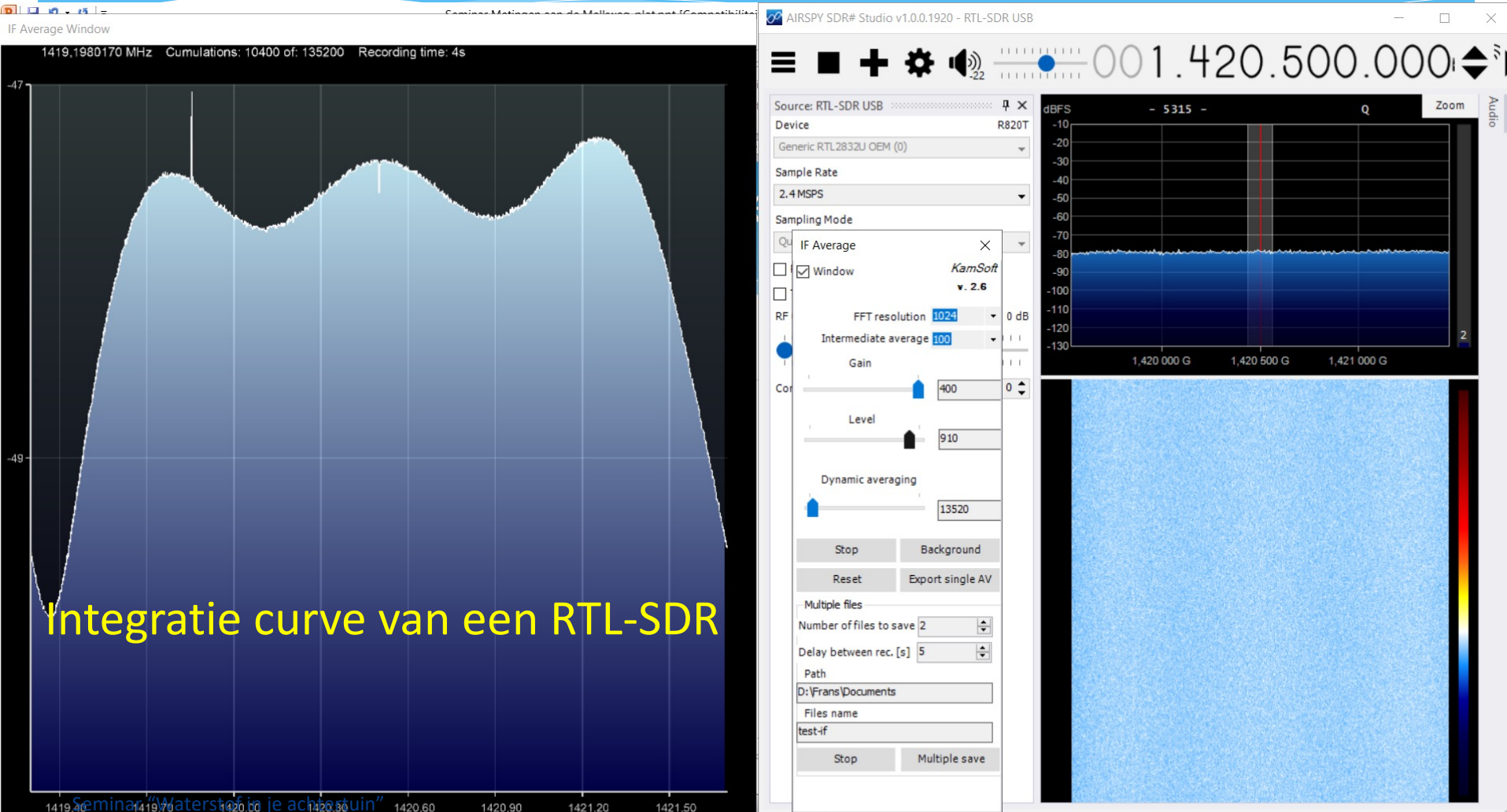
Het maken van een background zónder melkweg signaal!

Voordat je die backgroundmeting start, overweeg welke methode:

1. Schotel wegdraaien van melkweg (cold sky)
2. Schakelen van antenne naar een 50 Ohm weerstand
3. Andere frequentie (bijvoorbeeld 2 MHz hoger)
4. Hoorn afdekken met RF dempend materiaal

De background meting wordt verder gedaan met dezelfde (!) installatie en instellingen

# Background creation

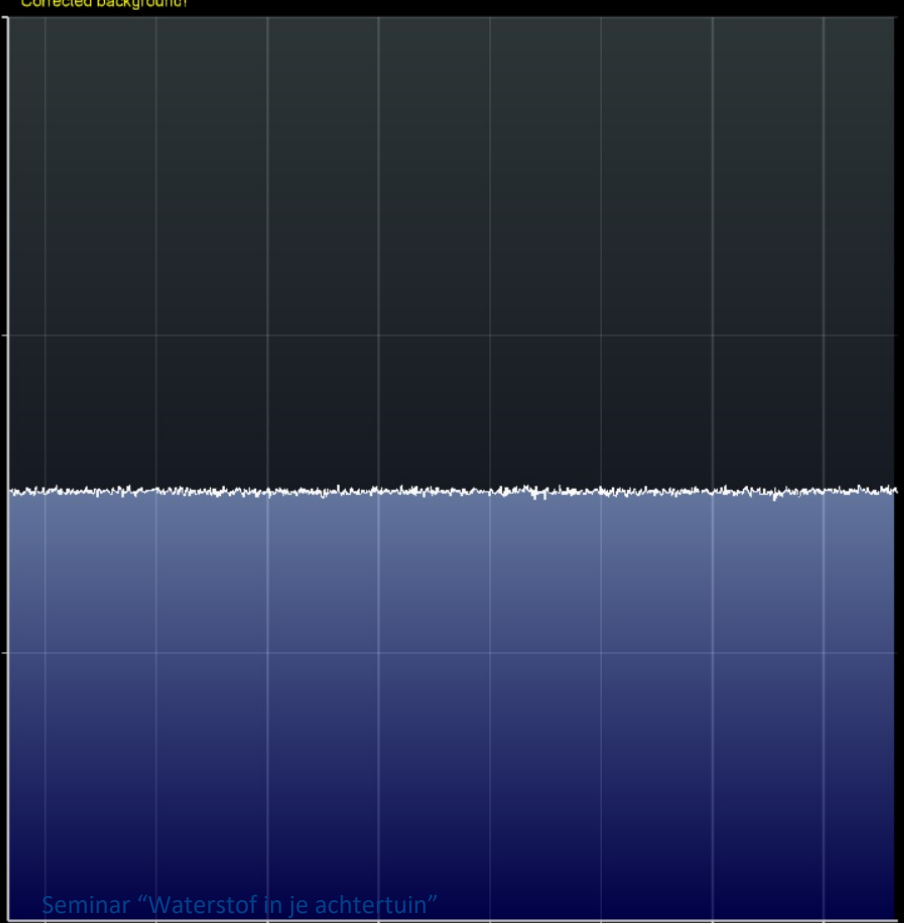


Integratie curve van een RTL-SDR

# Background correction

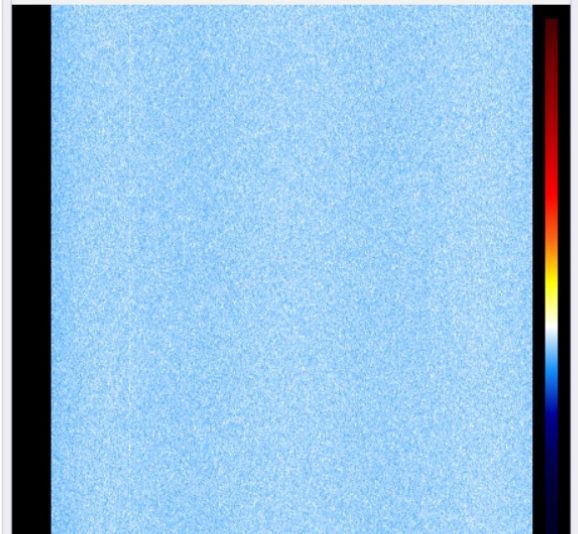

IF Average Window

1419.1980170 MHz Cumulations: 125500 of: 135200 Recording time: 53s  
Corrected background!



dBFS -1C3A - Q Zoom

Source: RTL-SDR USB  
Device: R820T  
Generic RTL2832U OEM (0)  
Sample Rate: 2.4 MSPS  
Sampling Mode: IF Average  
IF Average: Window  
KamSoft v. 2.6  
RF: FFT resolution 1024 0 dB  
Intermediate average 100  
Gain: 325 0  
Cor: Level 1000  
Dynamic averaging: 13520  
Buttons: Stop Background Reset Export single AV  
Multiple files: Number of files to save 2 Delay between rec. [s] 5 Path: D:\Frans\Documents Files name: test-IF Buttons: Stop Multiple save

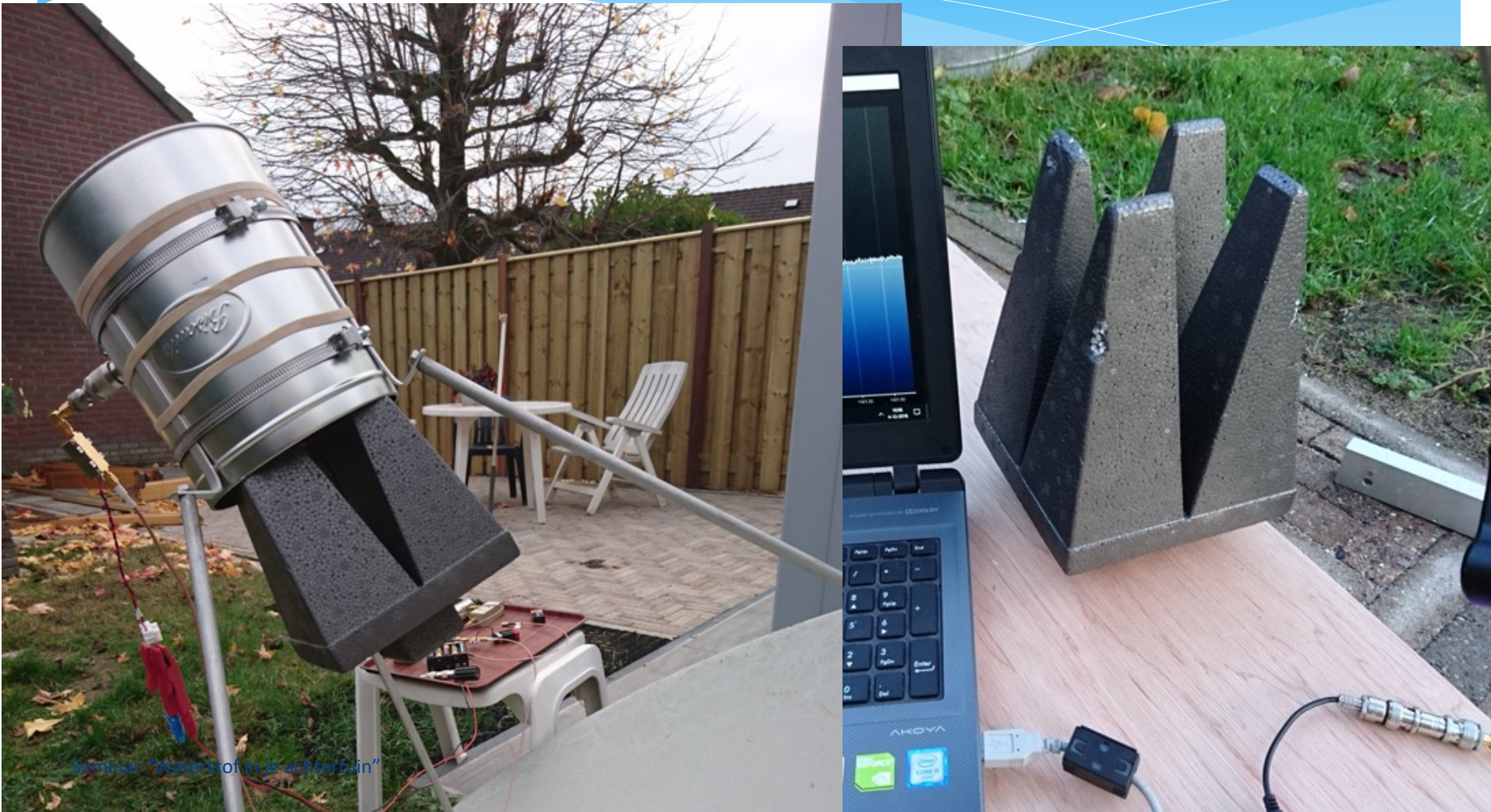


Seminar "Waterstof in je achtertuin"

Typ hier om te zoeken

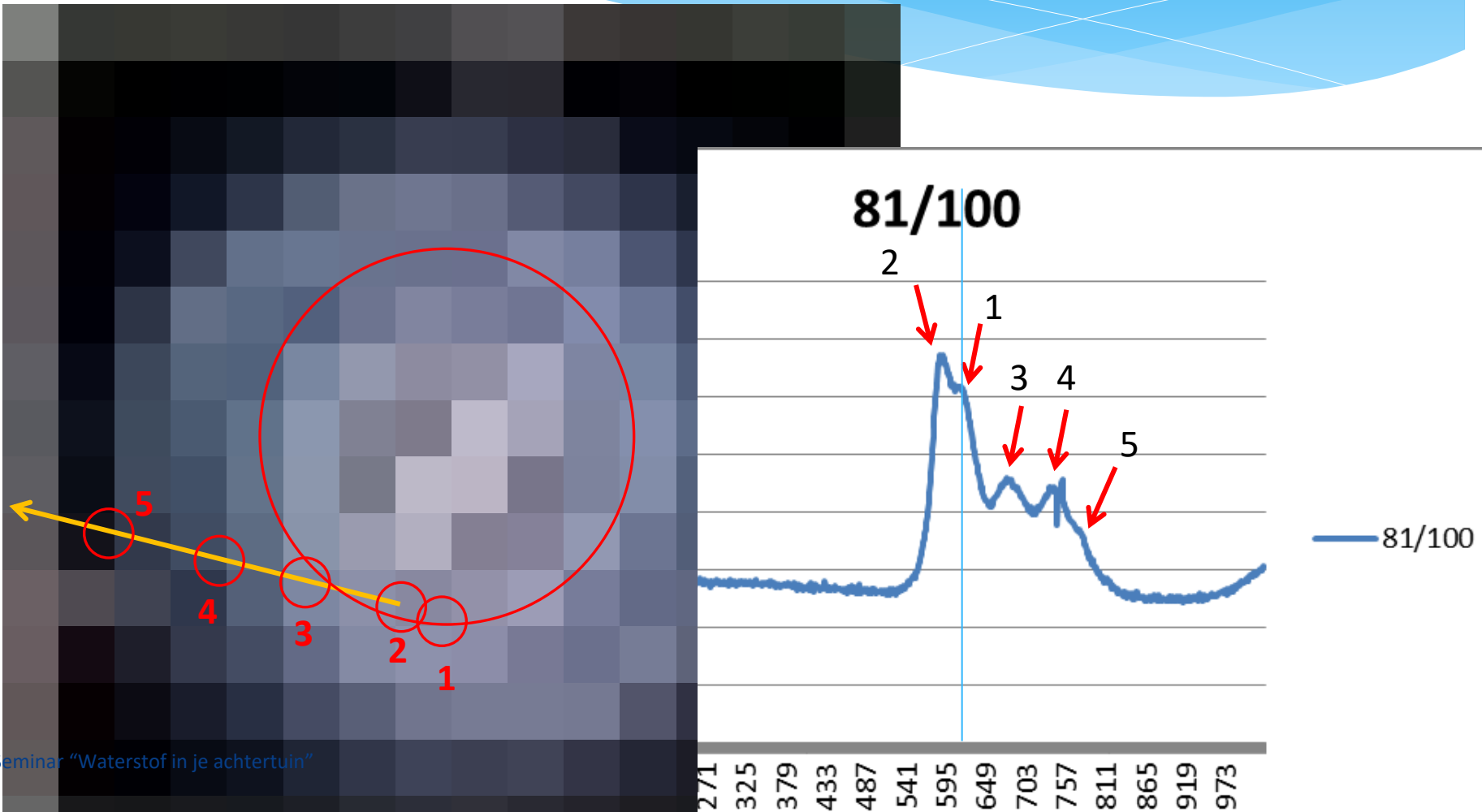
16:11 9-3-2026

# SDR# met plug-in - IF Average -



# 1e waarneming

## Wat zie ik eigenlijk



# 1e waarneming

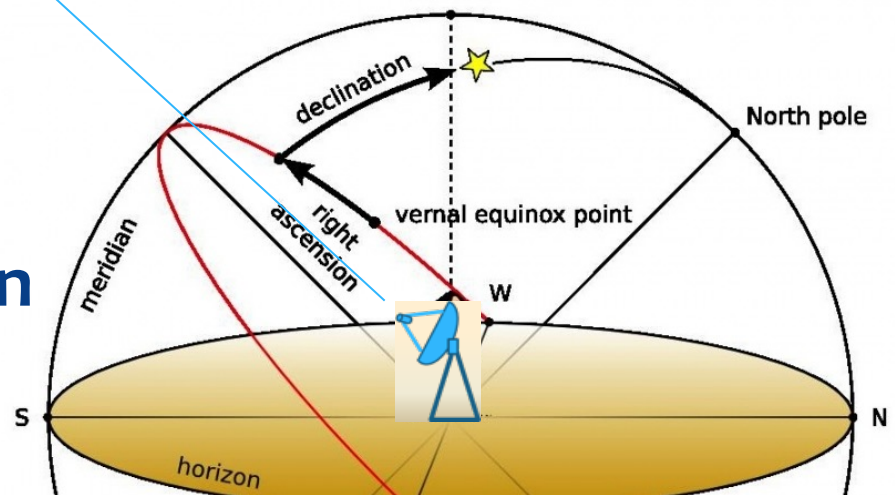
## Hoe kom ik aan deze resolutie?

- \* Wat we zien is de resolutie in frequentie en dus van de SW en de ontvanger:  
bij 1024 samples voor 2 MHz bandbreedte geeft dat  $2048000/1024 = 2000$  Hz per FFT bin .
- \* Bundelbreedte van een schotel:  $70 * \lambda/D$  graden.  
Hier geeft dat :  $70 * 0,21 / 1,5 = 9,8$  graden
- \* Deze bundelbreedte kan enige versmering geven.

# De –statische- waarneming

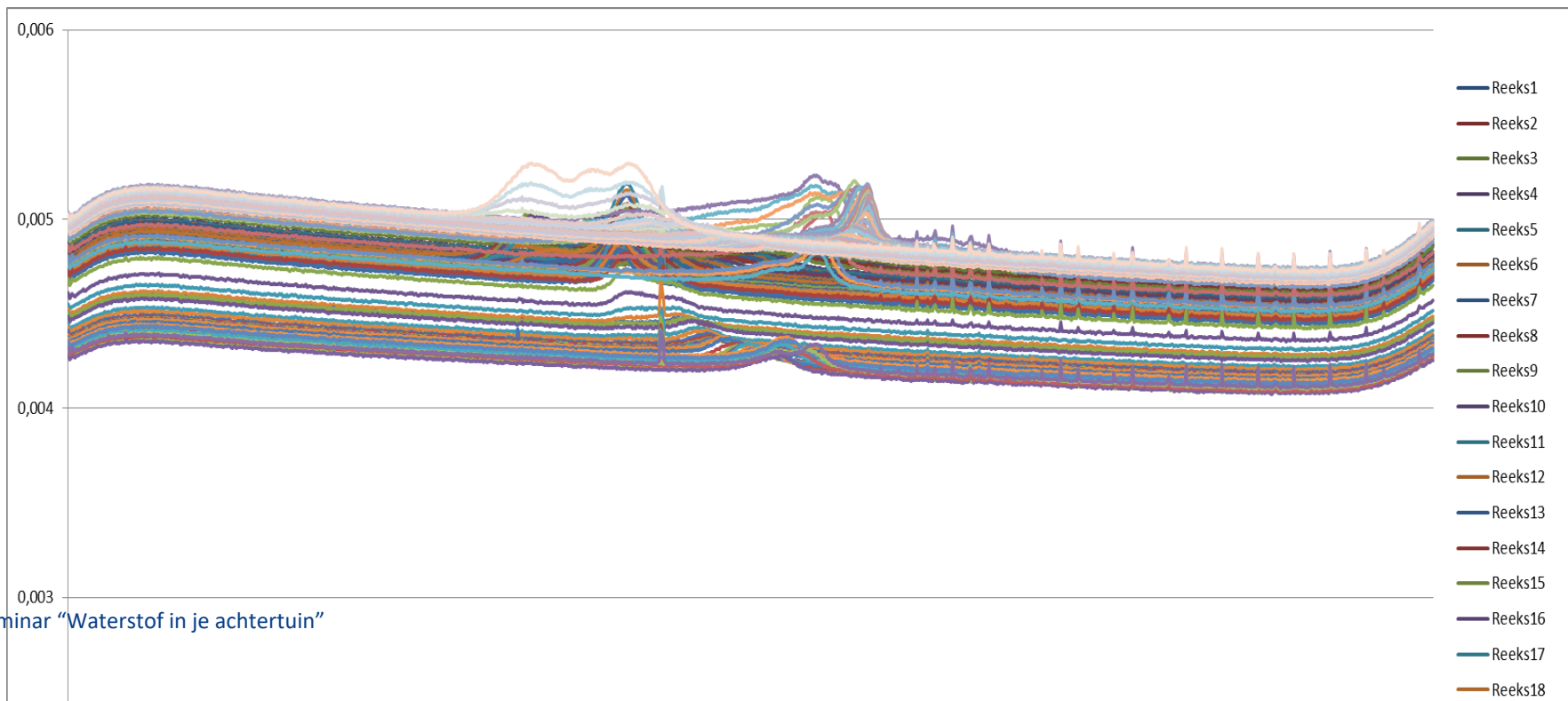
Stilstaande schotel → gebruikt als – doorgangs instrument –

- \* De schotel is gericht op:
  - > het zuiden
  - > op 38 graden hoogte (precies op de hemelequator).
- \* Ruim een dag meten hemelscan 360 graden
- \* Ongeveer elke 13 minuten in een file opslaan.



# Overzicht resultaat (1)

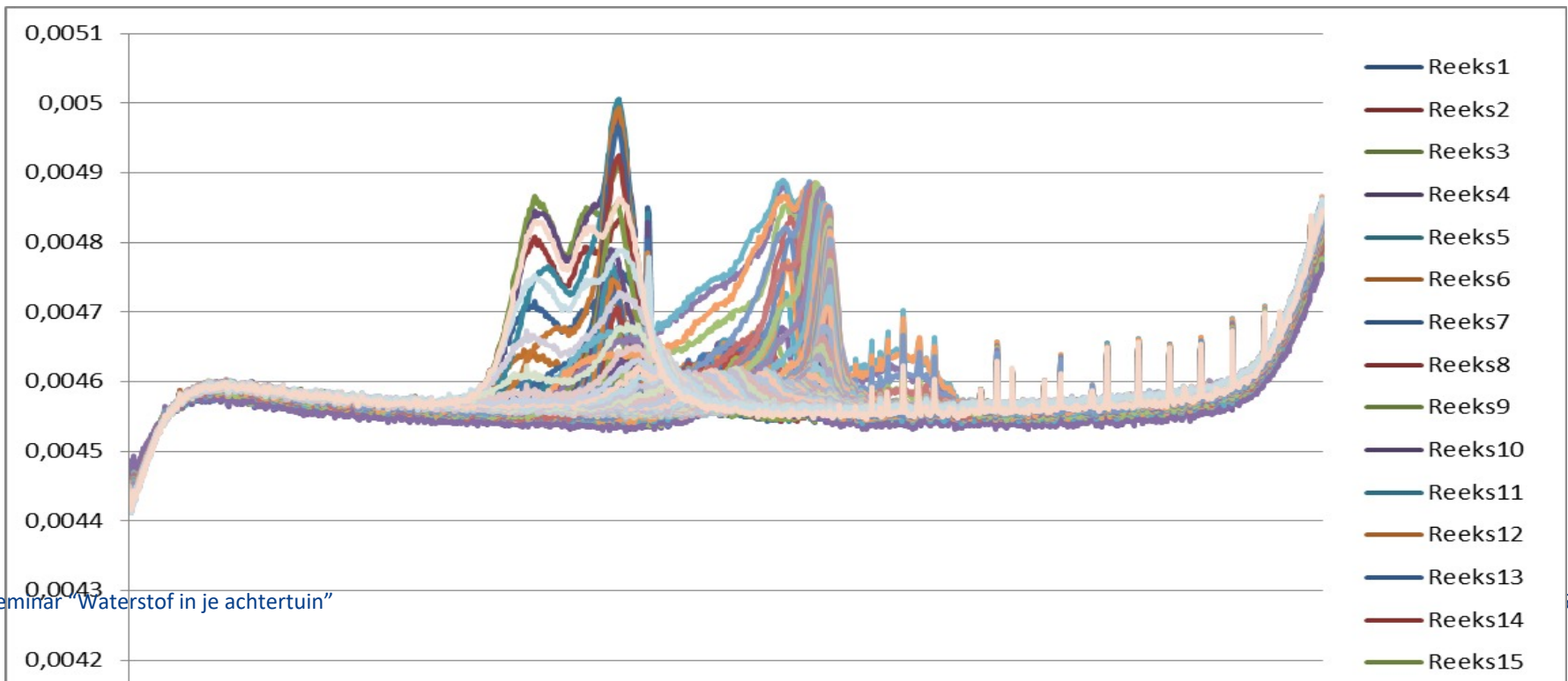
150 curves opgeslagen  
Elke 13 minuten, dus ongeveer 32 uur gelogd.



# Overzicht resultaat (2)

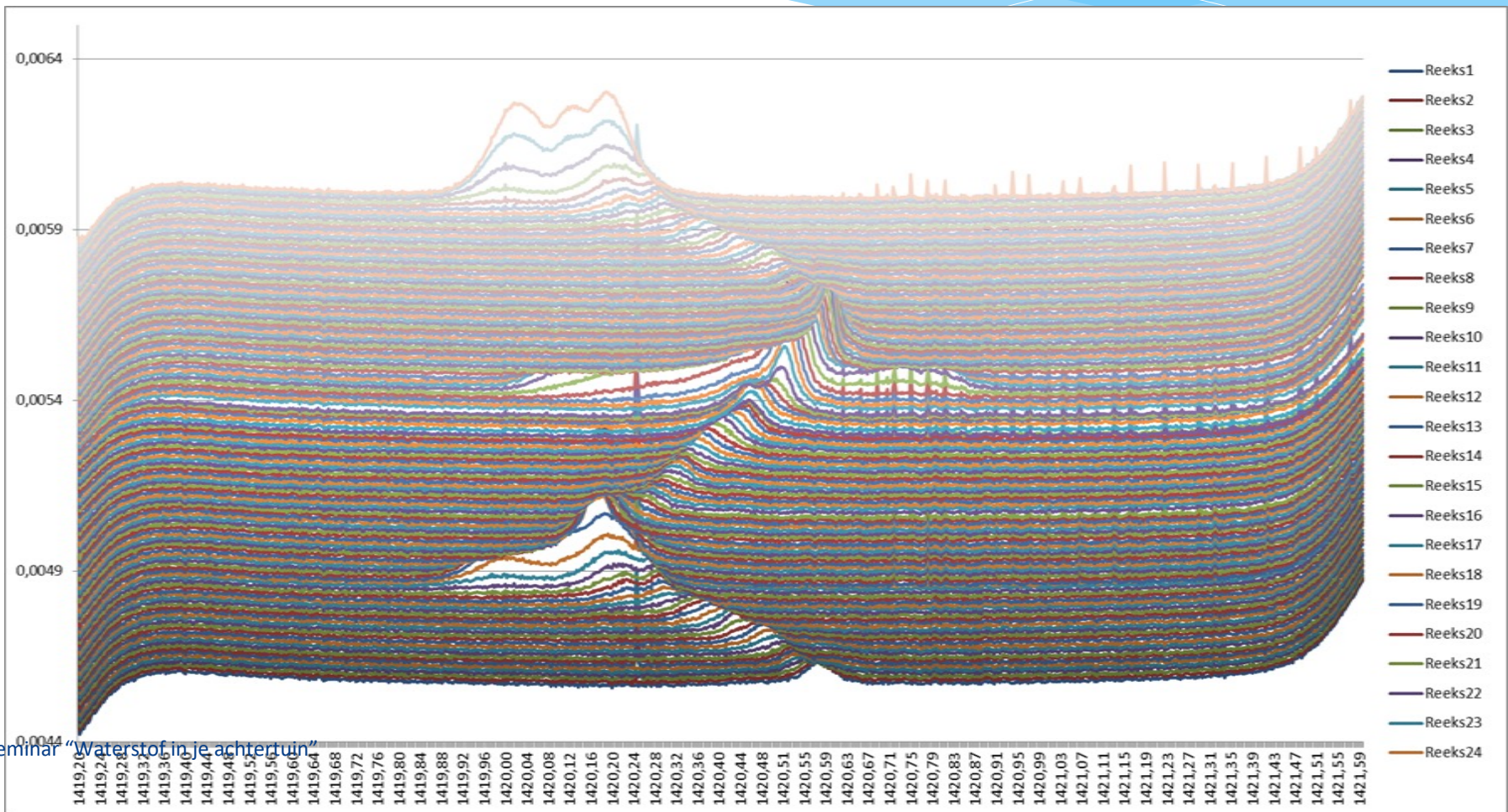
150 curves opgeslagen

BEWERKING: Versterking gelijk gemaakt en helling gecompenseerd



# Overzicht resultaat (3)

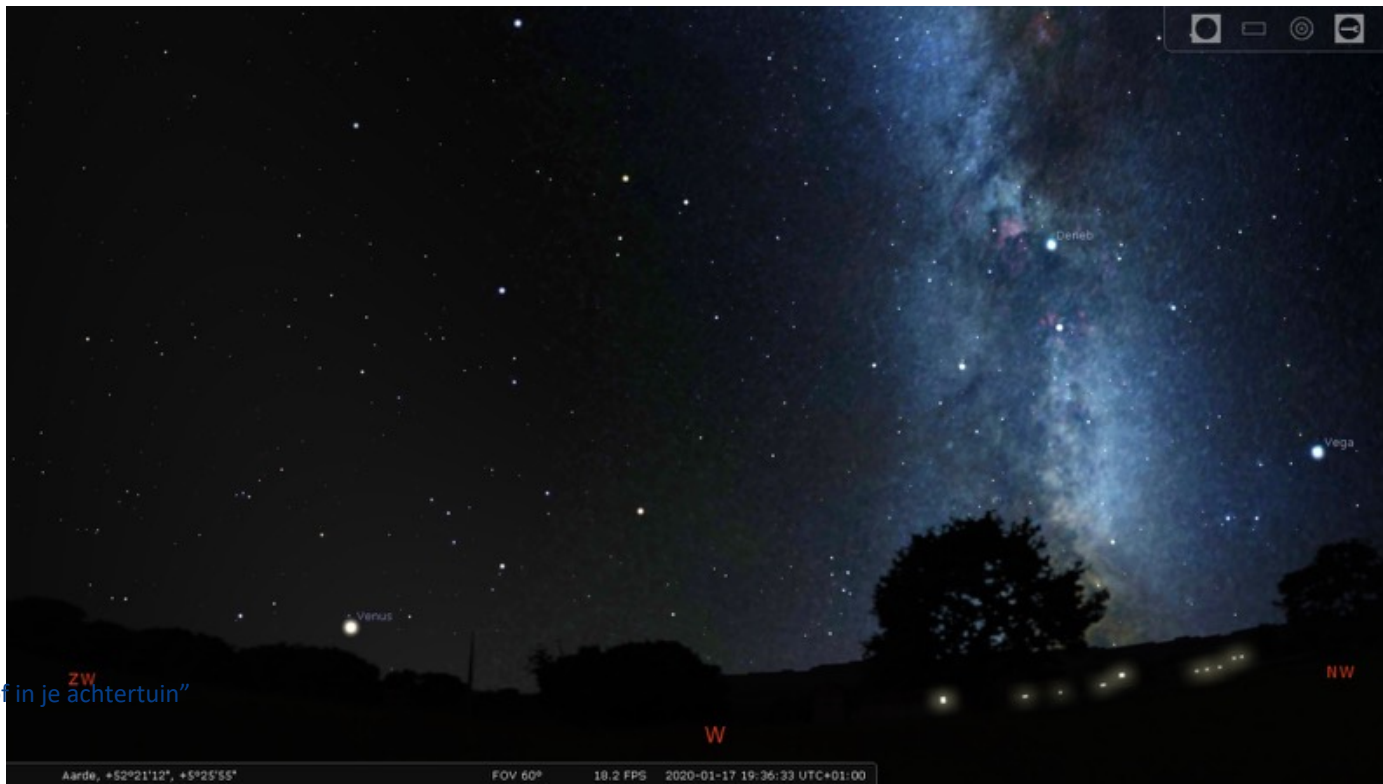
150 curves , 32 uur van boven naar beneden



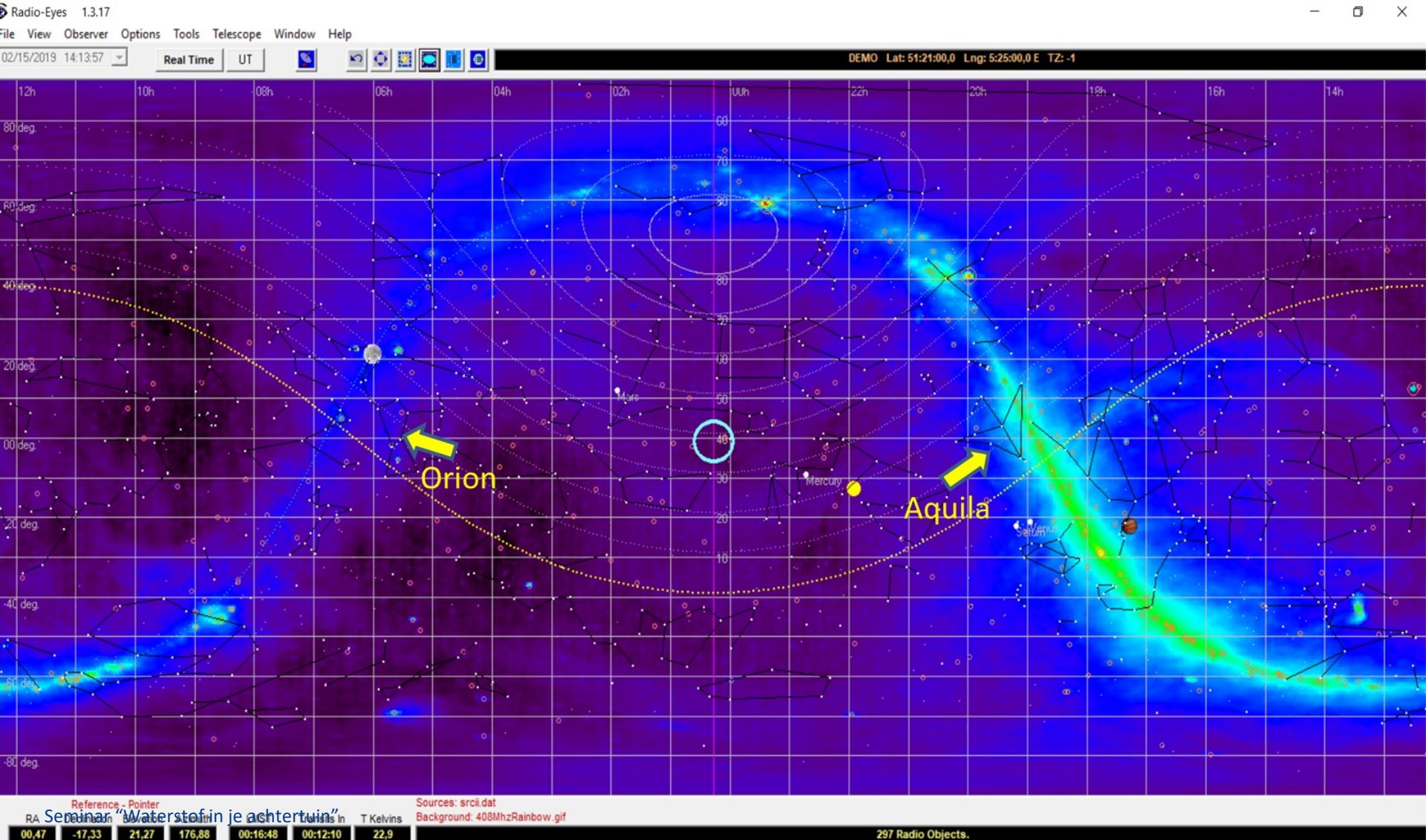
# Wat kunnen we verwachten?

De sterrenhemel draait in 24 uur –om ons heen-  
De Melkweg staat bijna vertikaal...

Die komt dus ,in 32 uur, drie keer voorbij (door het zuiden)

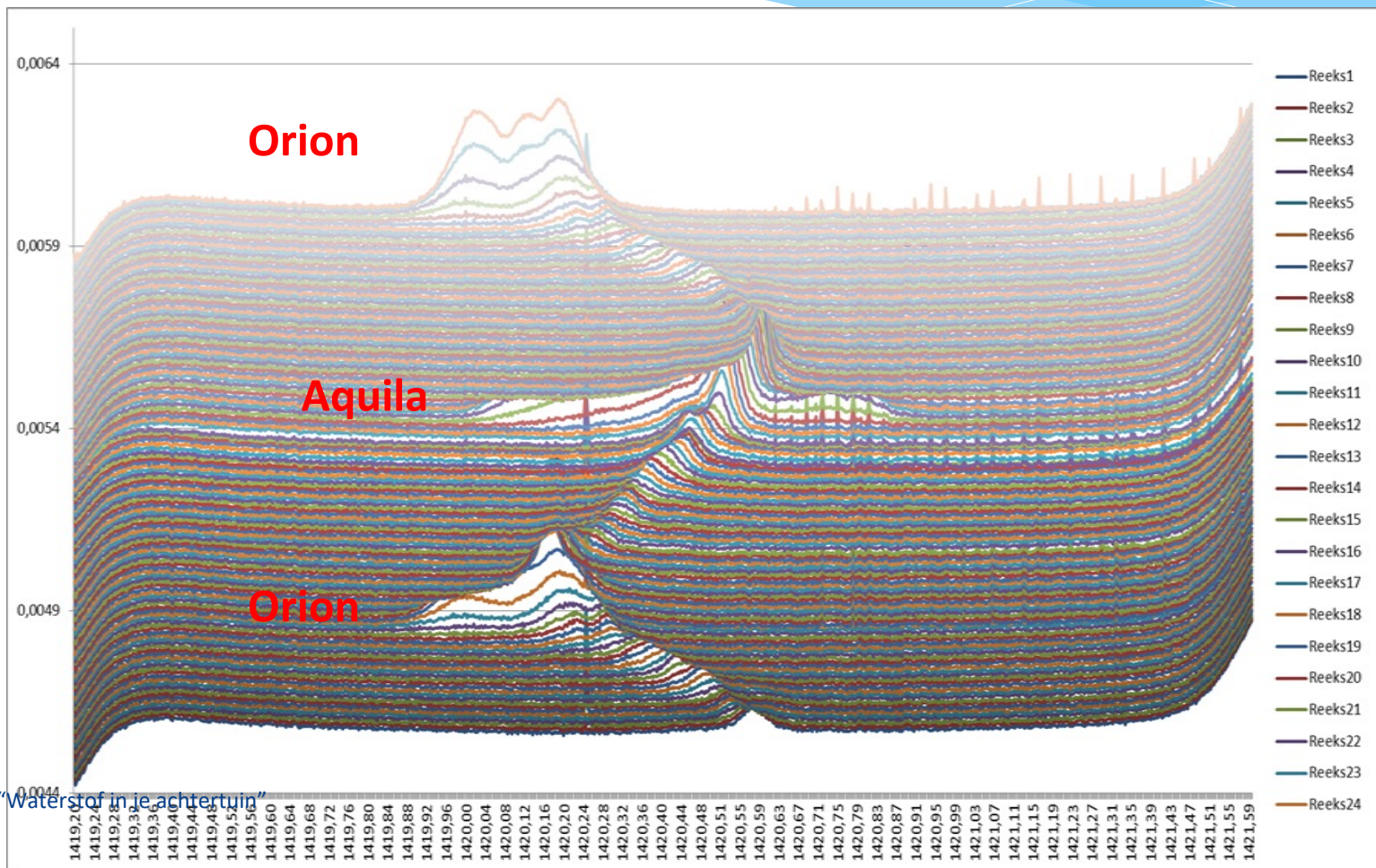


# Wat kunnen we verwachten?



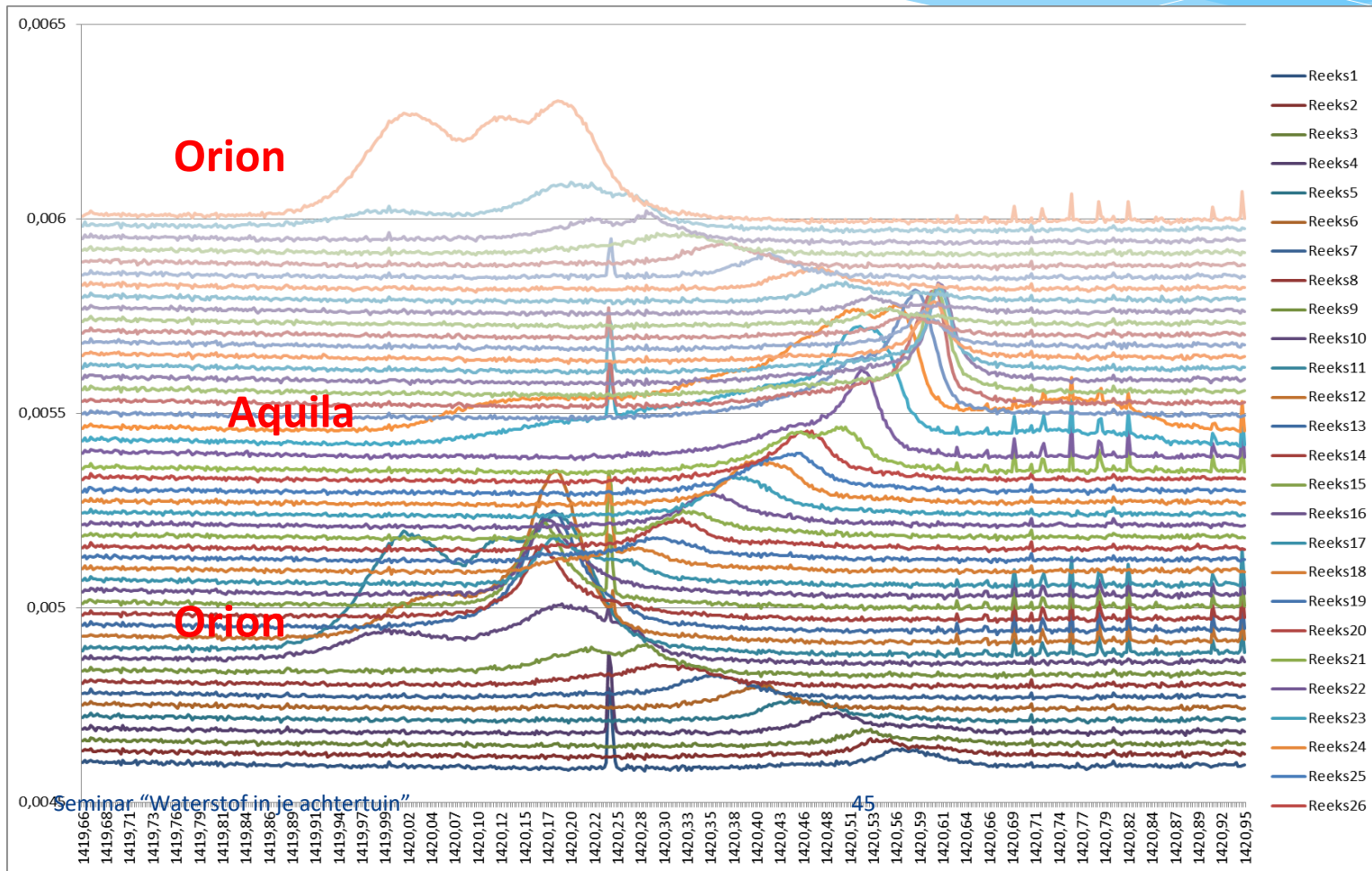
# Overzicht resultaat (3a)

150 curves , 32 uur van boven naar beneden



# Overzicht resultaat (3b)

50 curves , 32 uur van boven naar beneden, dus 1 op drie blijft.



Inderdaad,  
3 x Melkweg

Maar **wat** zit  
daartussen??

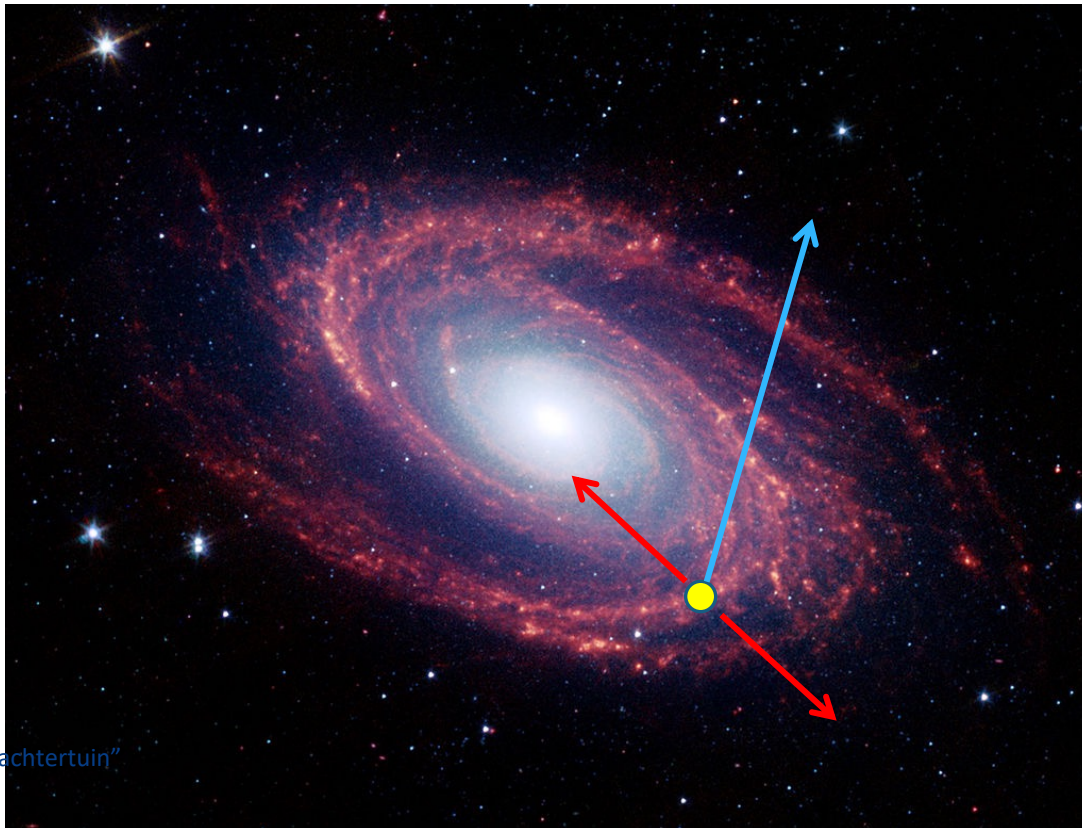
En waarom  
Een **sinusvorm**??

# Verklaring en berekening

**Wat zie je ertussen?**

**Wij zelf zitten in een spiraalarm van de melkweg.**

**Waar je ook kijkt, je moet altijd door het zwakke watersof van deze arm heen kijken**

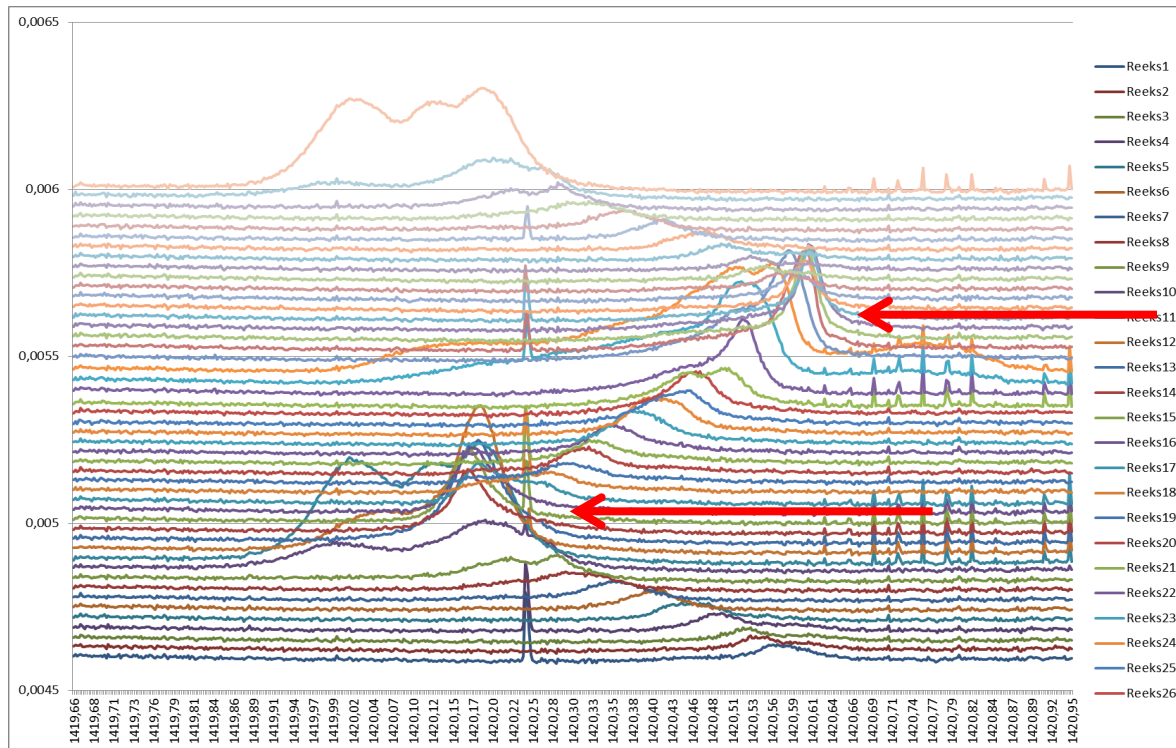


M81  
Wikipedia

# Verklaring en berekening

Is de sinusvorm precies 24 uur?

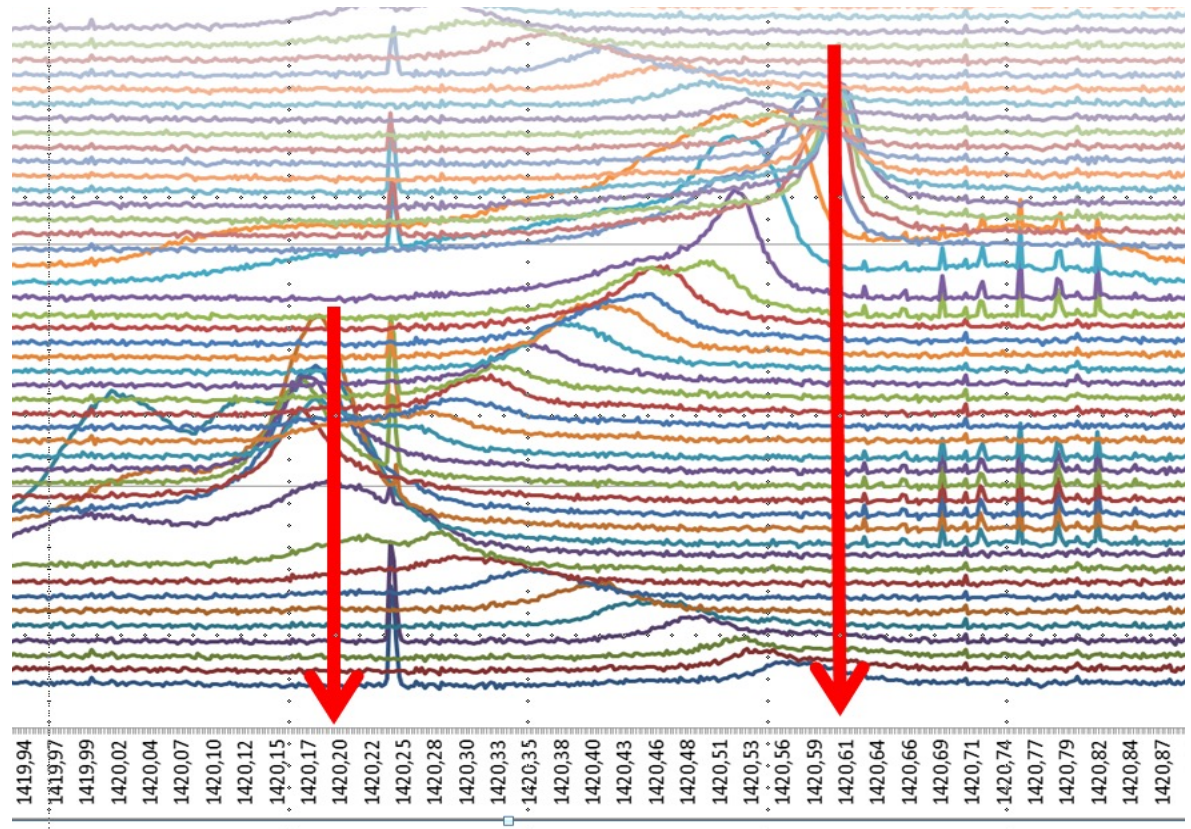
Ja, maar...



# Verklaring en berekening

Is de sinusvorm precies 24 uur?

Ja, maar... tussen die toppen zit ongeveer 400KHz



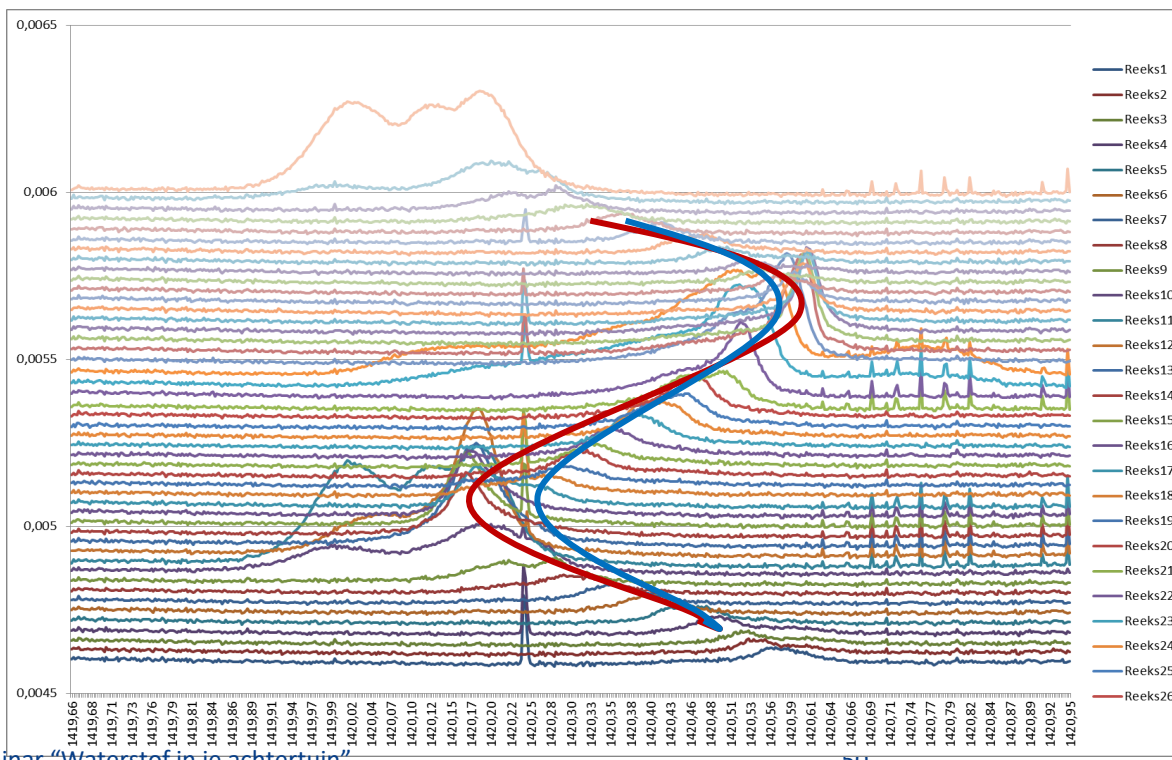
# Rotatie Aarde 1x per 24 uur



# Voor berekening Wat nauwkeuriger kijken

Waar loopt die sinusvorm precies?

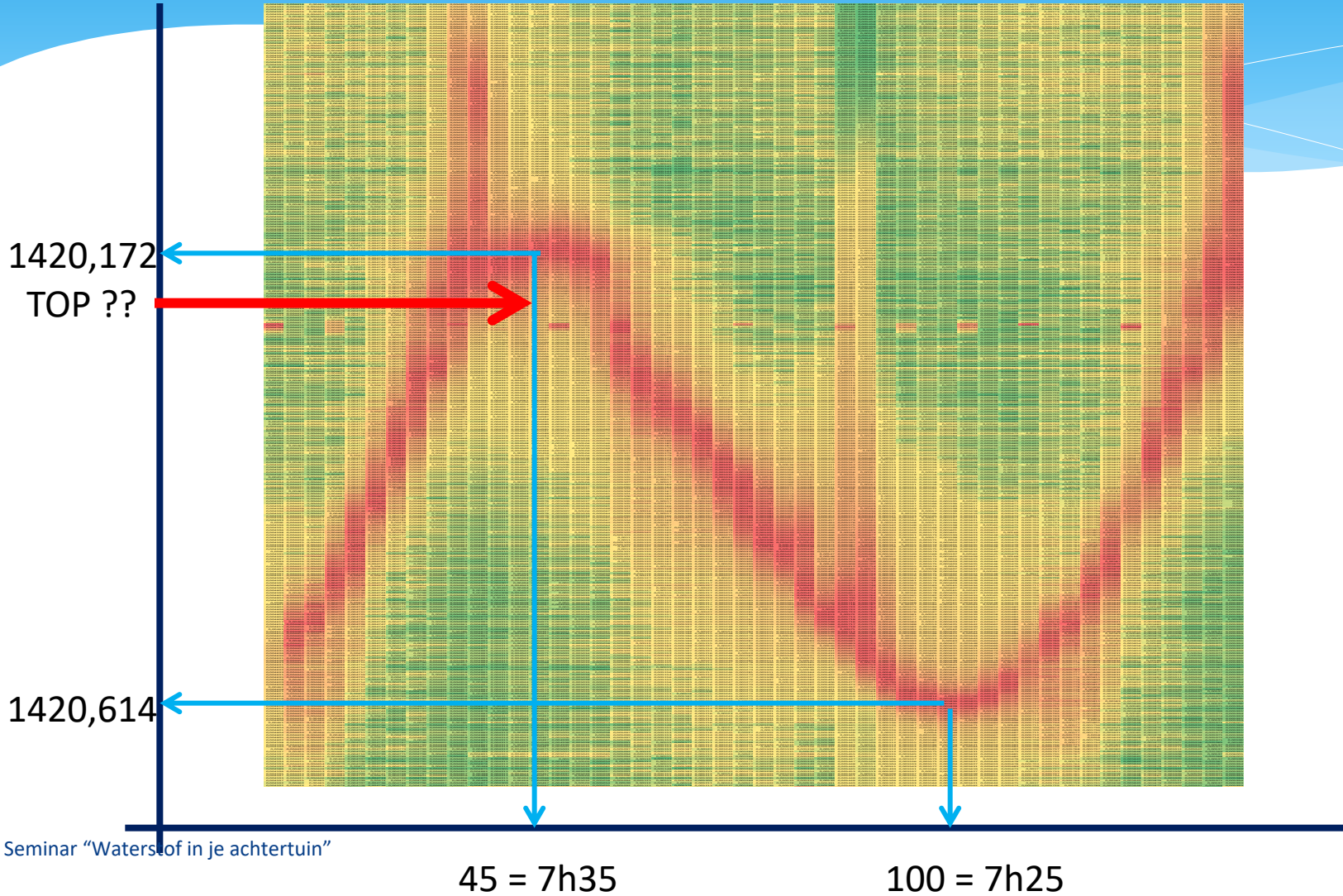
Kunnen we de toppen precies extraheren?



**1. Een best fit van  
de sinusvorm.**

Blauwe curve of rode?

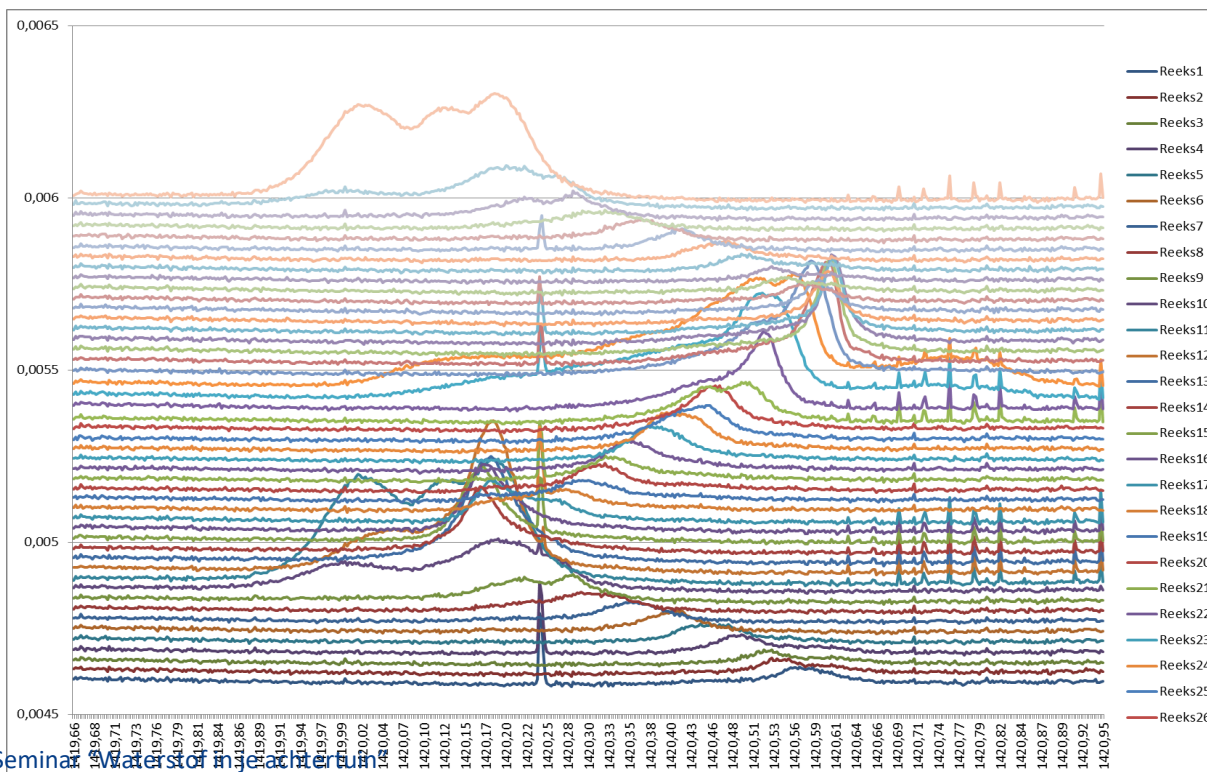
# The maxima over a day in colour



# Voor berekening Wat nauwkeuriger kijken

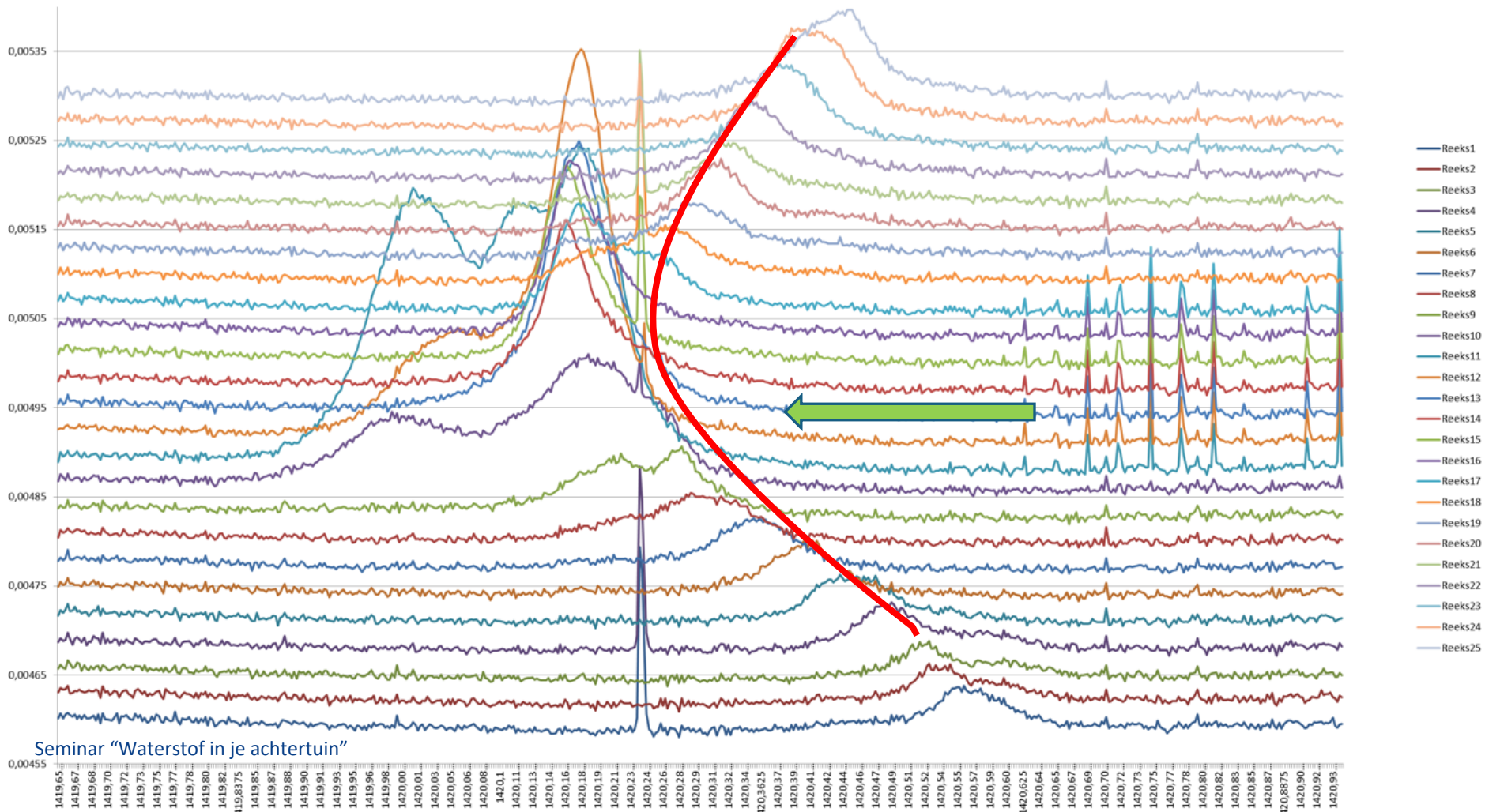
Waar loopt die sinusvorm precies?

Kunnen we de toppen precies extraheren?



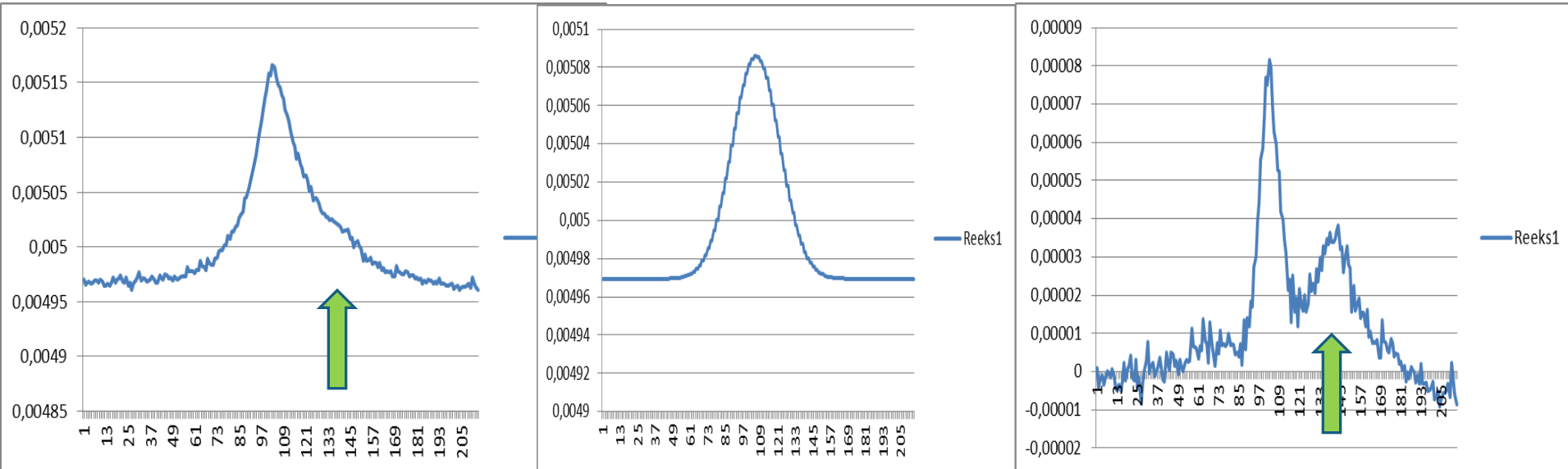
1. Een best fit van de sinusvorm.
2. Een best fit van de Gausch-curve aftrekken van het Melkwegsignaal .

# Voor berekening Wat nauwkeuriger kijken



# Verklaring en berekening

Is de Gausch-curve aftrekken genoeg?



**Nu kunnen we duidelijk de frequentie van de top bepalen**

# Verklaring en berekening

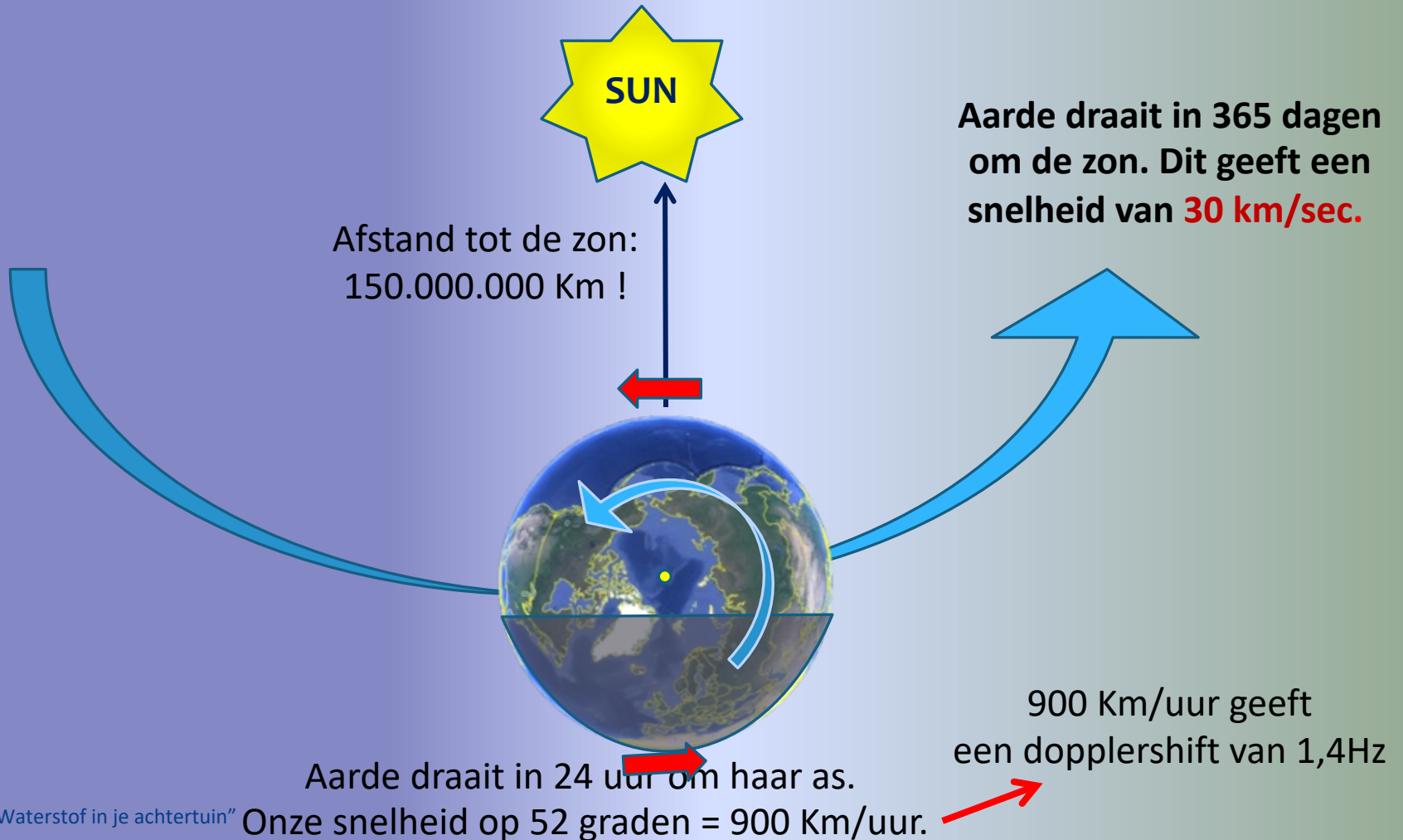
**De bepaling is nu duidelijk:**

**gemeten frequentie verschil :  $1420,53 - 1420,27 =$   
260KHz**

**Dit komt neer op een snelheid van 27,7 km/sec.**

**Deze snelheid komt wel bekend voor...**

# Verklaring en berekening



# Verklaring en berekening

De verklaring is duidelijk, maar de afwijking is toch wel groot:

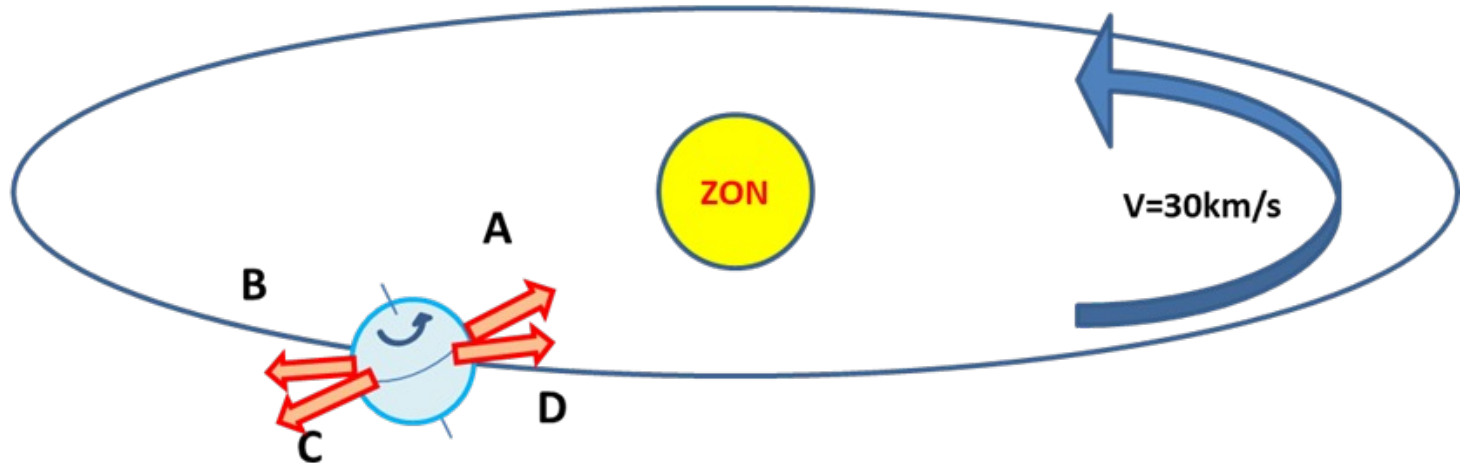
berekend: 30 km/sec. en gemeten: 27,7 km/sec.

Een afwijking van ongeveer 6%  
(zo slecht is een dongle x-tal toch niet?)

Kunnen we dat nog verder verklaren?

# Verklaring en berekening

De aarde staat niet recht op in de baan om de zon.



De helling (scheefstand van aarde) is 23 graden,  
dus maximale snelheid ( in B en D) is  $\cos(23) \cdot V_{\text{omloop}}$ .

$$> \cos(23) \cdot 30 = 27,6 <$$



# Wat kan ik verder nog

- \* Meten aan melkweg armen om spiraal armen opnieuw te mappen.
- \* Snelheids profiel van binnen naar buiten om dark-matter issue te laten zien
- \* Totale massa berekenen van de melkweg
- \* Proberen met –lang- integreren iets te zien van M31

# Wat wil ik? Antwoord:

- \* **GELUKT!**
- \* **Is 21cm waterstof (lijnstraling) te doen?**  
-> **Jazeker!**
- \* **Hoe groot moet een antenne dan wezen?**
  - \* **1,5 meter is zeker voldoende**

**Vragen?**