

# THE HISPARC EXPERIMENT

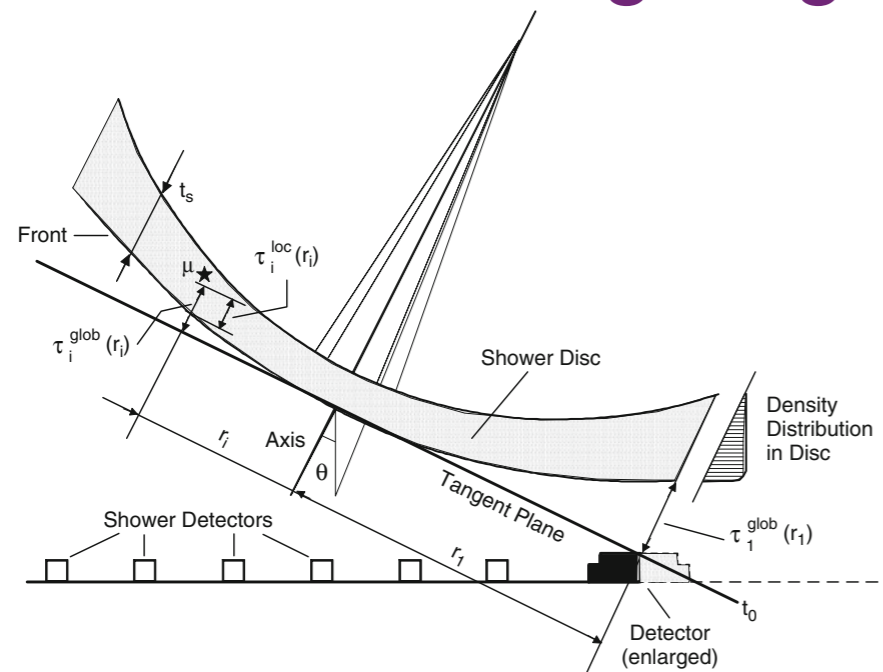
Kasper van Dam

- **High School Project on Astrophysics Research with Cosmics**
- offers high school students opportunity to contribute to real science
- Each university has a local cluster of schools
- Each school builds and maintains a station
- ~ 140 stations
- Netherlands, UK, Denmark, Ireland (next), Namibia (summer school)



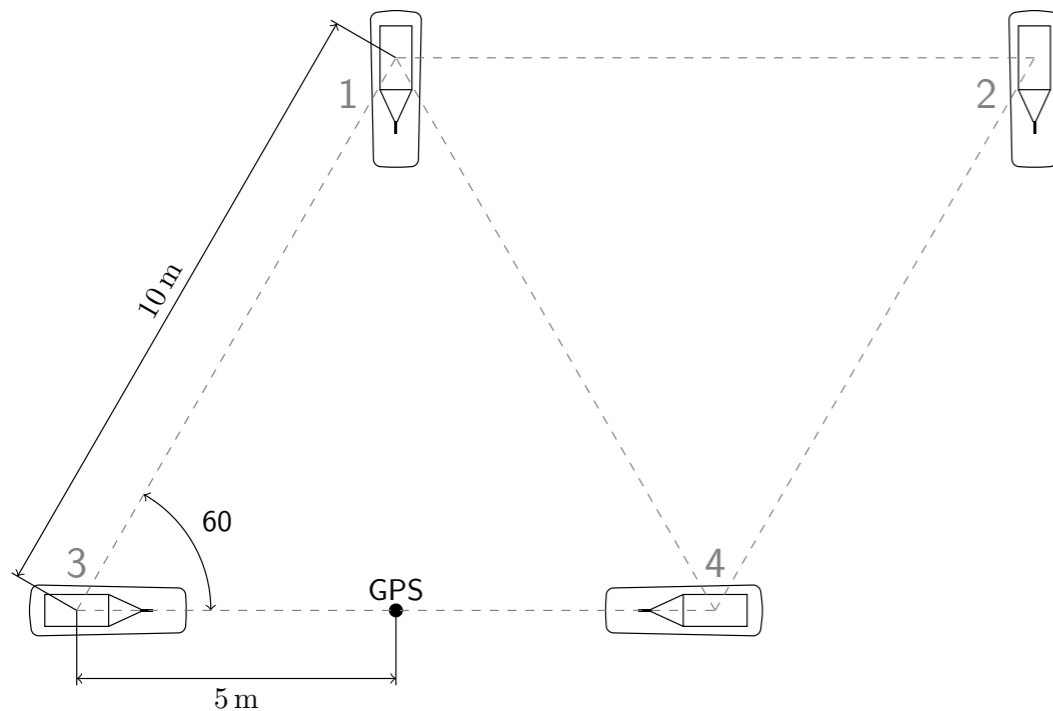
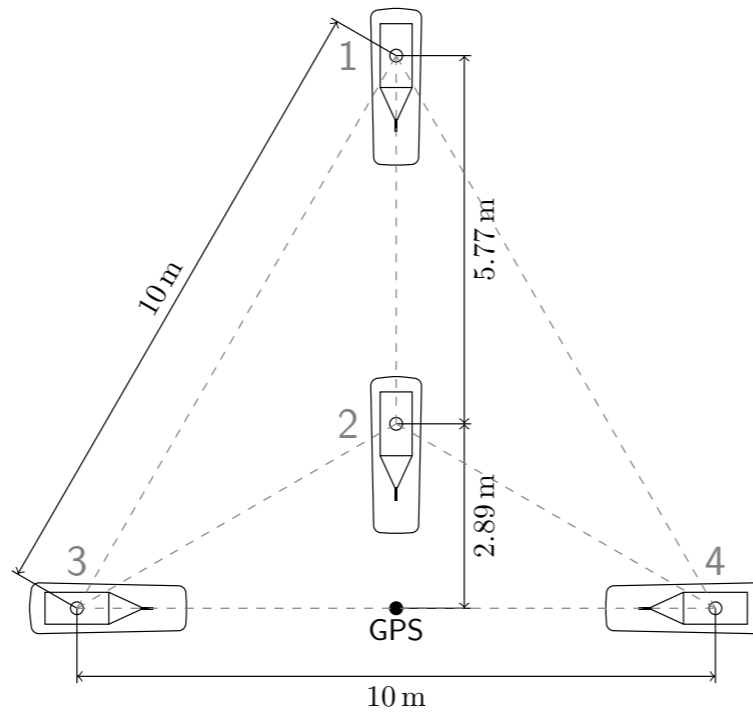
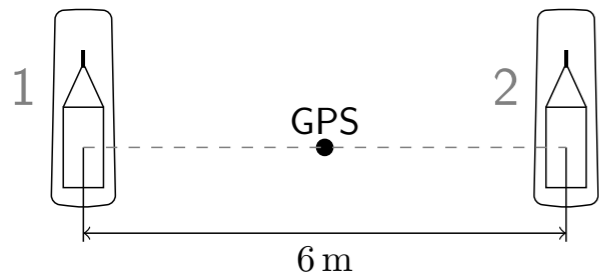
# HISPARC STATION

- Master & Slave combination
- 2 or 4 detectors
- GPS timestamp ( $\sigma = 7\text{ns}$ )
- 400 MHz sample rate (2.5 ns)
- Trigger at:
  - 2 low signals ( 2 det.)
  - 3 low or 2 high signals (4 det.)



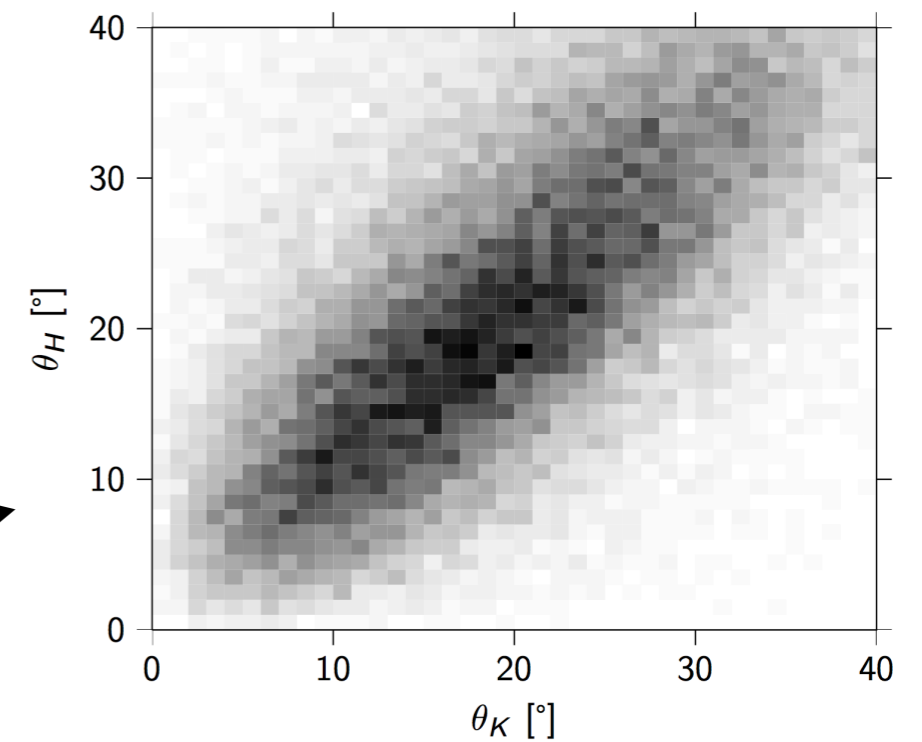
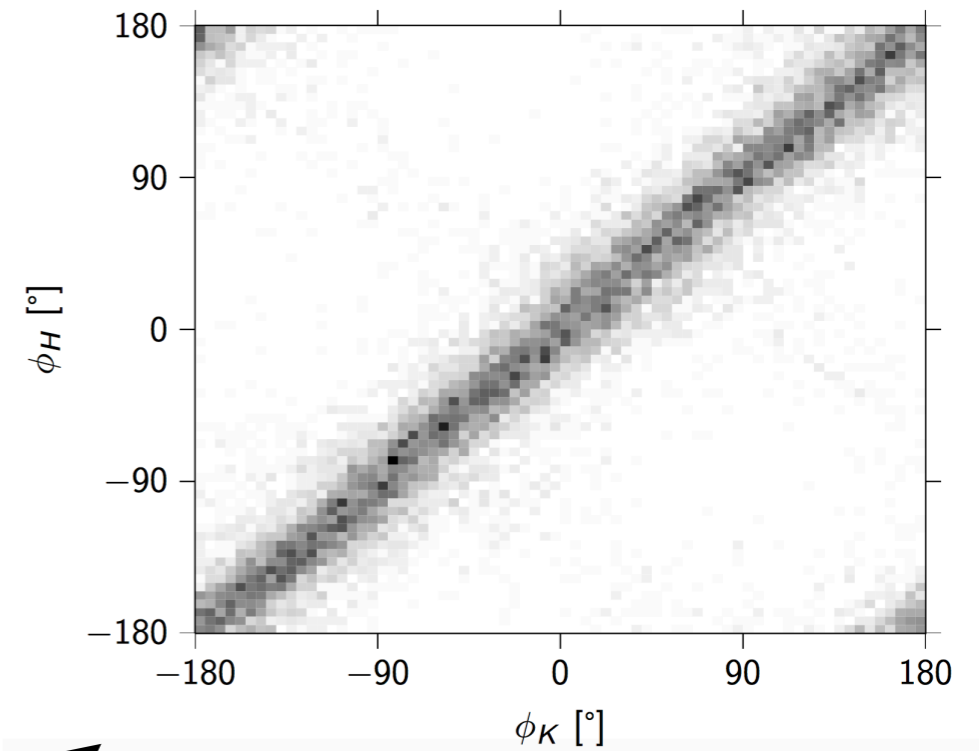
# HISPARC STATION

- Event: coincidence within  $1.5 \mu\text{s}$



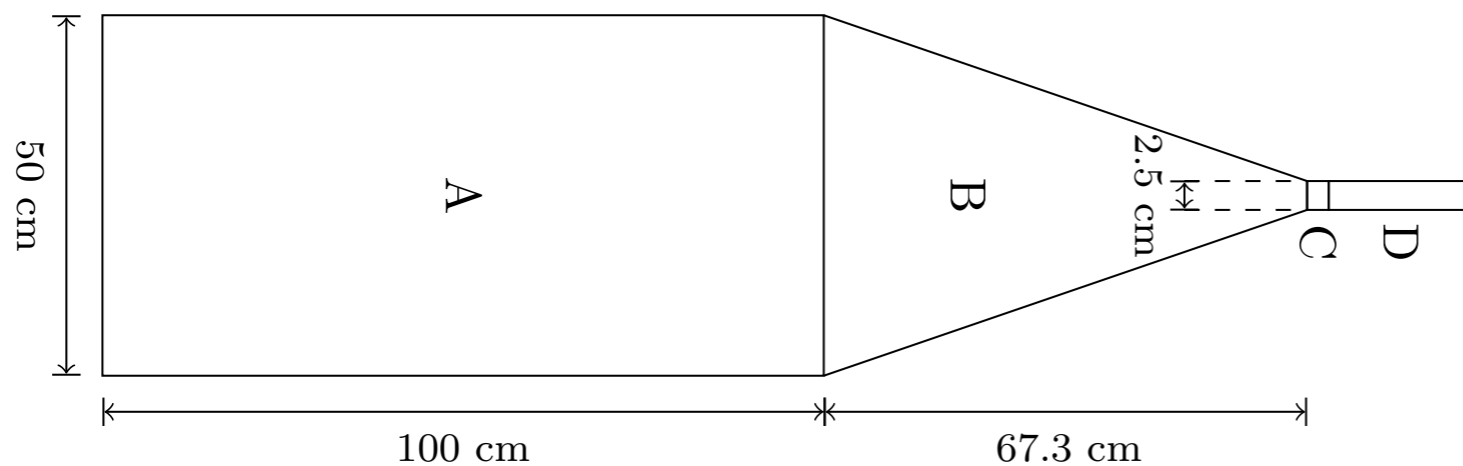
AZIMUTH

ZENITH

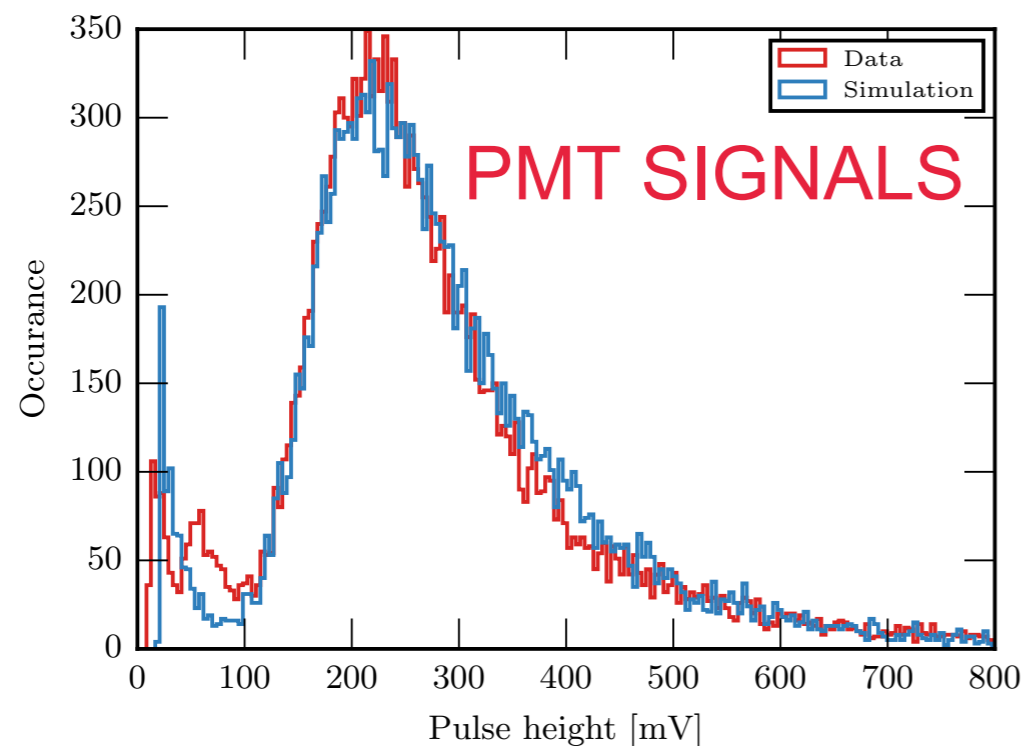


# HISPARC DETECTOR

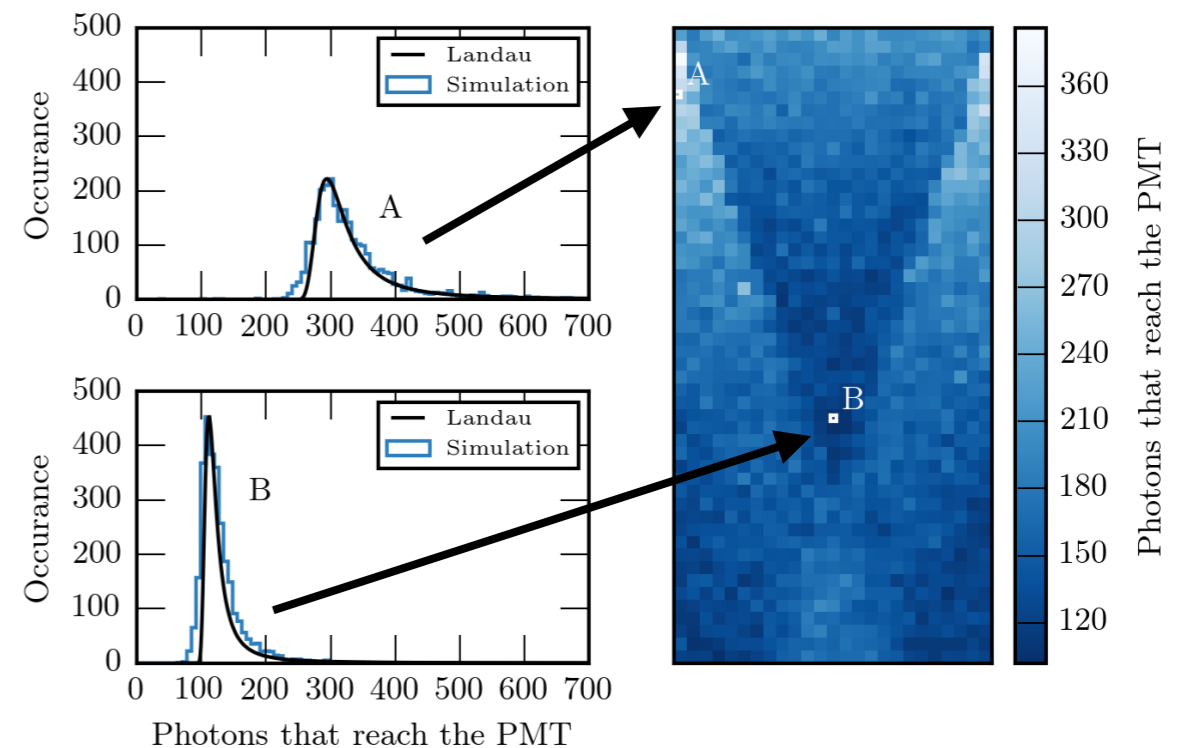
- Scintillator (A)
- Light guide (B)
- Photo Multiplier Tube (D)
- Light tight



- **GEANT4:**
  - Scintillator + light guide simulation
  - PMT response parameterisation
  - Number of photons at PMT is position dependent

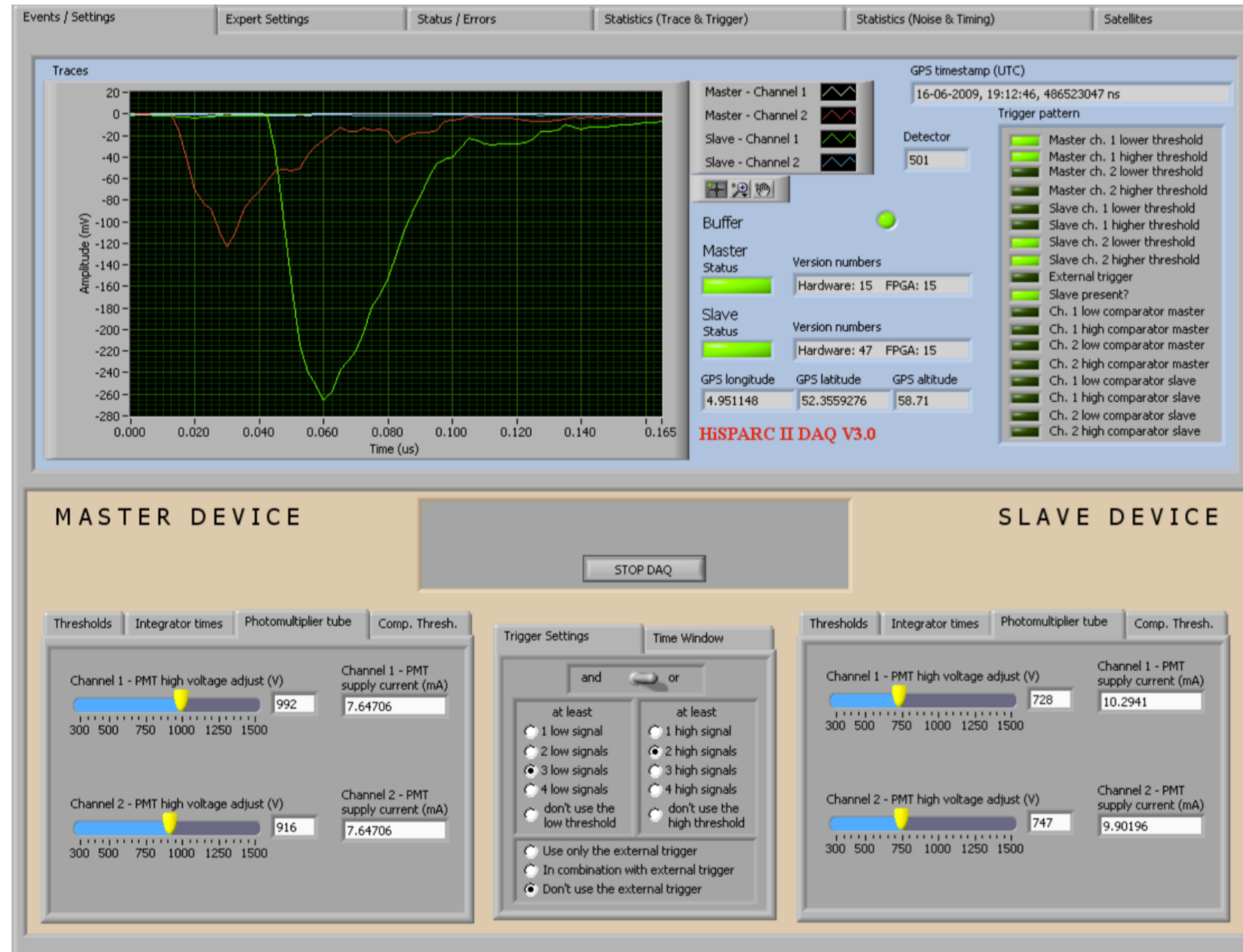


## NUMBER OF PHOTONS AT PMT



# DATA ACQUISITION

- LabVIEW
- Local data storage
- Data reduction (zero suppression)
- Local buffer + upload (Python)
- Windows 10 OS



- Virtual Private Network
- Remote login
- Network Monitor (Nagios)
- Encrypted
- Automatic update procedure

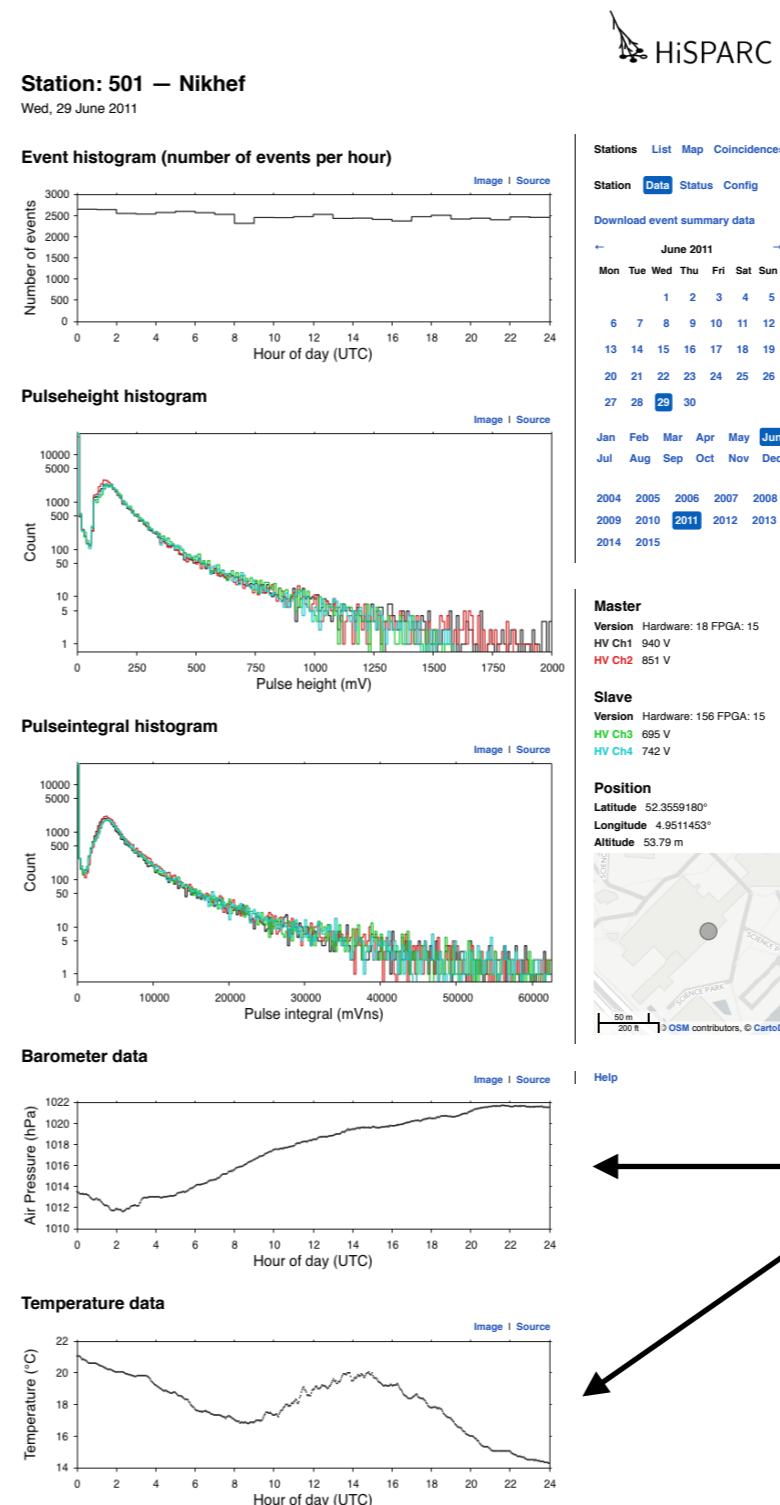
Service Status Details For Host 'sciencepark501'

Host ↑↓	Service ↑↓	Status ↑↓	Last Check ↑↓	Duration ↑↓	Attempt ↑↓	Status Information
sciencepark501	<a href="#">Buffer size</a>	OK	10-30-2011 22:54:32	7d 18h 47m 40s	1/3	Buffer DB contains 251 events
	<a href="#">CPU Load</a>	OK	10-30-2011 22:57:57	7d 16h 44m 15s	1/3	CPU Load 47% (5 min average)
	<a href="#">Drive Space C:</a>	OK	10-30-2011 22:57:22	7d 18h 44m 50s	1/3	c: - total: 232.88 Gb - used: 13.83 Gb (6%) - free 219.05 Gb (94%)
	<a href="#">EventRate</a> <small>PASV</small>	OK	10-31-2011 15:51:32	18d 13h 23m 2s	1/3	Event rate for a period of 61.14 seconds is 0.95
	<a href="#">LabviewUsage</a>	OK	10-30-2011 22:54:22	7d 17h 37m 50s	1/3	Memory usage: 39.3 Mb
	<a href="#">Memory Usage</a>	OK	10-30-2011 22:56:22	7d 16h 35m 50s	1/3	Memory usage: total:2440.90 Mb - used: 771.87 Mb (32%) - free: 1669.03 Mb (68%)
	<a href="#">StorageGrowth</a> <small>PASV</small>	OK	10-31-2011 15:51:33	25d 3h 3m 1s	1/3	Storage growth: -0.716667 Hz
	<a href="#">StorageSize</a> <small>PASV</small>	OK	10-31-2011 15:51:31	25d 3h 3m 3s	1/3	Storage size: 5 events
	<a href="#">TriggerRate</a> <small>PASV</small>	OK	10-31-2011 15:51:11	0d 1h 0m 33s	1/3	Trigger rate: 0.58 Last update: 6 seconds ago
	<a href="#">Uptime</a>	OK	10-30-2011 22:57:43	7d 16h 34m 29s	1/3	System Uptime - 17 day(s) 20 hour(s) 32 minute(s)



# DATA ACCESS

- Public database
- Application Programming Interface (API)
- SAPPHiRE (HiSPARC analysis library -Python)
- jSparc (javascript library)
- Source code: [github \(github.com/hisparc\)](https://github.com/hisparc)



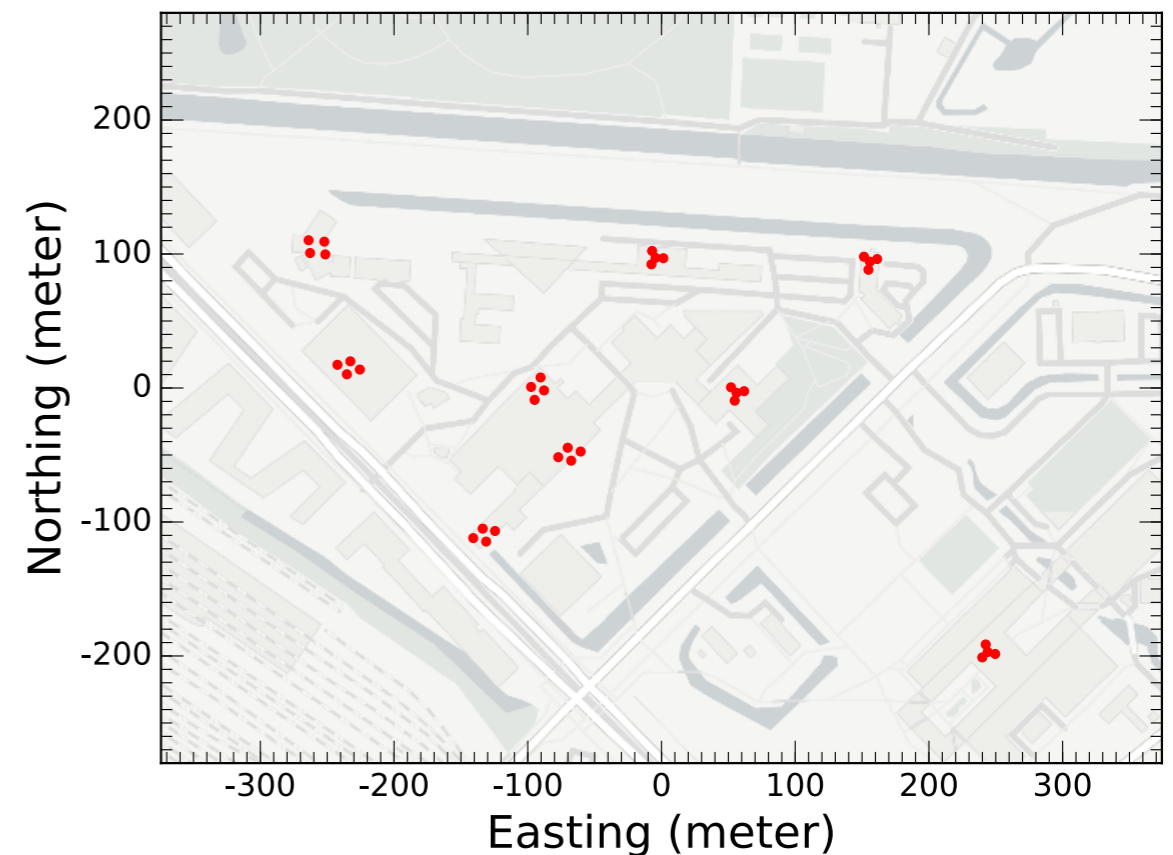
SEE:

[DATA.HISPARC.NL](https://data.hisparc.nl)

WEATHER STATION  
DAVIS VANTAGE  
PRO

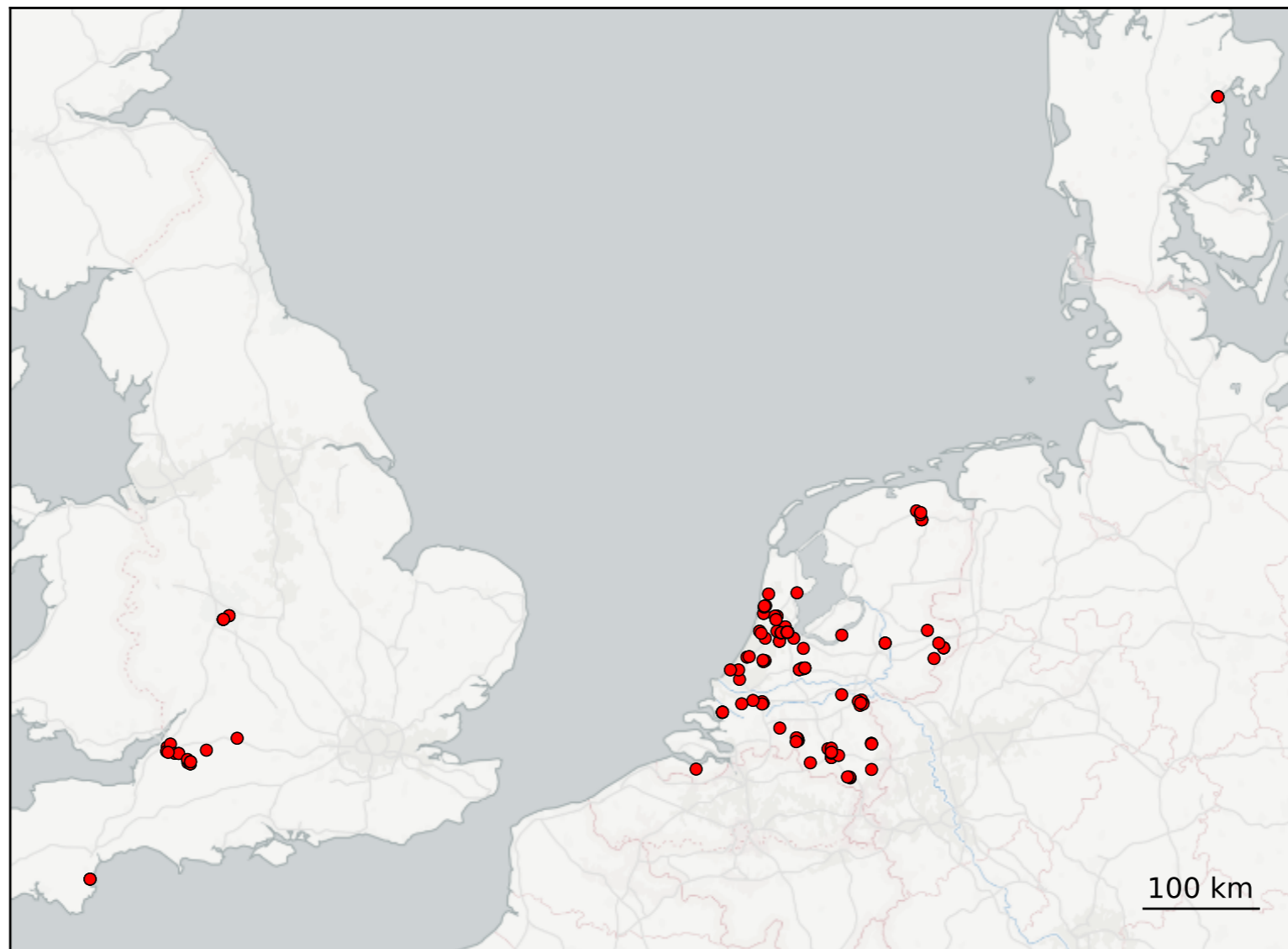
- Reconstruct high energy EAS
- Irregular array
- Shower reconstruction
  - core
  - direction
  - energy
  - shower front reconstruction
- Machine Learning
- Simulated EAS

SCIENCE PARK ARRAY (NIKHEF)



- Space weather
- Correlated air showers (Gerasimova-Zatsepin effect)

## SPARSE ARRAY (IRELAND TO JOIN)

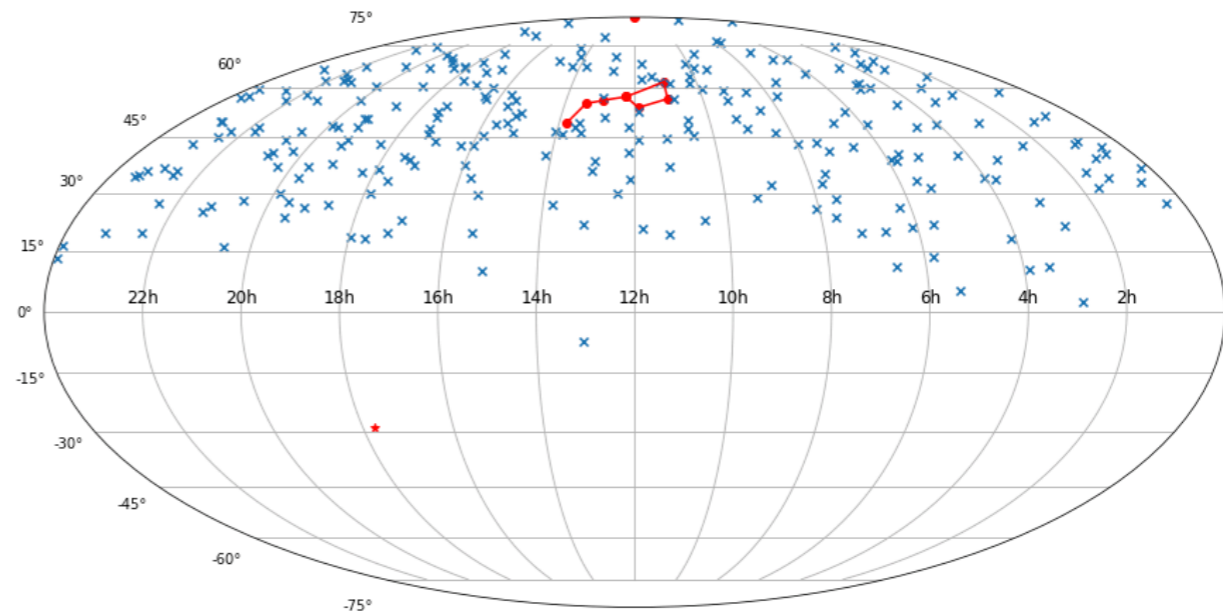


- Free public access data
- Jupyter Notebooks
- Online environment
- Learn how to program Python
- Analyse large data sets / apply modern statistical methods

```
jupyter 10_sterrenkaart Last Checkpoint: 3 minutes ago (autosaved) Logout Control Panel  
File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Trusted | Kernel C  
Code  
ax.plot(-ra_uma, 90. - np.degrees(dec_uma), color='red')  
ax.scatter(-ra_uma, 90. - np.degrees(dec_uma), color='red')  
# plot Polaris  
ax.scatter(0., 0., color='red')  
  
# plot reconstructions  
ax.scatter(-events[:,0], 90. - np.degrees(events[:,1]), marker='x')  
ax.set_rmax(90.0)  
if filename:  
    plt.savefig(filename, dpi=200)  
plt.show()
```

## Maak plots

```
In [18]: plot_events_on_mollweide(events, filename='noordelijke hemel.png')  
/opt/conda/lib/python3.6/site-packages/matplotlib/projections/geo.py:493: RuntimeWarning: invalid value encountered in arcsin  
theta = np.arcsin(y / np.sqrt(2))
```



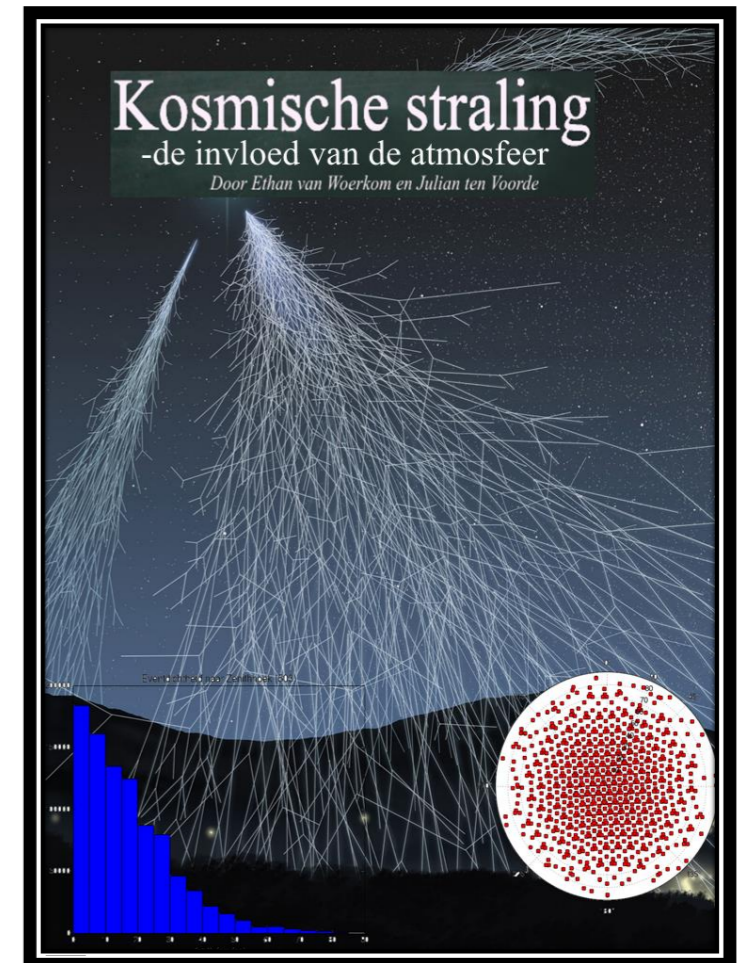
```
In [19]: plot_events_polar(events, filename='noordelijke hemel.png')
```

18h

- Teacher program
- 1 day per week, 1 year
- Research project (e.g. lightning and cosmic rays, isotropy)
- Promote science and programming in the classroom
  - vehicle: HiSPARC



- Dutch High School curriculum:
  - Student research project
  - 80 hours
- Exceptional case: high school student works several months at Nikhef (full time)



- Classroom lectures
- Teaching material
- Physics combined with computer science class (Python)
- Teachers' "free" time in regular curriculum
- Maintenance HiSPARC in teachers' spare time

EXPANSION OF THE UNIVERSE

Het uitdijend heelal

N.G. Schultheiss

## 1 Inleiding

Deze module volgt op de module "Het heelal". In deze module wordt uitgelegd hoe ontdekt is dat het heelal groter wordt. Uiteraard kunnen we dan ook de gedachte formuleren dat het heelal vroeger kleiner was. Heel lang geleden was het heelal waarschijnlijk oneindig klein. Dit idee wordt ook wel de "The Big Bang" genoemd.

## 2 Vesto Slipher

Vesto Melvin Slipher deed in eerste instantie spectrografisch<sup>1</sup> onderzoek aan planeten om de omlooptijd te bepalen. Een aantal planeten wordt omgeven door een wolkendek. Bij gevolg is het oppervlak niet te zien en zijn er ook geen duidelijke details waarneembaar. Als we kunnen kijken hoe snel het gas aan de ene kant naar ons toekomt en hoe snel het gas aan de andere kant van ons afgaat, kunnen we de omlooptijd van een planeet bepalen.

Gelukkig hebben soorten atomen een eigen kleur. Als de atomen van ons af bewegen verschuift deze kleur naar het rood en als ze naar ons toe komen verschuift deze kleur naar het violet. Als we de kleurverschuiving weten, kunnen we de snelheid met het Doppler effect berekenen. Als we de snelheid weten, kunnen we de omlooptijd van een planeet uitrekenen.

In figuur 2.1 is een opstelling geschetst waarmee de kleurverschuiving te meten is. In het geval van de reflectie aan een planeet zullen de atomen hun bijbehorende kleuren absorberen. Dit worden donkere lijnen in het spectrum tussen rood en violet. In de opstelling kan het zijn dat het licht van de ene kant van de planeet over het licht van de andere kant van de planeet wordt afgebeeld. Als we een diafragma tussen de vlakke spiegel in de telescoop en het oculair van de telescoop plaatsen, wordt alleen het licht dat we willen meten doorgelaten. Dit is dan bijvoorbeeld het licht van de linkerkant van de planeet.

In de praktijk is het handiger om een extra lens na de telescoop te gebruiken. We kunnen dan het diafragma tussen de telescoop en de lens voor het prisma plaatsen.

## 3 Het Doppler effect

Alle golven en dus ook lichtgolven zijn te definiëren met twee van de drie volgende grootheden:

<sup>1</sup>Met een spectrografisch onderzoek bestudeert men de het spectrum kleuren van een voorwerp.

# OUTLOOK

- Focus on Jupyter notebooks
- New website
- New software
- Ireland
- Namibia





# CONCLUSION

- ~140 stations
- Open data system
- Analysis framework
- Online programming environment
- Over a decade of experience
- Large database with simulated air showers



HISPARC TOWARDS ANTARCTICA