



# ISS-Projekt

Team

Alpha Centauri

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Gliederung

- Worum geht's hier überhaupt?
- Vorstellung des Teams
- Beobachtungen in Herborn
- Messergebnisse und Auswertung
- Zusatzmaterial

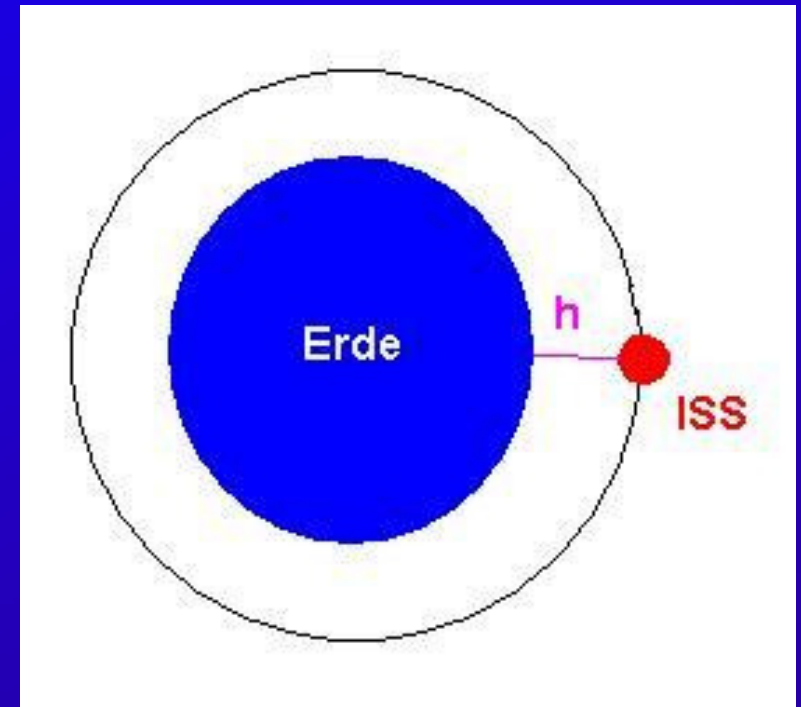
# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

Worum geht's hier überhaupt?

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

Unser Ziel:

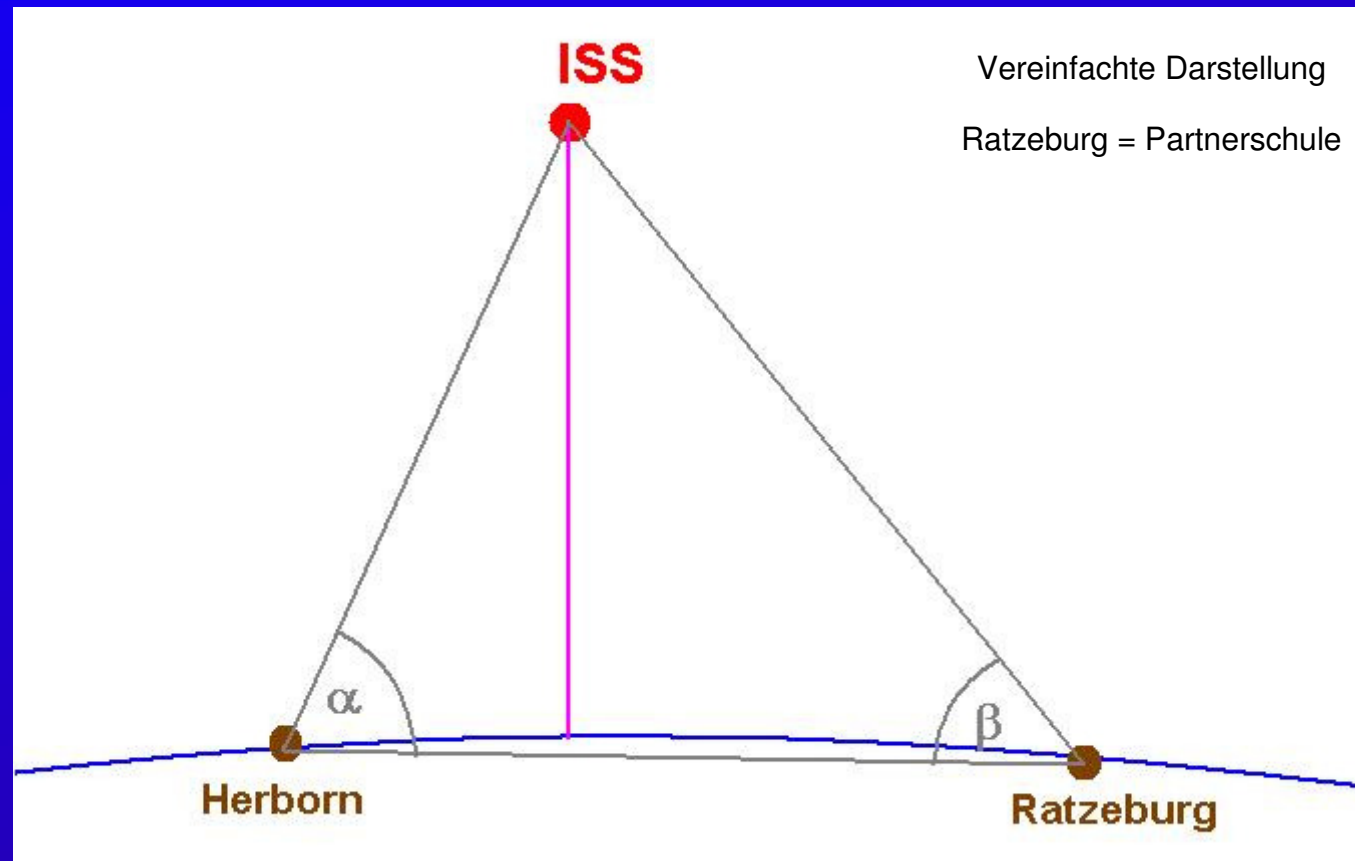
**Höhenbestimmung  
der Internationalen  
Raumstation ISS**



# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Wie geht das?

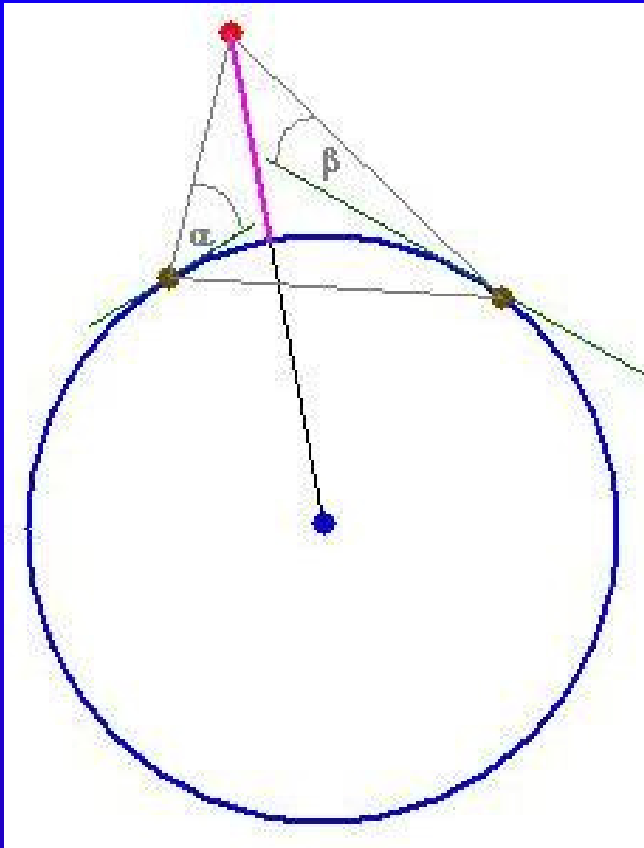
wir brauchen zwei Punkte auf der Erde, von denen aus wir den Höhenwinkel messen



# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Wie geht das?

Tatsächlich können wir nur den Winkel tangential zur Erdoberfläche messen:



- über die Koordinaten von Herborn und Ratzburg können wir die Strecke zwischen beiden Punkten berechnen
- die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  messen wir selbst
- $\rightarrow$  daraus lässt sich über trigonometrische Funktionen die Höhe der ISS über der Erde messen

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Vorstellung des Teams

Die Gruppe aus Herborn  
fand eine Partnergruppe  
aus Ratzeburg bei Hamburg

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



Johanneum Gymnasium Herborn



# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



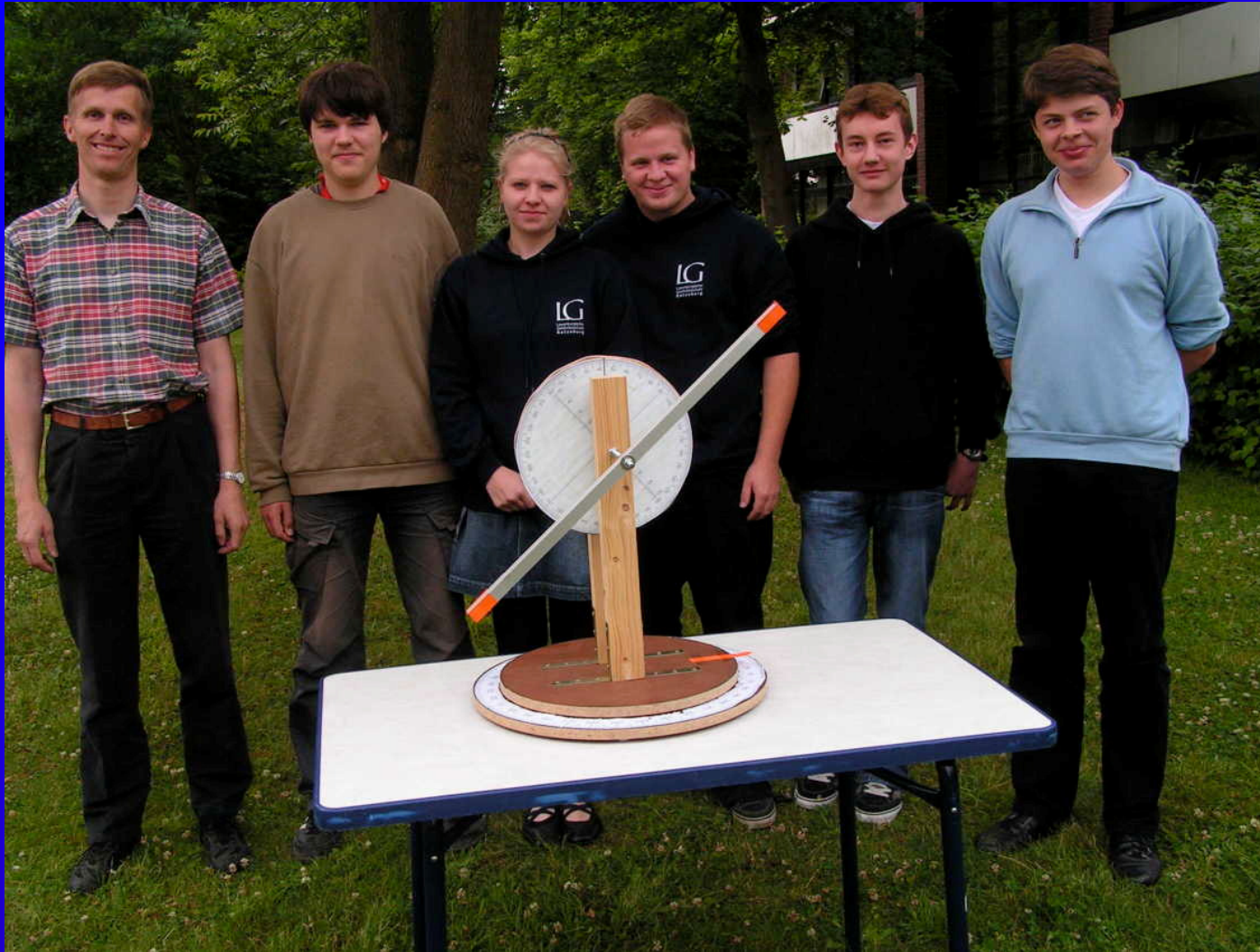
Von links: Armin Moritz, Sebastian Pfeiffer (unten), Lars Köhler, Felix Piskator, Friedrich-Wilhelm Duttke

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



Lauenburgische Gelehrtenschule Ratzeburg

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



Von links: Eberhard Pehlemann, Roman Bierbach, Janina Bloch,  
Janneck Wullschleger, Marc Schleeweiß, Felix Schumacher

ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

Beobachtungen  
in Herborn

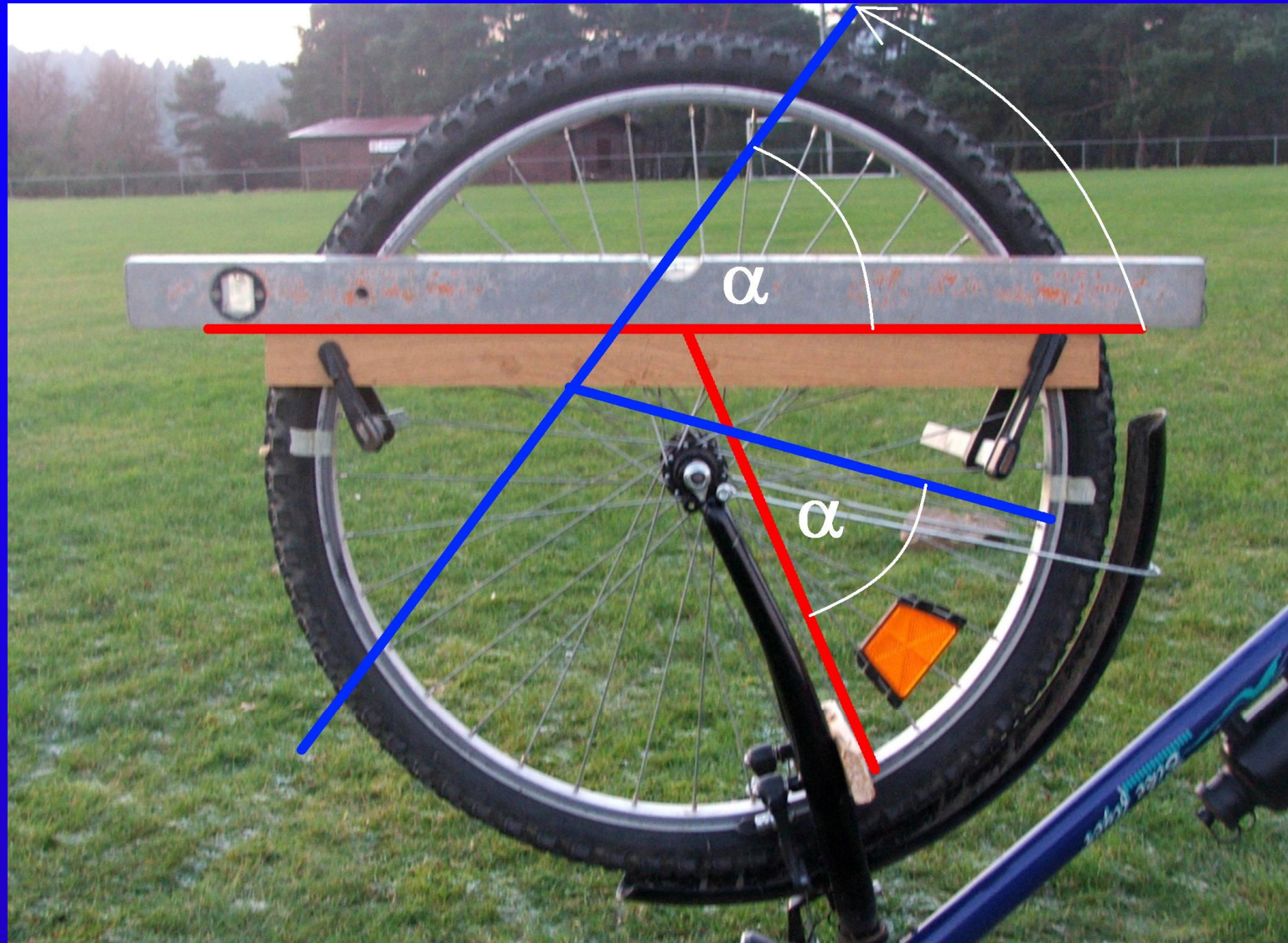
# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Messung des Höhenwinkels



- Der schuleigene Theodolit ist für unsere Messungen nicht geeignet
- Alternative Idee zu einem selbstgebauten Theodoliten: Winkelmessung mit einem Fahrrad

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

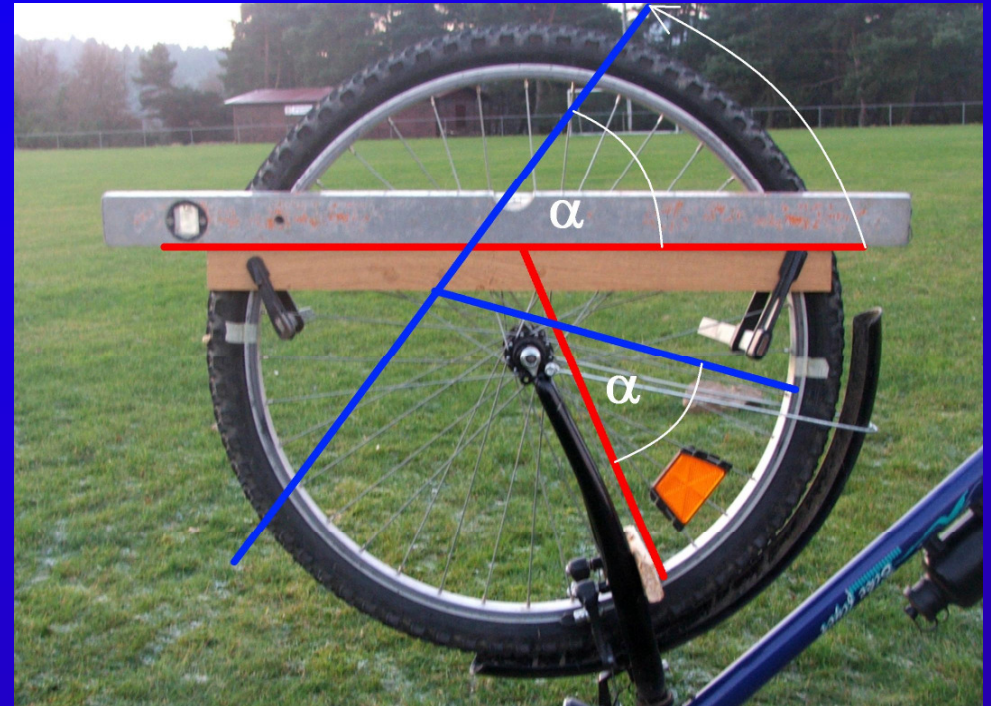


Winkelmessung mit dem Fahrrad

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Vorgehen

- Ausrichtung des Fahrrads mit dem Kompass
- Messung beim Durchlauf der ISS und Fixieren des Winkels mit der Handbremse
- Notieren des exakten Messzeitpunkts
- Markierung des gemessenen Winkels
- Ablesen der Differenz zwischen 0°-Marke und der Markierung nach der Messung  $\Rightarrow$  Elevationswinkel



# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



Die Herborner Gruppe beim Aufbau



# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Vorteile der Fahrrad-Methode

- durch großen Drehradius  
Minimierung von Messfehlern
- leichtes Ablesen, da Fixierung  
per Handbremse möglich
- Fahrrad hat 36 Speichen in  
regelmäßigen Abständen  
⇒ je  $10^\circ$  zwischen zwei  
Speichen
- ebener Untergrund nicht  
notwendig



# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Schwierigkeiten mit der Ausrichtung

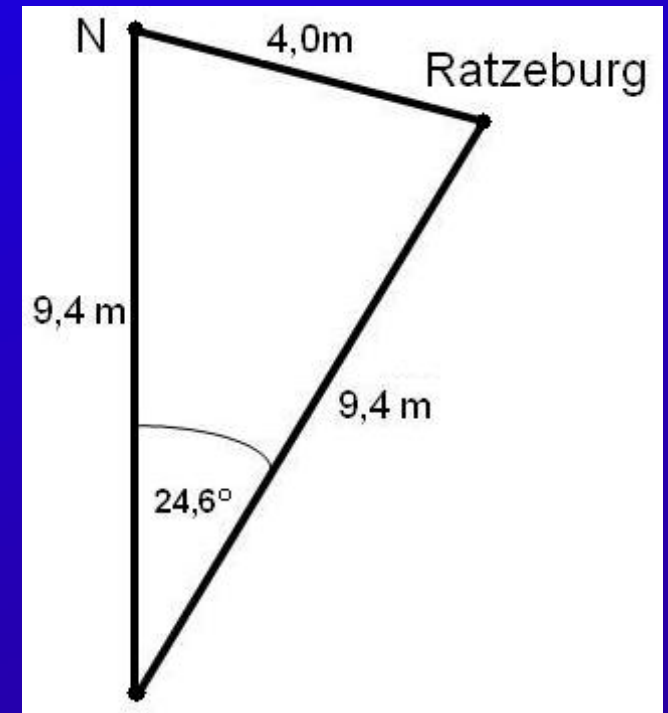
- Messung in Herborn: 12.05.2008 04:25:55
- Messung in Ratzeburg: 12.05.2008 04:25:40
- ⇒ offensichtlich recht ungenaue Messung aufgrund der großen Zeitdifferenz von 15 Sekunden (eigentlich muss an beiden Messorten gleichzeitig gemessen werden)
- ⇒ Ursache hierfür liegt vermutlich in einer ungenauen Ausrichtung des Fahrrads

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Besseres Verfahren der Ausrichtung

Wir berechnen den Winkel mit einem gleichschenkligen Dreieck

- eine Strecke beliebiger Länge wird in Richtung Polarstern ausgerichtet: 9,4 m
- der untere Winkel muss  $24,6^\circ$  betragen (Richtung Ratzeburg)
- über den Sinussatz ergibt sich für die gegenüberliegende Seite eine Länge von 4 m

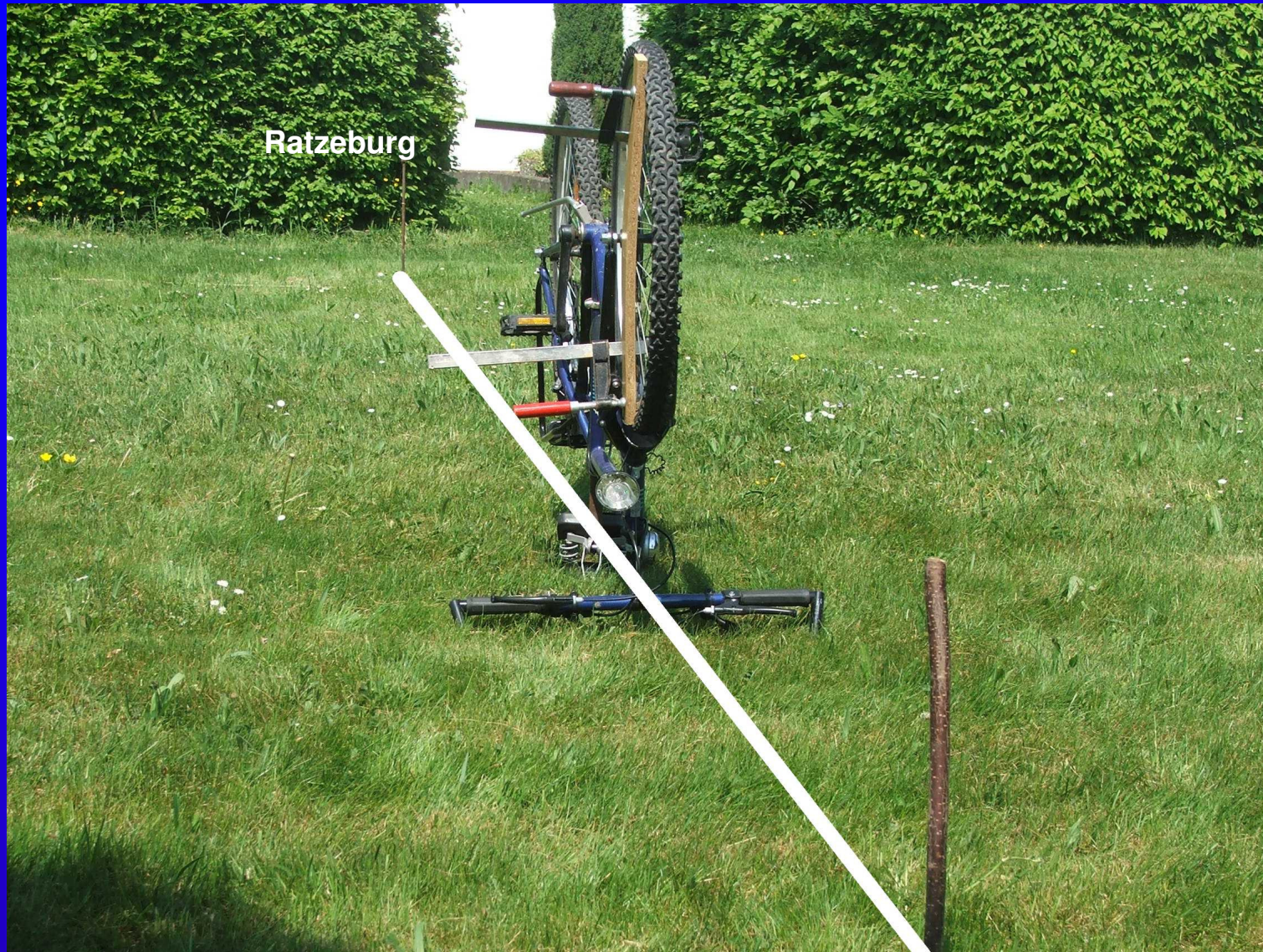


# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



Illustration des gleichschenkligen Dreiecks

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



Ausgerichtetes Fahrrad

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



08.02.2008 um 19.20 Uhr: Langzeitbelichtung (einige Sekunden)  
Die ISS bewegt sich durch das Sternbild Cassiopeia.

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



16.12.2007 um 18.23 Uhr: Belichtung jeweils ca. 10 s.  
Die ISS bewegt sich auf das Sternbild Pegasus zu.

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



16.12.2007 um 18:24:23 Uhr:  
Die ISS verschwindet im Erdschatten



# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“



12.5.2008 um 4:26 Uhr: Die ISS im Anflug auf Ratzeburg  
(1/4 s, Blende 3.7, 200 ASA, Brennweite 669 mm Kleinbild-äquivalent)

## Messergebnisse und Auswertung

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Beobachtungsversuche – Teil 1

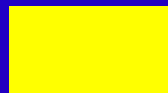
11.12.2007 18:12 Uhr	07.02.2008 18:37 Uhr
13.12.2007 17:22 Uhr	08.02.2008 18:57 Uhr
16.12.2007 16:49 Uhr	09.02.2008 17:43 Uhr
08.01.2008 07:19 Uhr	09.03.2008 05:15 Uhr
09.01.2008 07:43 Uhr	10.03.2008 06:27 Uhr
10.01.2008 06:31 Uhr	11.03.2008 05:15 Uhr
11.01.2008 06:48 Uhr	12.03.2008 05:37 Uhr



schlechtes Wetter,  
keine Aussicht auf Messerfolg



nur ein Schulteam erfolgreich,  
am anderen Ort schlechtes Wetter



Messung nur in Herborn erfolgreich,  
in Ratzeburg Helligkeit zu groß



Messung in Herborn erfolgreich,  
in Ratzeburg wegen Panne Misserfolg



geplante Messung wegen Ferien  
und Krankheit ausgefallen



Messung bei beiden Schulteams  
erfolgreich

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Beobachtungsversuche – Teil 2

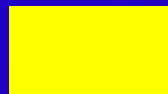
13.03.2008 06:00 Uhr	12.05.2008 04:26 Uhr
15.03.2008 05:10 Uhr	13.05.2008 04:49 Uhr
02.04.2008 21:23 Uhr	16.05.2008 04:21 Uhr
03.04.2008 20:10 Uhr	18.05.2008 03:31 Uhr
04.04.2008 20:32 Uhr	20.05.2008 02:40 Uhr
05.04.2008 20:54 Uhr	29.05.2008 22:22 Uhr
10.05.2008 05:15 Uhr	01.06.2008 22:01 Uhr



schlechtes Wetter,  
keine Aussicht auf Messerfolg



nur ein Schulteam erfolgreich,  
am anderen Ort schlechtes Wetter



Messung nur in Herborn erfolgreich,  
in Ratzeburg Helligkeit zu groß



Messung in Herborn erfolgreich,  
in Ratzeburg wegen Panne Misserfolg



geplante Messung wegen Ferien  
und Krankheit ausgefallen



Messung bei beiden Schulteams  
erfolgreich

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Höhenberechnung mit Excel-Datei

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Längengrad Herborn		8,39207								
2				JX =	4000,465299	JY =	590,17107	JZ =	4932,22663		
3	Breitengrad Herborn		50,65289								
4											
5											
6	Längengrad Ratzeburg		10,79400								
7				RX =	3706,677555	RY =	706,683669	RZ =	5141,98636		
8	Breitengrad Ratzeburg		53,72700								
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17	Abstand Johanneum - Ratzeburg durch die Erde				379,3225131						
18											
19	Mittelpunktswinkel Johanneum - Ratzeburg				3,408090592						
20											
21	Abstand Johanneum - Ratzeburg über der Erde				379,3784397						
22											
23											
24	Gemessener Höhenwinkel Johanneum			69,5							
25					Winkel bei der ISS		55,0919094		(Messung am 20.05.2008 um 02.41 Uhr)		
26	Gemessener Höhenwinkel Ratzeburg			52							
27											
28											
29					Abstand Johanneum - ISS		372,800114				
30											
31					Abstand Ratzeburg - ISS		437,881657				
32											
33											
34					Höhe der ISS		350,457979				
35											

Bei dieser Excel-Tabelle müssen wir nur noch Koordinaten der Messorte und die jeweils gemessenen Winkel eingeben. Die Höhe der ISS wird dann berechnet.

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Ergebnisse:

### 1. Messung (10.05.2008):

Herborn: 50,65289° N 8,39207° O 05:15:50 Uhr Höhenwinkel: 92°  
Ratzeburg: 53,72706° N 10,79417° O 05:16:00 Uhr Höhenwinkel: ca. 43,5°  
Höhe der ISS: 409 km

### 2. Messung (12.05.2008):

Herborn: 50,65289° N 8,39207° O 04:25:55 Uhr Höhenwinkel: 94°  
Ratzeburg: 53,70921° N 10,78574° O 04:25:40 Uhr Höhenwinkel: 33°  
Höhe der ISS: 281 km

### 3. Messung (20.05.2008):

Herborn: 50,65289° N 8,39207° O 02:41:05 Uhr Höhenwinkel: 69,5°  
Ratzeburg: 53,72706° N 10,79417° O 02:41:07 Uhr Höhenwinkel: 52°  
Höhe der ISS: 350 km

Heavens above: ISS Orbit 337 x 345 km, 51.6° (Epoche 10. Mai)  
ISS Orbit 337 x 344 km, 51.6° (Epoche 18. Mai)

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

Zusatzmaterial

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Mögliche Messfehler

- Messung des Höhenwinkels
- Refraktion
- geographische Position
- Höhen der Messorte über dem Meeresspiegel
- ungenaue Ausrichtung zur Partnerschule

berechnete Höhe der ISS (20.05.2008):  $h = 350 \text{ km}$

zugehöriges Fehlerintervall:  $336 \text{ km} < h < 366 \text{ km}$



# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

## Alternative genäherte Höhenbestimmung mit dem 3. Keplerschen Gesetz zur Überprüfung der gemessenen Daten

Termin 1: 10.05.2008; 05:15:50 Uhr; gemessener Höhenwinkel: 92°

Termin 2: 12.05.2008; 04:25:55 Uhr; gemessener Höhenwinkel: 94°

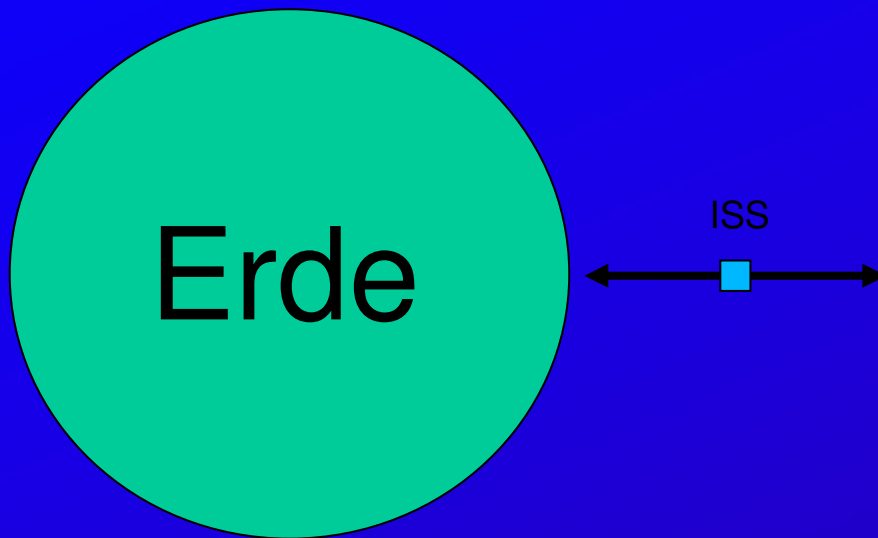
Zeitdifferenz: 169.805 s

Date	Mag	Starts			Max. altitude			Ends		
		Time	Alt.	Az.	Time	Alt.	Az.	Time	Alt.	Az.
25 May	-2.3	01:19:29	10	WNW	01:22:09	72	WNW	01:22:09	72	WNW
25 May	-2.4	22:31:46	10	WSW	22:34:40	77	SSE	22:37:35	10	ENE
26 May	-2.1	00:06:55	10	W	00:09:49	70	N	00:11:54	17	E
26 May	-0.5	01:42:03	10	W	01:43:13	21	W	01:43:13	21	W
26 May	-2.2	22:54:16	10	W	22:57:10	75	N	23:00:05	10	E
27 May	-2.4	00:29:26	10	WNW	00:32:21	88	NNE	00:33:00	50	E

31 Umläufe: Durchschnittliche Umlaufzeit:  $T = 5477,6$  s

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

Gravitationskraft = Zentrifugalkraft



$$\frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

Es folgt:  $r = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M}{4\pi^2}} = 6716 \text{ km}$  (Abstand vom Erdmittelpunkt)

Höhe über der Erdoberfläche: **338 km**

# ISS Projekt – Team „Alpha Centauri“

**E N D E**