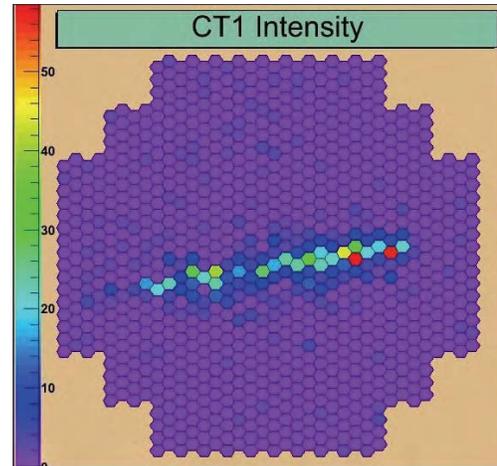


Das Upgrade der ersten H.E.S.S.-Kamera

Von Affenzäunen und ersten Gammastrahlen



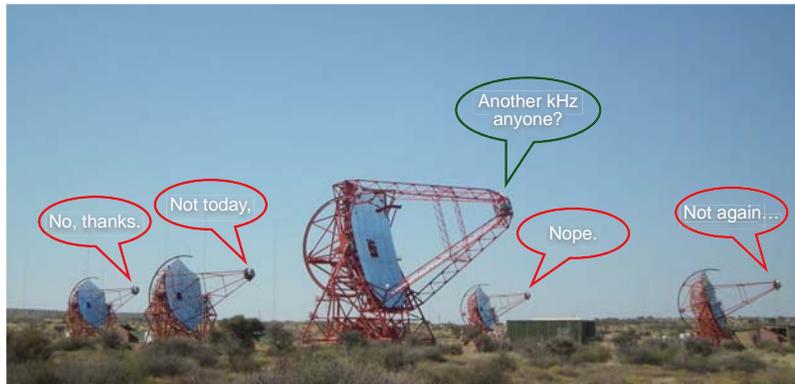
Stefan Klepser
Technisches Seminar
Zeuthen
September 2015



Wer wir sind (hier am DESY)



Unser Problem



- > 30% Totzeit im Hybrid-Betrieb (Koinzidenz mit großem Teleskop)
- > Viel Ausfallzeit durch alternde Elektronik im Wüstensand
- > Jährlicher Datenverlust dadurch entspricht 350.000 €



Unser Auftrag

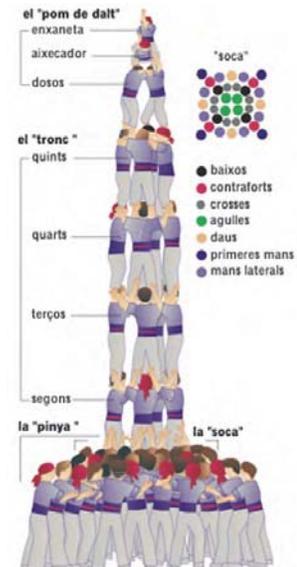
- > Modernisierung der vier H.E.S.S. I Kameras
- > Ursprünglich nur Elektronik...
- > ...aber Elektronik will sauber und gelüftet sein
- > ...und braucht zuverlässige Peripheriegeräte





Wie wir arbeiten

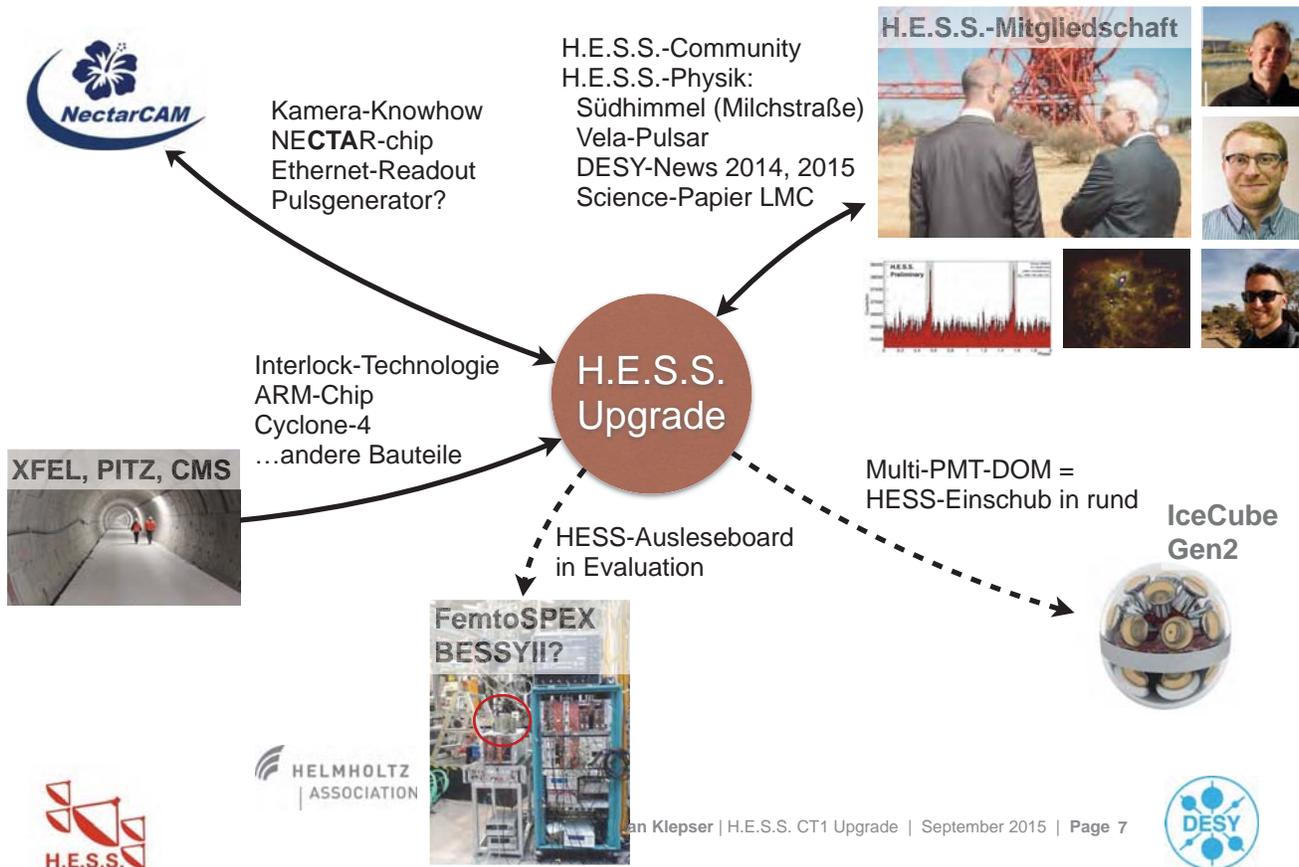
- > Sehr regelmäßigen Treffen der ganzen Gruppe*
- > Jeder definiert seinen eigenen Zeit- und Arbeitsplan, aber transparent für alle
- > Gesamtplanung wird im Team diskutiert
- > Engpässe oder Probleme werden im Team aufgefangen



* bzw. mit Teilnehmern aller Baustellen



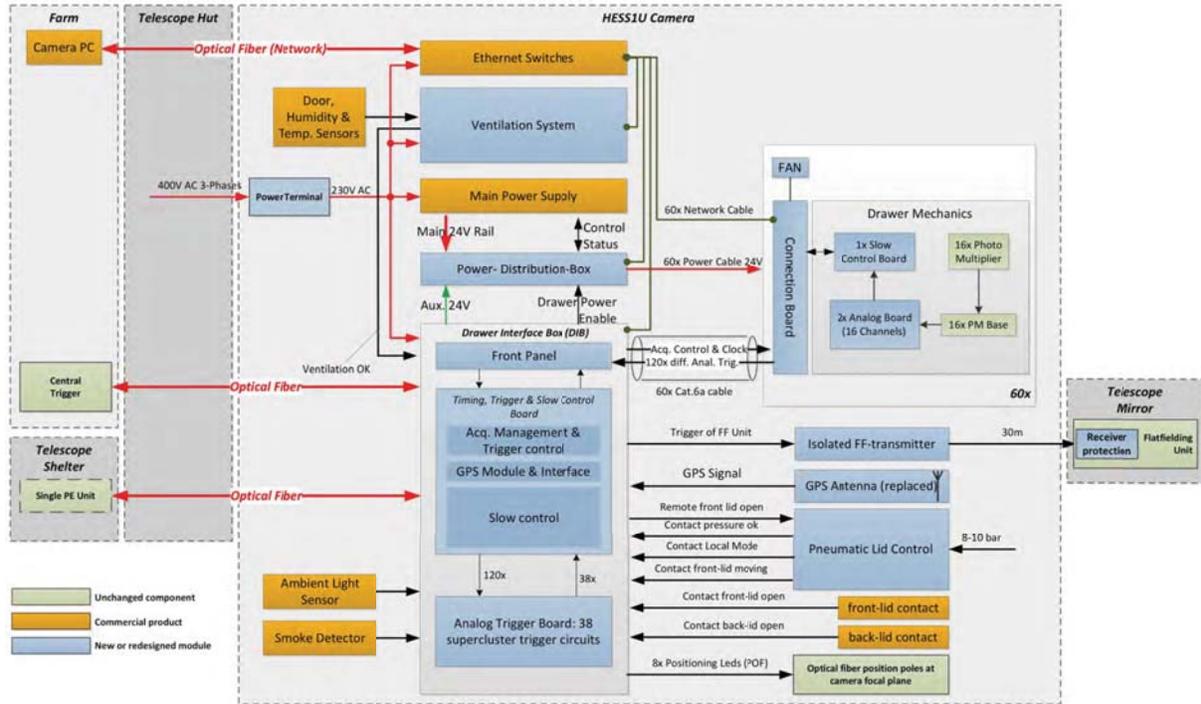
Warum wir H.E.S.S. in Zeuthen upgraden



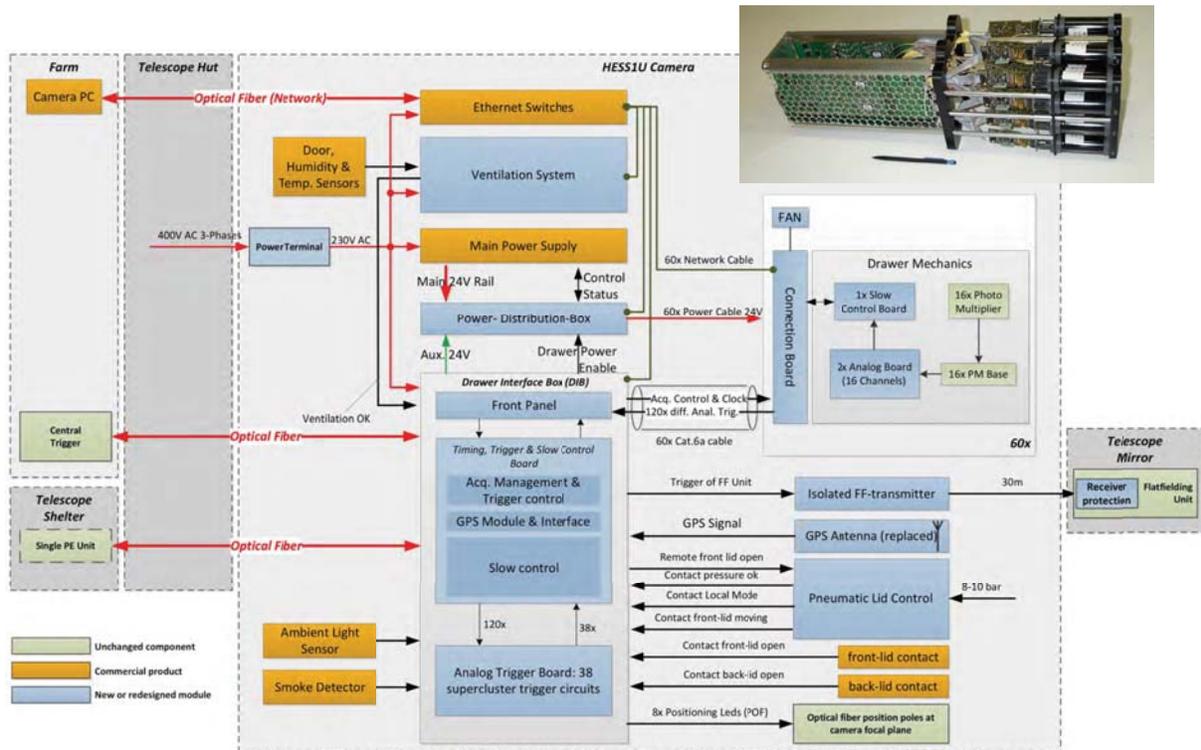
Was kostet das Upgrade?

- > 850k
 - 50% davon Produktion Front-End-Boards
- > 3-4 FTEs
 - Über 2-3 Jahre
 - Jetzt ist der das Hochplateau
- > Kosten-Boostfaktor seit März 2013 (Projektplan): $I = 1.12$

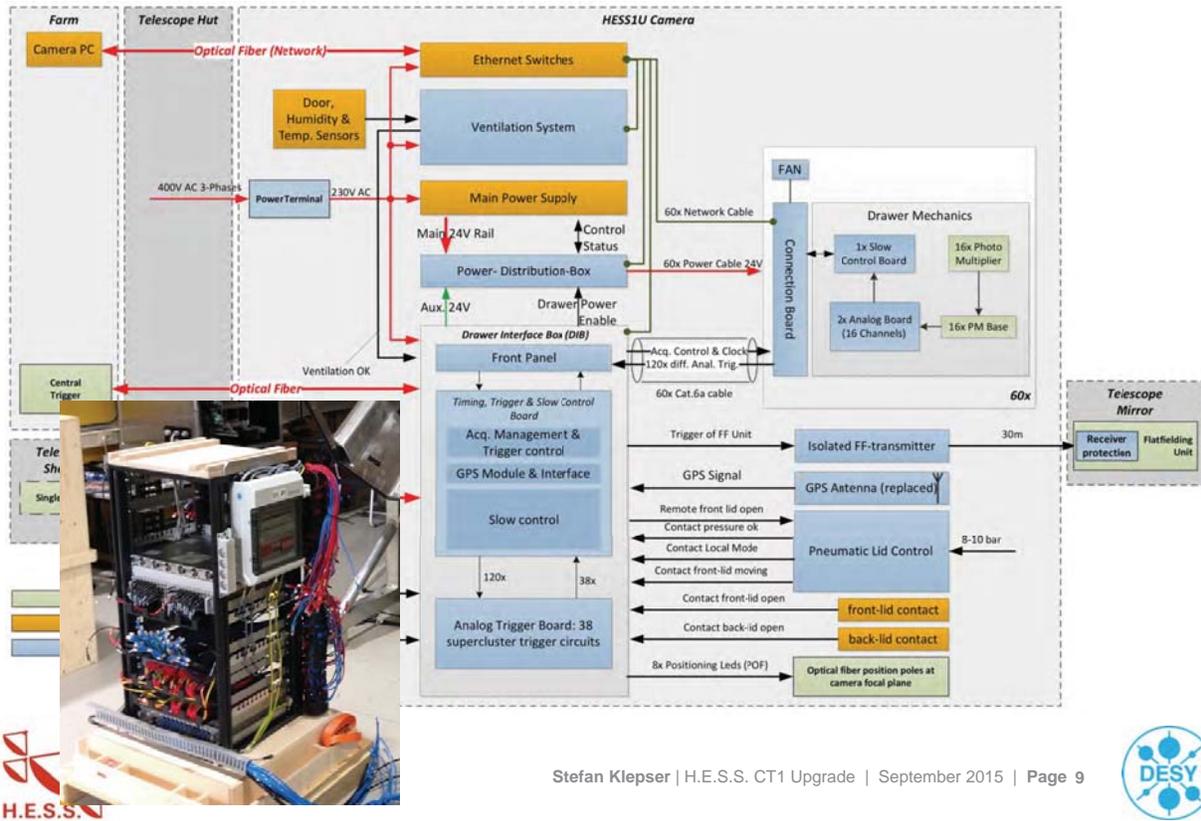
Im Detail



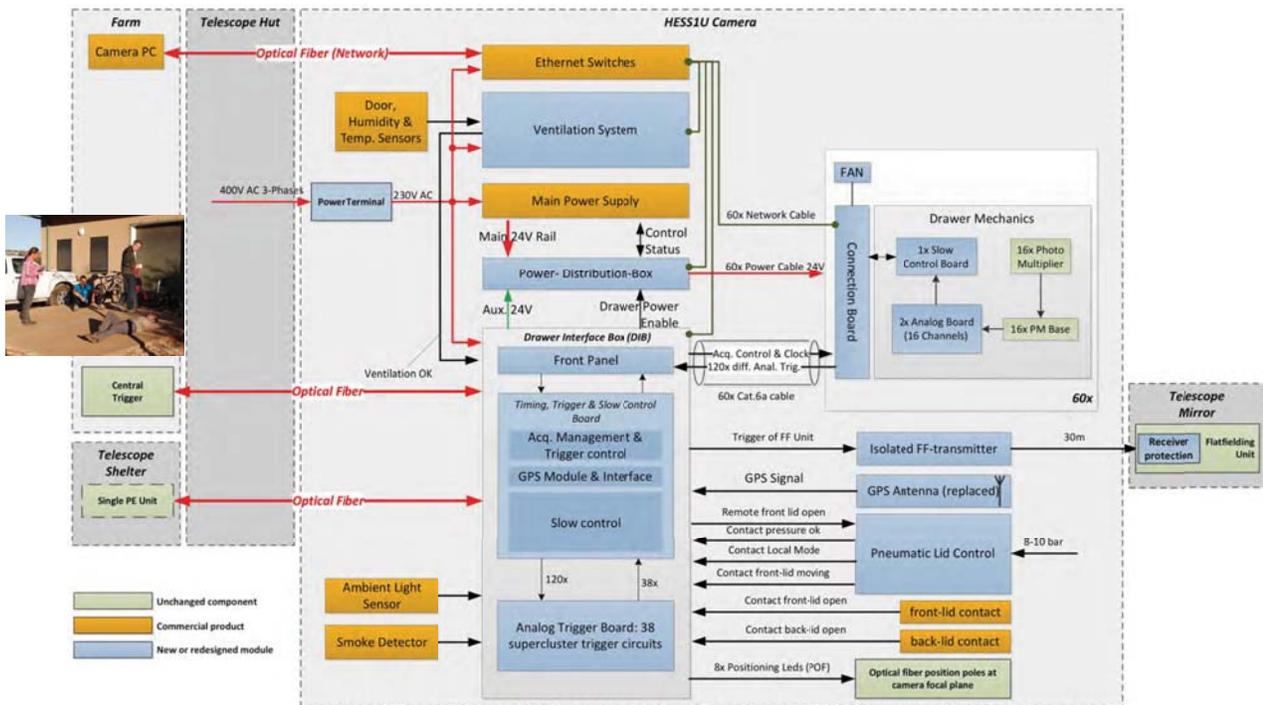
Im Detail



Im Detail

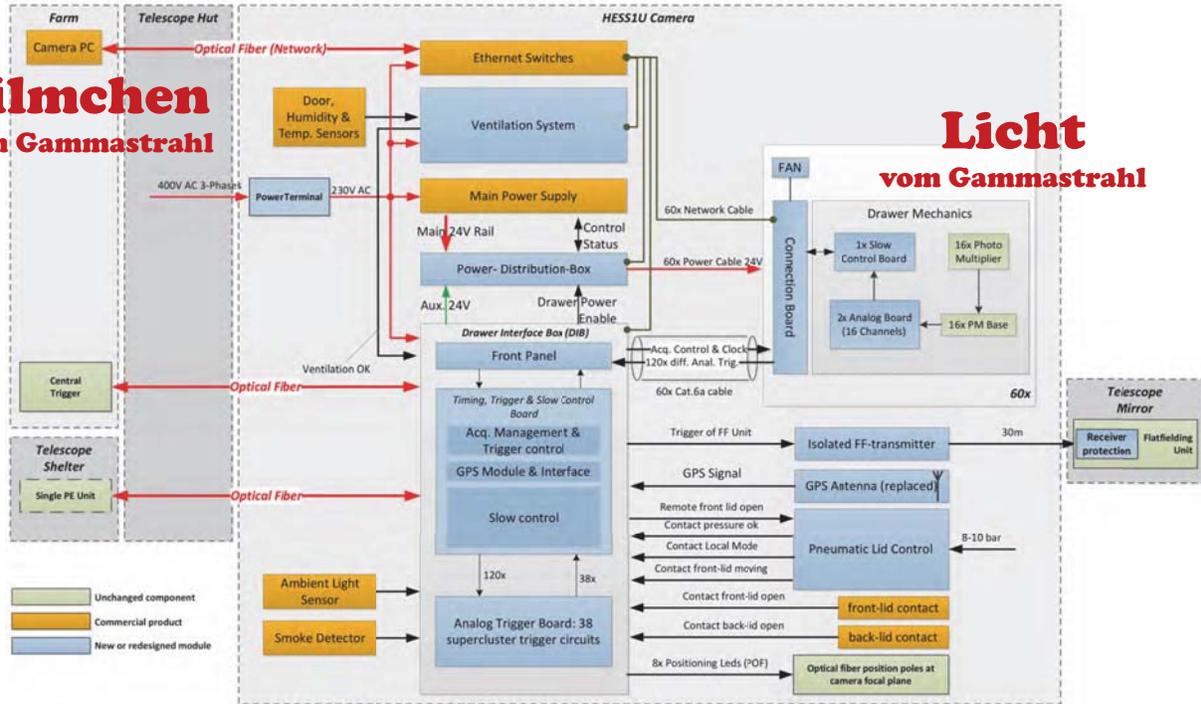


Im Detail



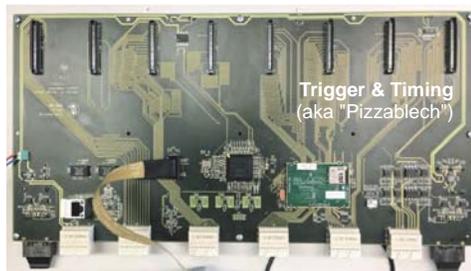
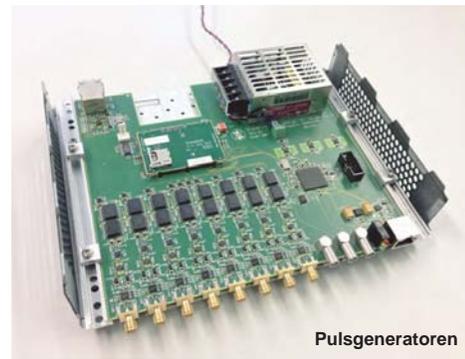
Filmchen vom Gammastrahl

Licht vom Gammastrahl



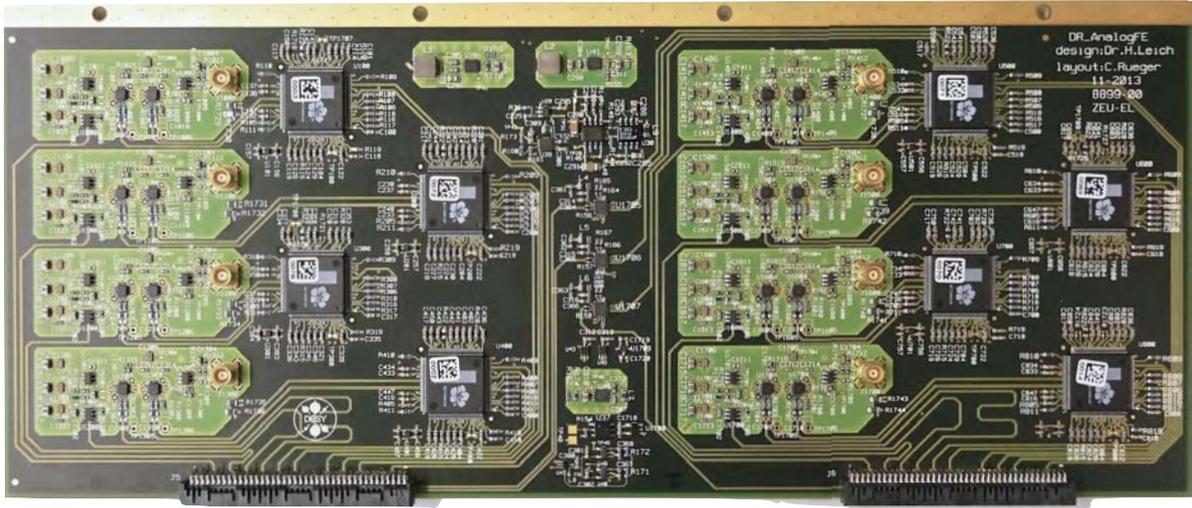
Boards, Boards, Boards

> 7 verschiedene



Dr. Leich's Meisterstück

- > 8 Lagen, über 1000 Bauteile



Mechanik/Pneumatik-Peripherie

- > Neues Lüftungssystem im Deckel (gefiltert und mit leichtem Überdruck)
- > Pneumatik-Steuerung



Was stand da unten in der Halle?

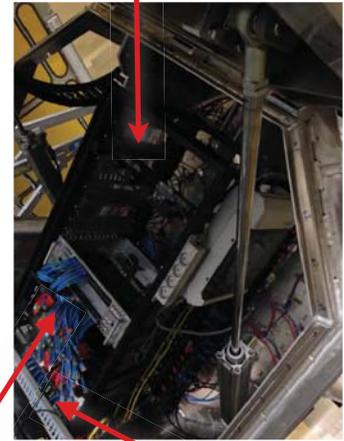
- > Ein H.E.S.S.-Kamera Nachbau als Teststand

Vorne. Diese Seite schaut in den Teleskop-Spiegel



Hinten. Dieser Deckel enthält eine neue Lüftungsanlage

Innen. Ein Rack mit Einschüben.



Trigger- und Datenkabel

Pneumatik



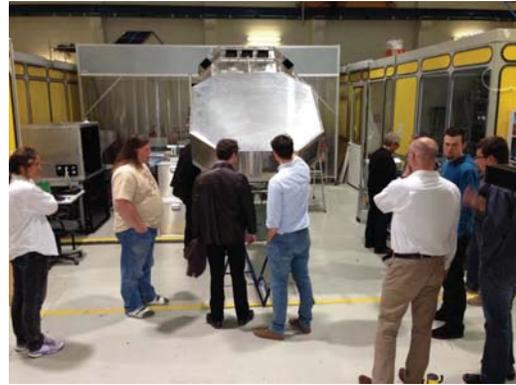
Ende März: "Assembly Readiness"

- > Front end
- > Drawer interface box
- > Ventilation/Backdoor
- > Power supply
- > Network

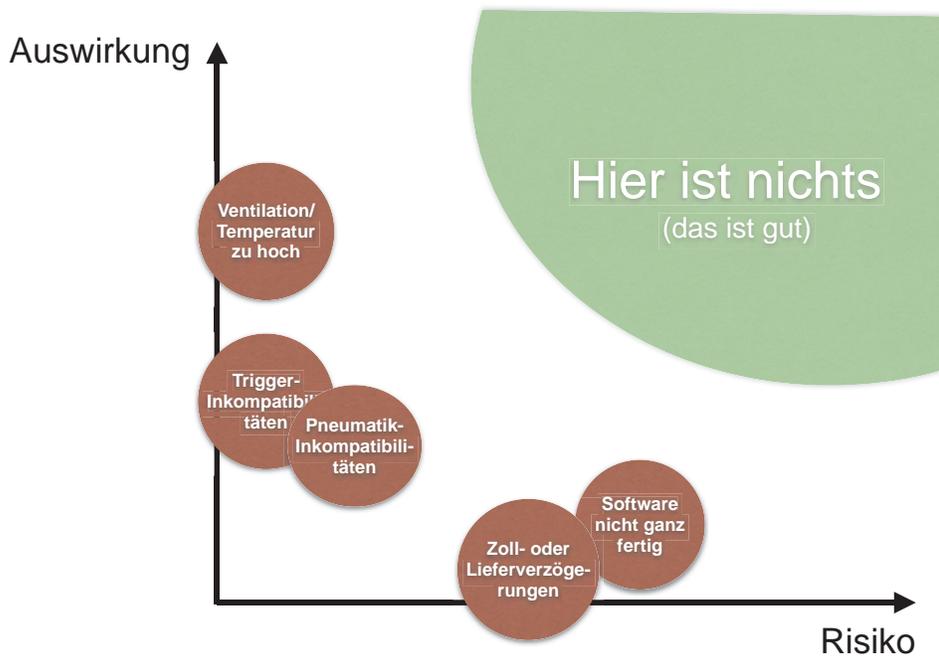
	Design finished?	Prototyping cycles	Prototyping finished?	Production CT1	Assembly Readiness?
> Front end		3		Sept-Mar	
> Drawer interface box		2		Nov-Dec	
> Ventilation/Backdoor		2		<Nov	
> Power supply		1		Dec-Jan	
> Network		1		(Bought)	



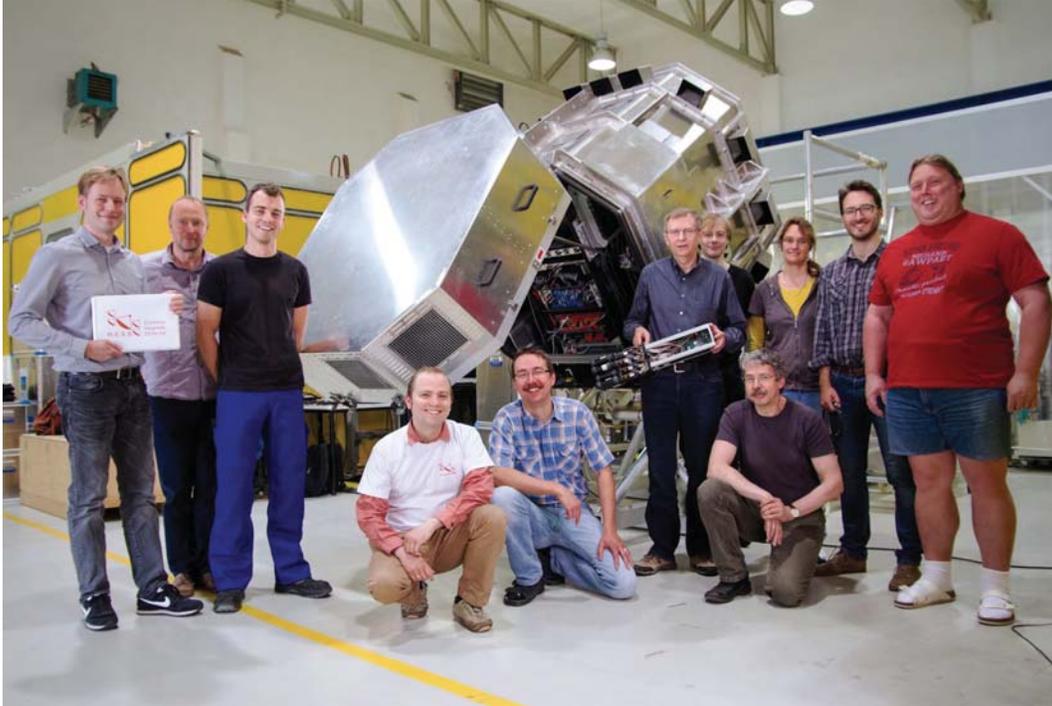
28. April: Finale Inspektion der H.E.S.S.-Kollaboration



Risikomanagement - Stand April 2014



11. Mai: Grünes Licht für interne Abrissbirne



Stefan Klepser | H.E.S.S. CT1 Upgrade | September 2015 | Page 18

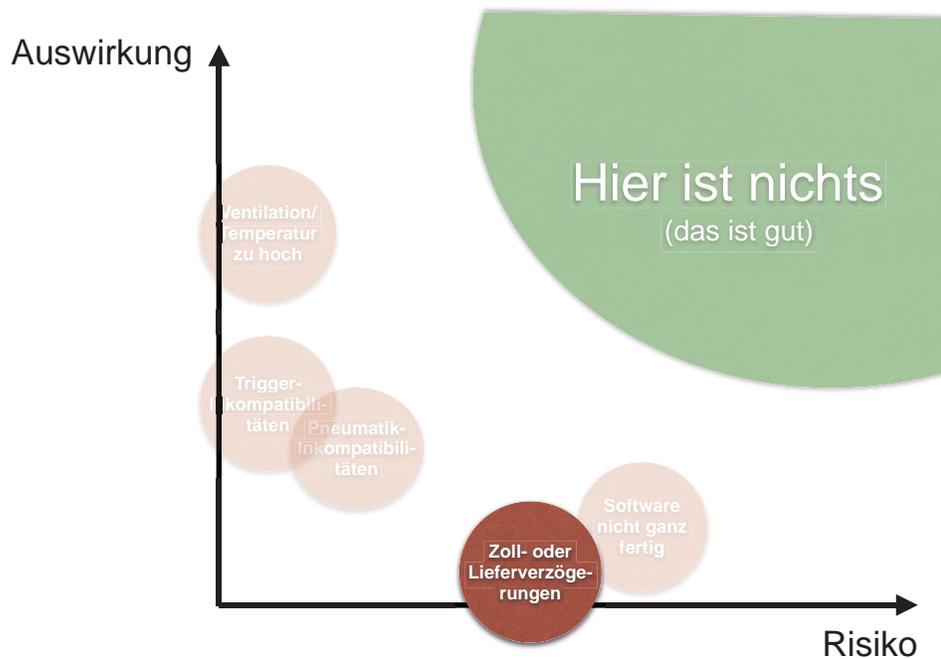


22. Mai: Abtransport



Stefan Klepser | H.E.S.S. CT1 Upgrade | September 2015 | Page 19





Lessons Learnt von der Zollabwicklung

- > Wir waren 2-3 Wochen im Zoll
- > Aufwand hängt stark vom Zollbeamten ab
- > Alles in einer Kiste will eventuell gelistet sein
 - Werkzeugkisten können sehr aufwändig sein
 - Kleinkramsammlungen auch
- > Zusammengebaute Einzelteile sind *ein* Gerät
- > Akkus (vom Akkuschauber) immer getrennt verpacken, und mit Herstellerzertifikat versehen
- > Waren, die zurückgeschickt werden, immer getrennt verpacken

- > Aber: Handgepäck ist vollkommen unkompliziert!



3. Juli: Kisten angekommen

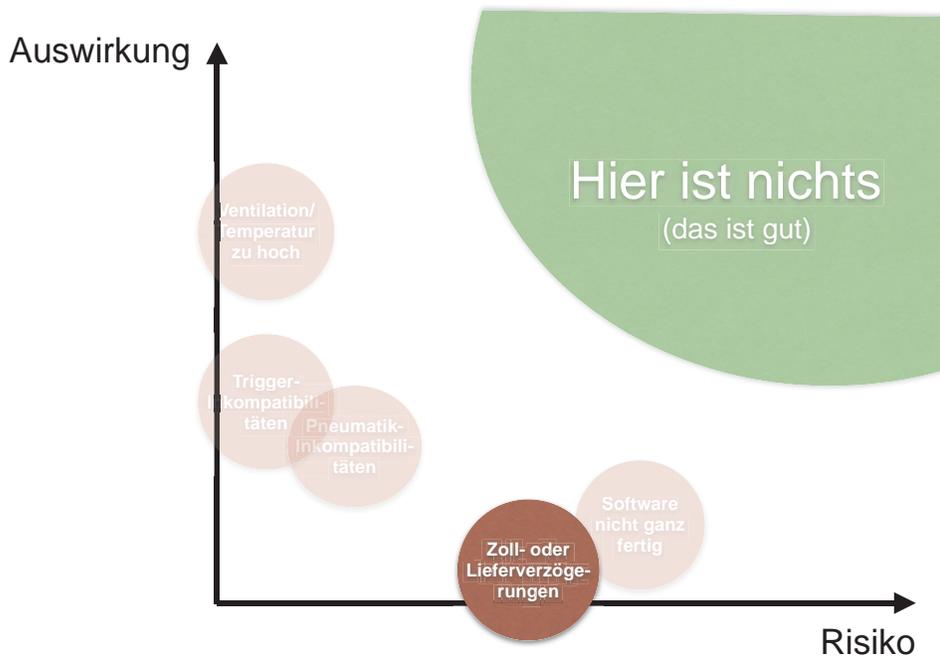
> ...zwei Tage vor uns. Perfektes Timing.



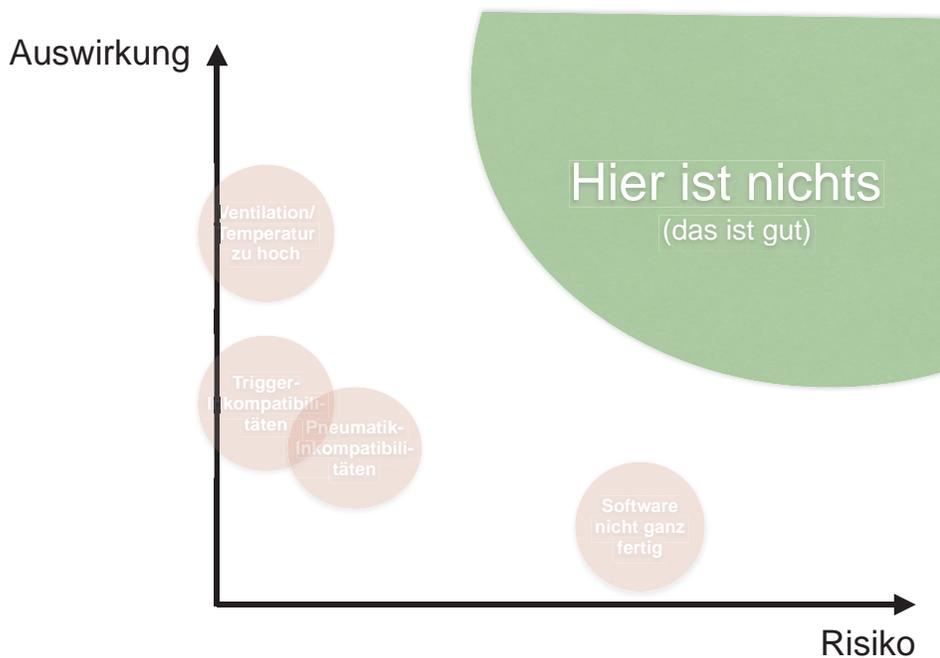
5. Juli: DESYaner angekommen



Risikomanagement - Stand April 2014

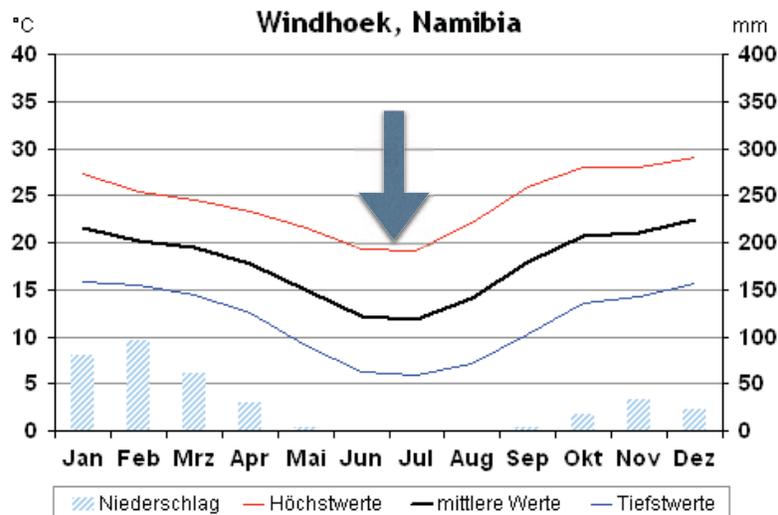


Risikomanagement - Stand April 2014



Winter in Namibia

- > Frisches T-Shirt-Wetter bei Tag
- > Heizdecken bei Nacht



Mechanik-Installation

- > Kamera war leer und sauber - optimal vorbereitet
- > 2 vorherige Reisen zur Erörterung der Lage waren sehr wichtig



Mechanik-Installation



Mechanik-Installation

> Frische Luft und Gewichtheben



Was nicht passt...

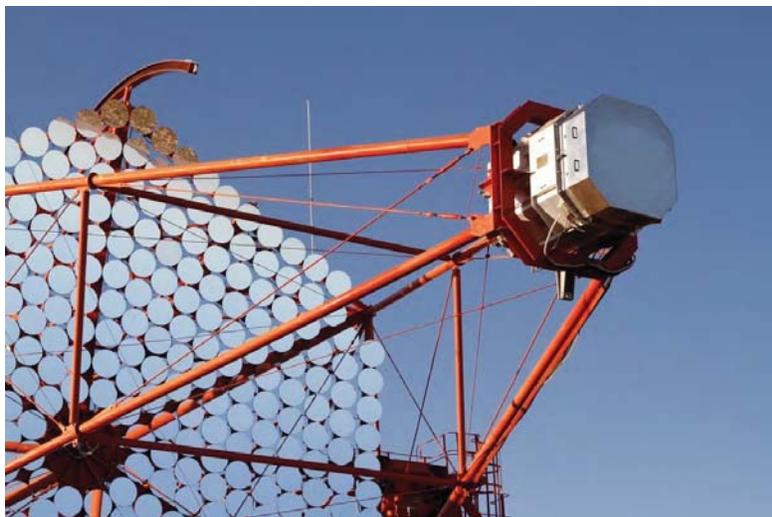


- > 1 Zentimeter macht einen Unterschied

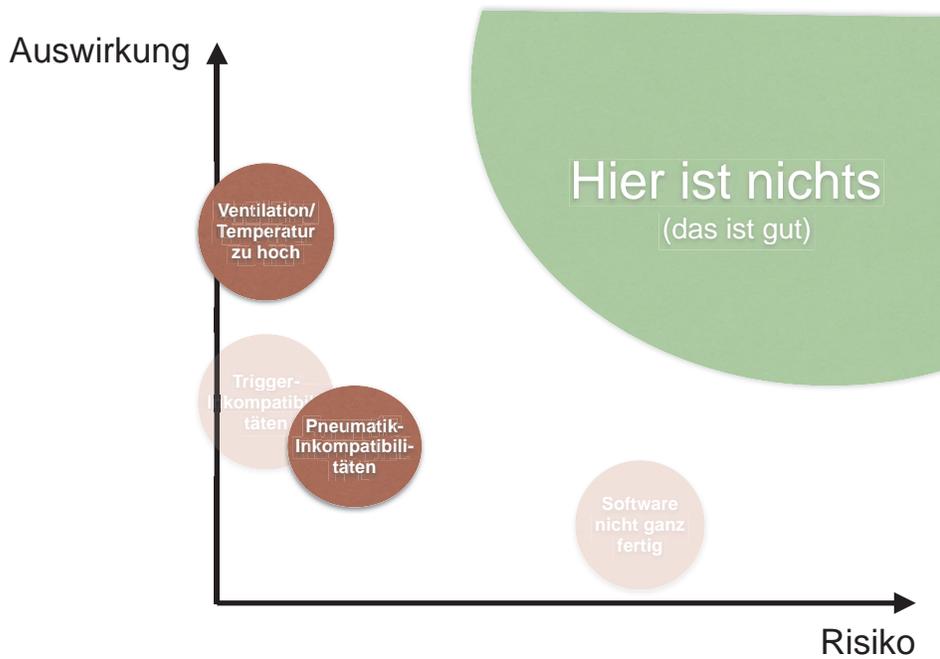


14. Juli: Erster Take-off

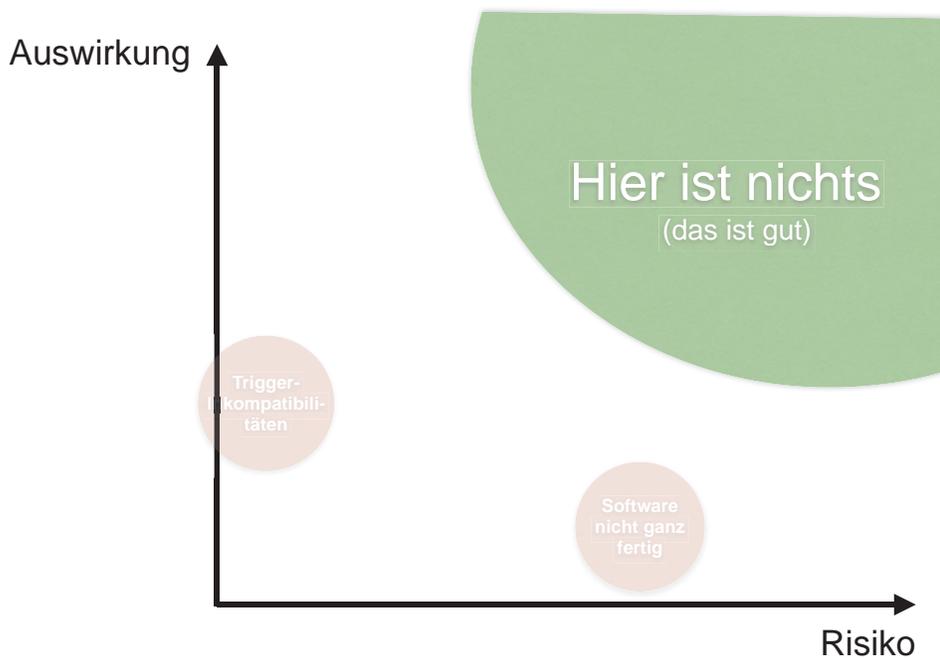
- > 3 Tage früher als geplant
- > Gewichtsbalance perfekt
- > Frühere Rückreise



Risikomanagement - Stand April 2014



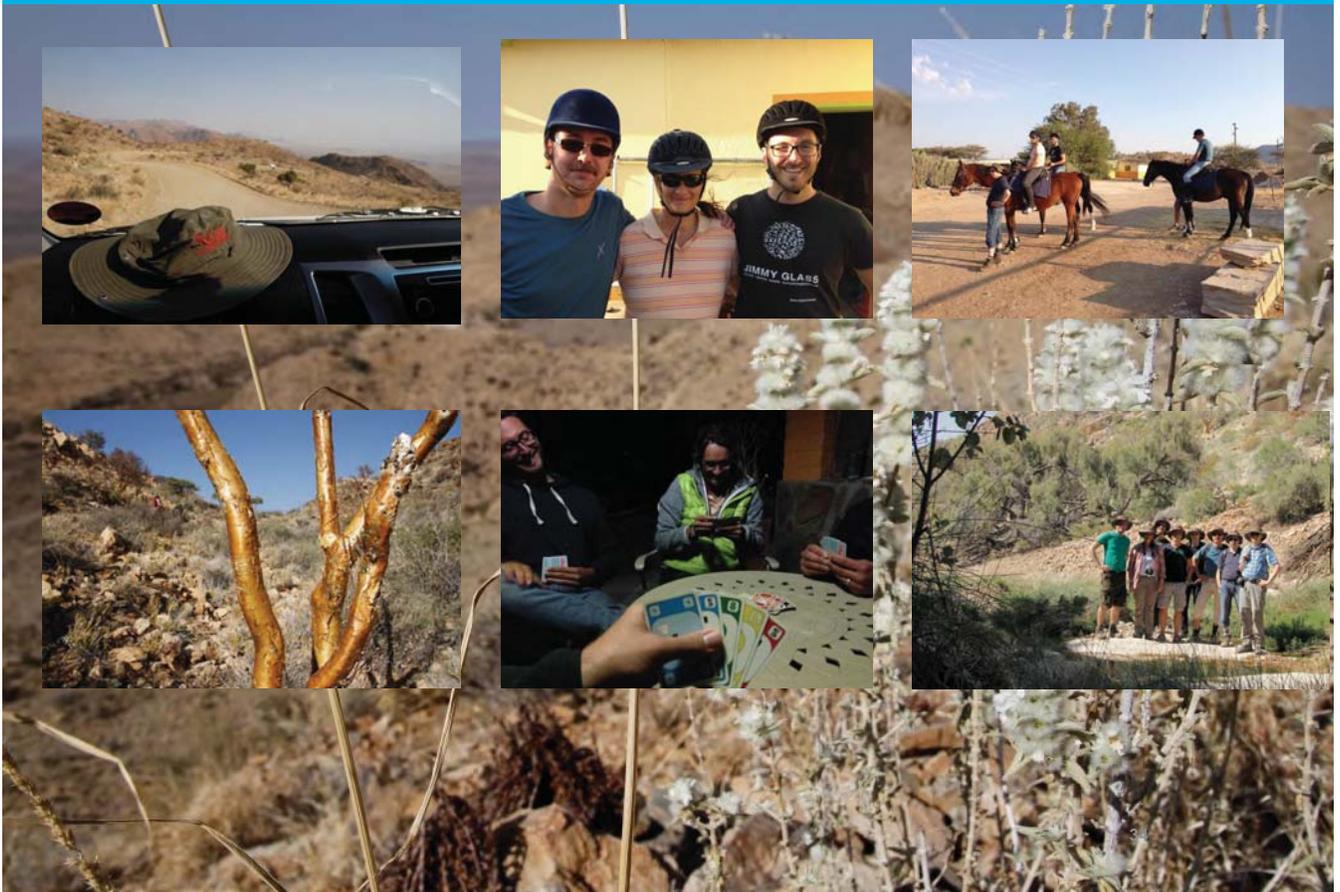
Risikomanagement - Stand April 2014



Klassenfahrt



Klassenfahrt



Alltag on site - Isabis Farm



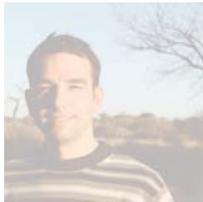
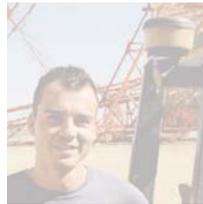
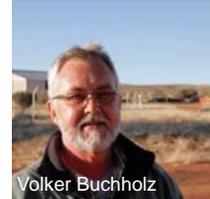
Alltag on site - Rhythmus, Teleskop und Residenz



Elektronik-Installation



CT1 Deployment Campaign
July/August 2015



Elektronik-Tests mit Todesfolge

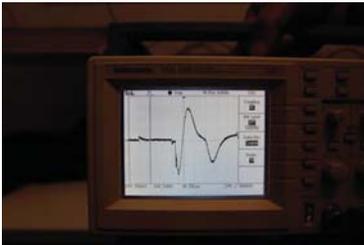
- > Einschub-Lazarett
- > 5 Tote Einschübe (FPGA kaputt)
- > 3 Tage Verschwörungstheorien pur



Der Affenzaun



> kV-Pulse "in der Luft"



Der Affenzaun



Einschub-Montage und Elektronik-Installation

- > Entscheidung: Keine erneuten Tests, alles direkt einbauen



20. Juli: Alle Einschübe eingebaut



Tests in der Kamera



Kleinere Probleme dazwischen...

- > Falsches Glasfaserkabel war installiert (Durchmesser)
- > Falscher Widerstand ($1\text{k}\Omega$ statt 0Ω , kompensiert durch...)
- > Falscher Anschluss (24V statt Erde)

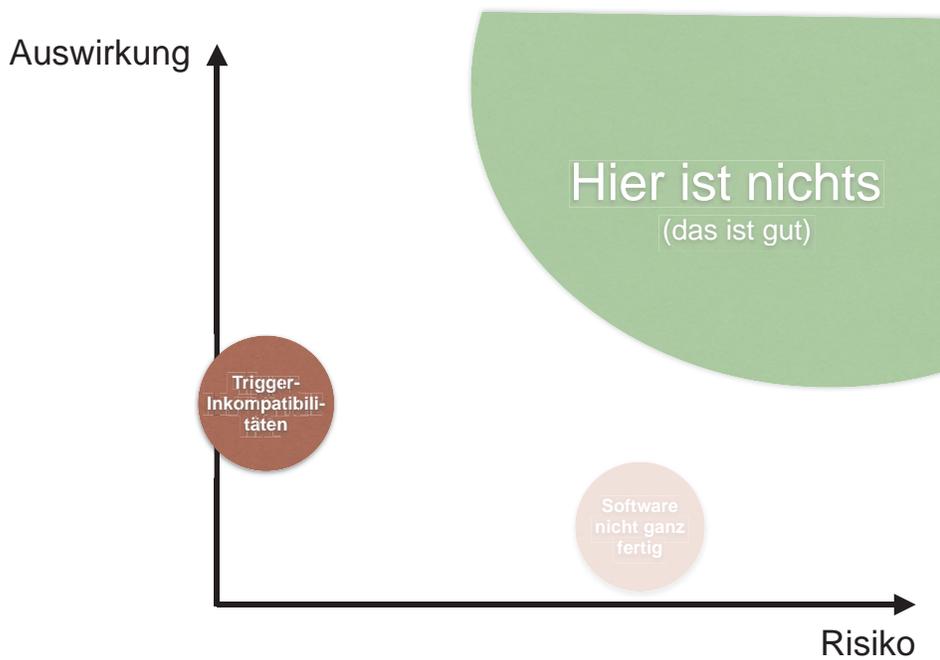


- > ...alle behoben





Risikomanagement - Stand April 2014



Auswirkung ↑

Hier ist nichts
(das ist gut)

Software
nicht ganz
fertig

Risiko →



23. Juli: Alle Einschübe funktionieren!

```

0721 19:12:19-447993 1728 Geometry.cpp:216] Some geometry configurations could not be loaded
[CH33: On [CH34: On [CH35: On [CH1: On [CH2: On
OK OK OK OK OK
val: 899.8mA val: 917.1mA val: 913.5mA val: 961.3mA val: 943.9mA
max: 957.2mA max: 990.1mA max: 971.6mA max: 1021.5mA max: 961.8mA
min: 879.1mA min: 901.1mA min: 895.4mA min: 924.7mA min: 883.5mA

[CH6: On [CH7: On [CH8: On [CH9: On [CH3: On [CH4: On [CH5: On
OK OK OK OK OK OK
val: 885.3mA val: 892.4mA val: 911.4mA val: 913.7mA val: 976.9mA val: 999.6mA val: 963.9mA
max: 946.2mA max: 954.2mA max: 978.2mA max: 973.0mA max: 992.8mA max: 985.0mA max: 965.4mA
min: 866.5mA min: 875.7mA min: 902.5mA min: 899.7mA min: 905.5mA min: 891.0mA min: 886.0mA

[CH48: On [CH41: On [CH42: On [CH43: On [CH44: On [CH6: On [CH7: On [CH8: On [CH9: On
OK OK OK OK OK OK OK OK
val: 968.9mA val: 935.9mA val: 949.7mA val: 946.0mA val: 925.5mA val: 922.2mA val: 886.2mA val: 881.8mA val: 892.6mA
max: 1035.8mA max: 1007.1mA max: 1004.6mA max: 1019.4mA max: 985.8mA max: 977.3mA max: 959.2mA max: 959.2mA max: 976.2mA
min: 952.1mA min: 914.8mA min: 918.5mA min: 918.3mA min: 901.3mA min: 897.7mA min: 880.6mA min: 880.1mA min: 874.8mA

[CH5: On [CH6: On [CH7: On [CH8: On [CH9: On [CH18: On [CH11: On [CH12: On [CH13: On
OK OK OK OK OK OK OK OK
val: 895.6mA val: 891.7mA val: 930.9mA val: 928.0mA val: 948.0mA val: 934.3mA val: 929.3mA val: 896.8mA val: 964.3mA
max: 985.6mA max: 963.1mA max: 1000.2mA max: 980.3mA max: 968.2mA max: 1010.7mA max: 1003.9mA max: 964.1mA max: 1026.5mA
min: 883.9mA min: 878.4mA min: 911.2mA min: 894.2mA min: 890.4mA min: 919.4mA min: 913.7mA min: 881.7mA min: 943.7mA

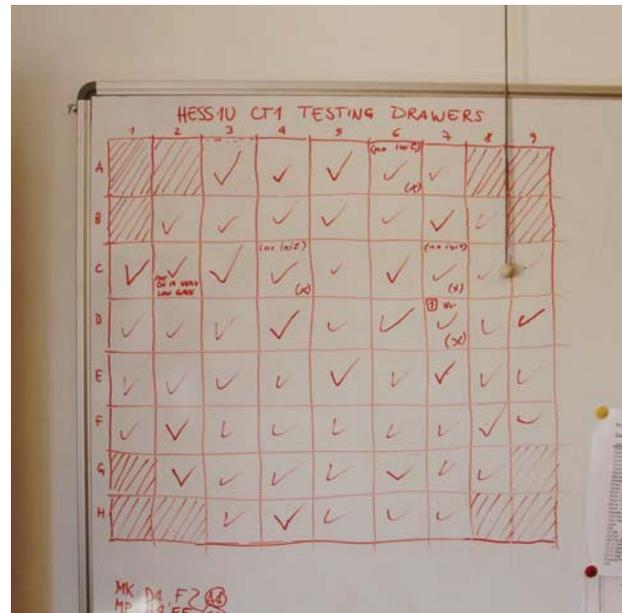
[CH9: On [CH31: On [CH2: On [CH3: On [CH4: On [CH5: On [CH18: On [CH17: On [CH18: On
OK OK OK OK OK OK OK OK
val: 996.4mA val: 919.0mA val: 946.4mA val: 972.3mA val: 978.2mA val: 940.9mA val: 954.7mA val: 938.5mA val: 931.8mA
max: 967.7mA max: 979.4mA max: 1027.5mA max: 1059.7mA max: 1001.6mA max: 1024.8mA max: 1008.6mA max: 1016.9mA max: 1027.5mA
min: 888.3mA min: 901.8mA min: 928.6mA min: 953.0mA min: 913.5mA min: 920.1mA min: 927.4mA min: 913.2mA min: 916.5mA

[CH4: On [CH5: On [CH6: On [CH7: On [CH9: On [CH20: On [CH21: On [CH2: On [CH3: On
OK OK OK OK OK OK OK OK
val: 930.9mA val: 923.1mA val: 950.3mA val: 942.5mA val: 932.2mA val: 953.5mA val: 961.5mA val: 949.6mA val: 925.4mA
max: 994.5mA max: 994.9mA max: 1033.2mA max: 1016.0mA max: 996.3mA max: 1054.7mA max: 1029.7mA max: 1056.5mA max: 1027.7mA
min: 910.9mA min: 907.3mA min: 939.6mA min: 925.0mA min: 910.0mA min: 934.3mA min: 940.5mA min: 929.9mA min: 905.9mA

[CH8: On [CH9: On [CH6: On [CH4: On [CH25: On [CH26: On [CH27: On
OK OK OK OK OK OK
val: 955.1mA val: 923.3mA val: 946.3mA val: 925.4mA val: 927.8mA val: 927.8mA val: 929.5mA val: 927.6mA
max: 1005.0mA max: 994.9mA max: 1020.6mA max: 994.0mA max: 996.6mA max: 1004.6mA max: 1039.1mA
min: 915.1mA min: 910.0mA min: 927.4mA min: 902.3mA min: 911.2mA min: 916.4mA min: 942.1mA

[CH1: On [CH2: On [CH28: On [CH29: On [CH30: On
OK OK OK OK OK
val: 919.9mA val: 907.3mA val: 951.2mA val: 951.2mA val: 959.9mA val: 953.8mA
max: 989.5mA max: 1043.0mA max: 1009.1mA max: 1026.1mA max: 1056.5mA
min: 906.1mA min: 948.9mA min: 923.1mA min: 941.8mA min: 940.2mA

Channels on and ok: 64
Max Current: CH5 - 1016.2mA
Min Current: CH3 - 23.171mA
Max Peak: CH5 - 1059.72mA
Min Peak: CH3 - 21.5149mA
Min Spread: CH3 - 2.97899mA
Max Spread: CH2 - 136.572mA
    
```



24. Juli: Abreise der Hardware-Crew



47

DAQ-Integration und Inbetriebnahme



**CT1 Deployment Campaign
July/August 2015**



48

DAQ-Integration

- > 7 Main Controllers, 7 Sub-Controllers
- > ZMQ (log) and Thrift (data) integrated in DAQ, set up DB, tested data streams



CT1 Camera GUI

Controls

- Quit
- Ventilation
- Get Ready
- Close Lid
- Goto Safe
- HV Off
- Reset
- Power Off

Camera Status

- GUI: Running
- HeartBeat: Running
- Logger: Running
- SlowControl: Running
- Ventilation: Running
- LV: Running
- Camera: Running

Sub-System Status

- Lid: Running
- LEDs: Safe
- FlatField: Safe
- SPE: Safe
- Trigger: Running
- Drawers: Running
- HV: Running

Camera Security

- Power: Enabled
- Watchdog: Okay
- Ambient Light: Okay
- Ventilation: Okay
- Lid: Okay
- Pneumatics: Okay
- Smoke Detector: Okay
- Back Door: Okay

CT1 Pixel HV

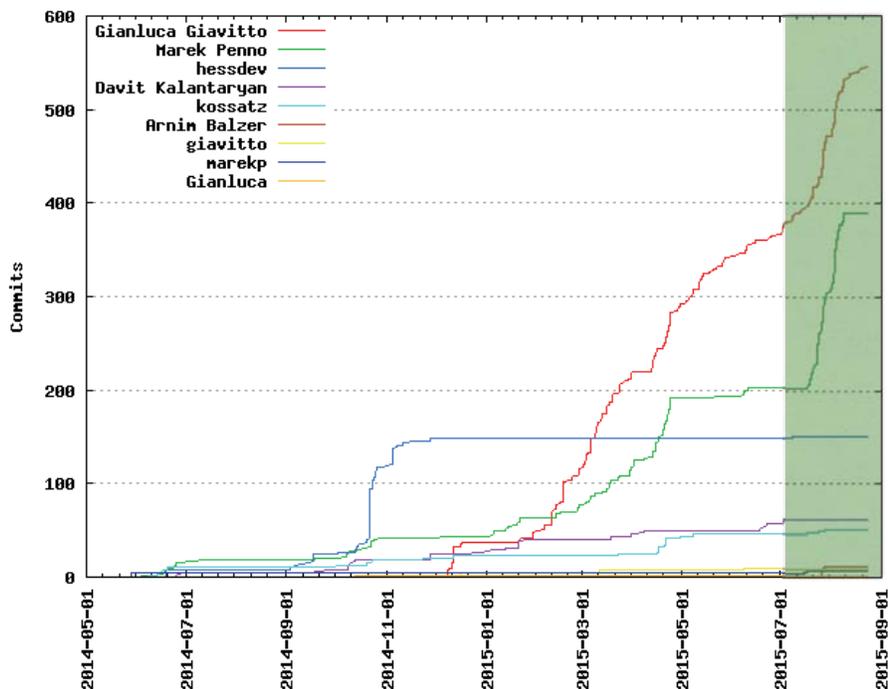
CT1 Pixel Current

CT1 Pixel Scaler

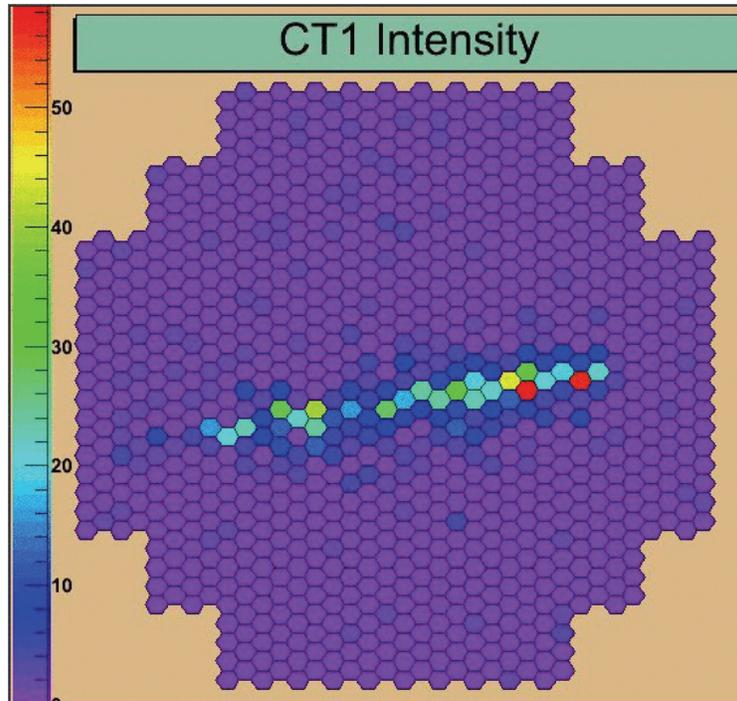
CT1 Drawer Temperature



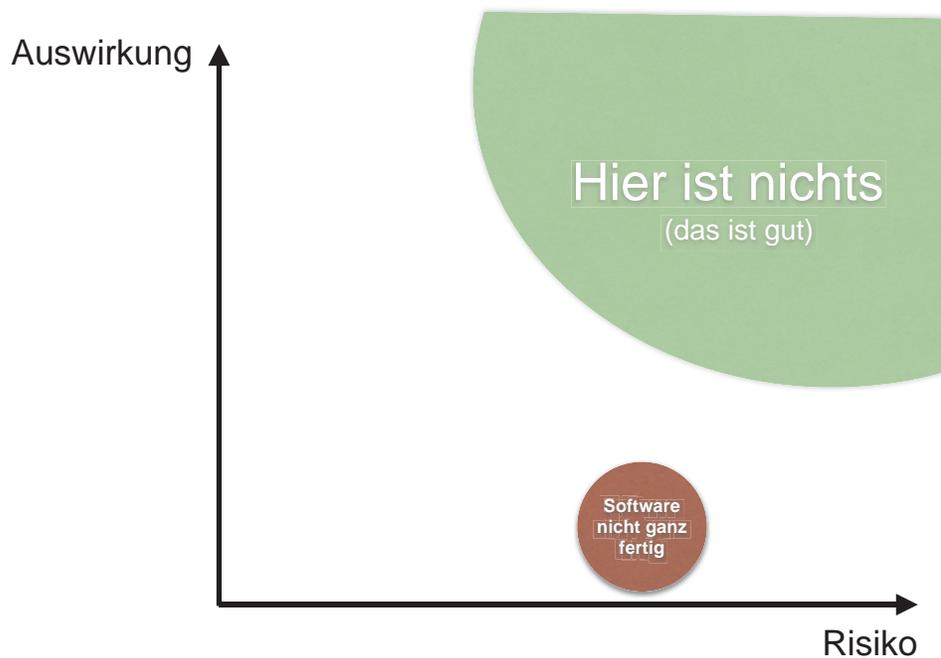
Tastearbeit



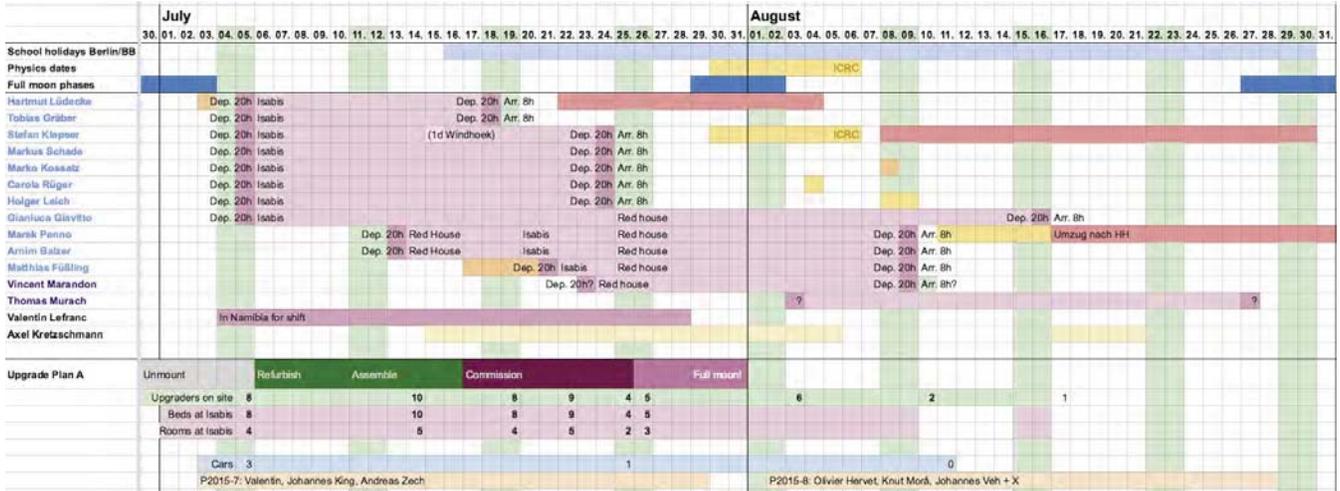
15. August: Erste Gamma-Schauer!



Risikomanagement - Stand April 2014



Der Masterplan (a posteriori)



MECH

ELEC

DAQ

"Commissioning"

First Light



Zeit auszuruhen?



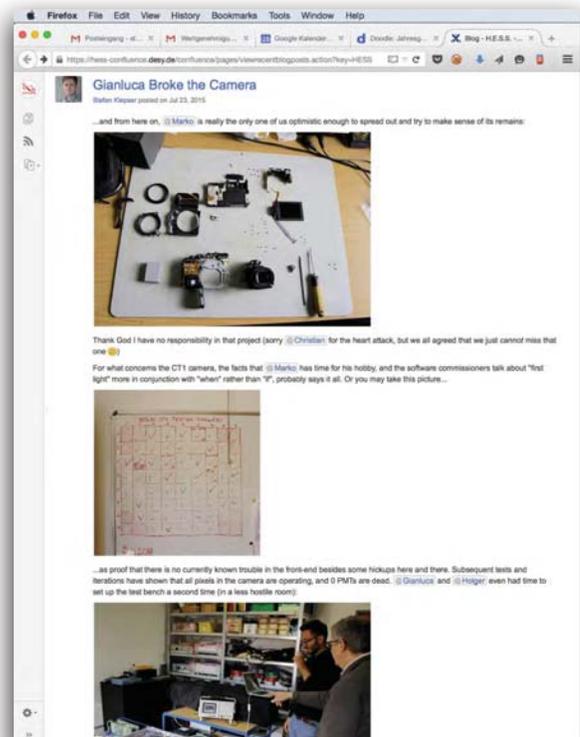
Todo Liste

- > Manche Drawer schicken manchmal keine Daten
 - Firmware-Problem
- > Trigger schickt manchmal komische Flut an Triggersignalen (300 kHz statt 100 Hz)
 - vmtl. Software-Konfigurationsproblem
- > Triggerboard reagiert temperaturabhängig
 - braucht kleinen Hardware-Fix (Oktober)
- > Anderer Kleinkram
 - Events werden zwischen Kameras gemischt (oder gehen verloren)
 - Kalibration gibts noch gar nicht
 - Simulation ist auch noch in Arbeit (I. Lypova, hier im Haus)



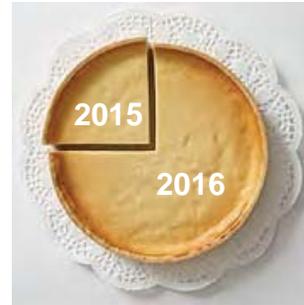
Außenkommunikation

- > Wir sind angewiesen auf externe Kollaborateure
- > Motivation für Hardware-Themen funktioniert nicht über Berichte



Zeitplan

- > Erste Kamera Juli 2015 ✓
- > Kameras 2-4 Mitte 2016

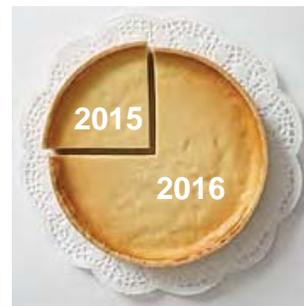


- > Verzögerungsfaktor seit März 2013 (Projektplan): $\Gamma = 1.3$



Zeitplan

- > Erste Kamera Juli 2015 ✓
- > Kameras 2-4 Mitte 2016



- > Verzögerungsfaktor seit März 2013 (Projektplan): $\Gamma = 1.3$



Zusammenfassung

- > Die erste Kamera des H.E.S.S.-Upgrades ist installiert und funktioniert



- > Technologische Verzahnung mit anderen Projekten ist hoch
- > Ressourcen- und Zeitrahmen ist unter Kontrolle
- > Fertigstellung 2016 ist sehr wahrscheinlich
- > Es wird demnächst etwas eng in der Halle :)



Ende.



Technische Kennzahlen

What	How much/many
Pixels	960
Power (Drawer)	29 W
Power (Camera)	5-6 kW
Dynamic range	2000
Bandwidth	300 MHz
Sampling rate	1 GHz
Readout window	16 ns *
High Voltage	1.0 - 1.6 kV
Dark rate (PMT)	100 - 500 MHz *
Data rate (Camera)	1 kHz *
Data rate (array)	1.7 kHz *
Event size	12 kB (uncompressed)
Data bandwidth	1 GBit/s
Weight	910 kg
Field of view	5°

* pre-upgrade

