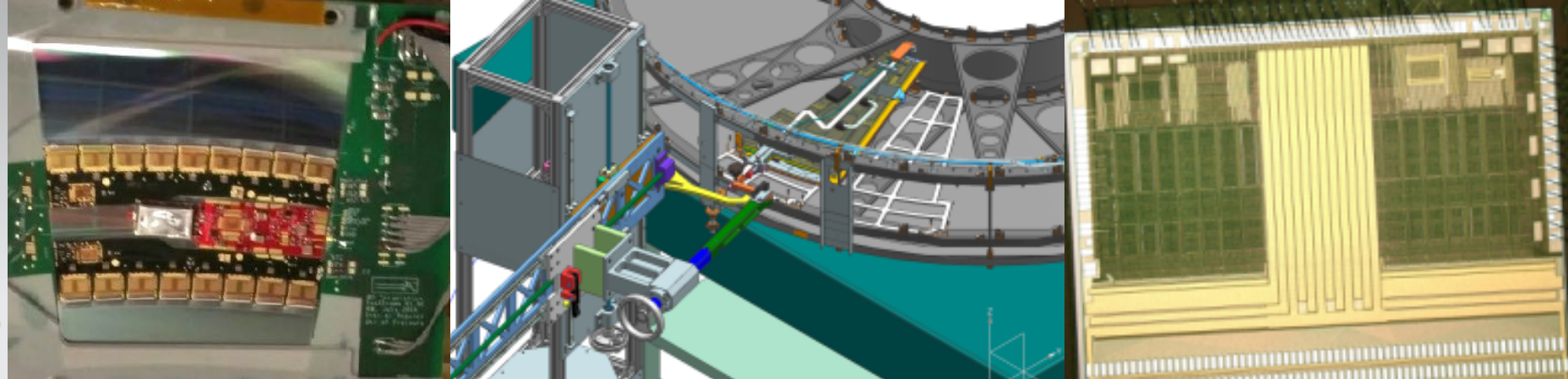


ATLAS



Person Power Plan ATLAS ITk end-cap

Ingrid-Maria Gregor, Ingo Bloch, Sergio Diez Cornell,
Peter Goettlicher, Sarah Heim, Stefan Schmitt, Marcel Stanitzki
Hamburg, April 2022

For the DESY ATLAS Group



Overview

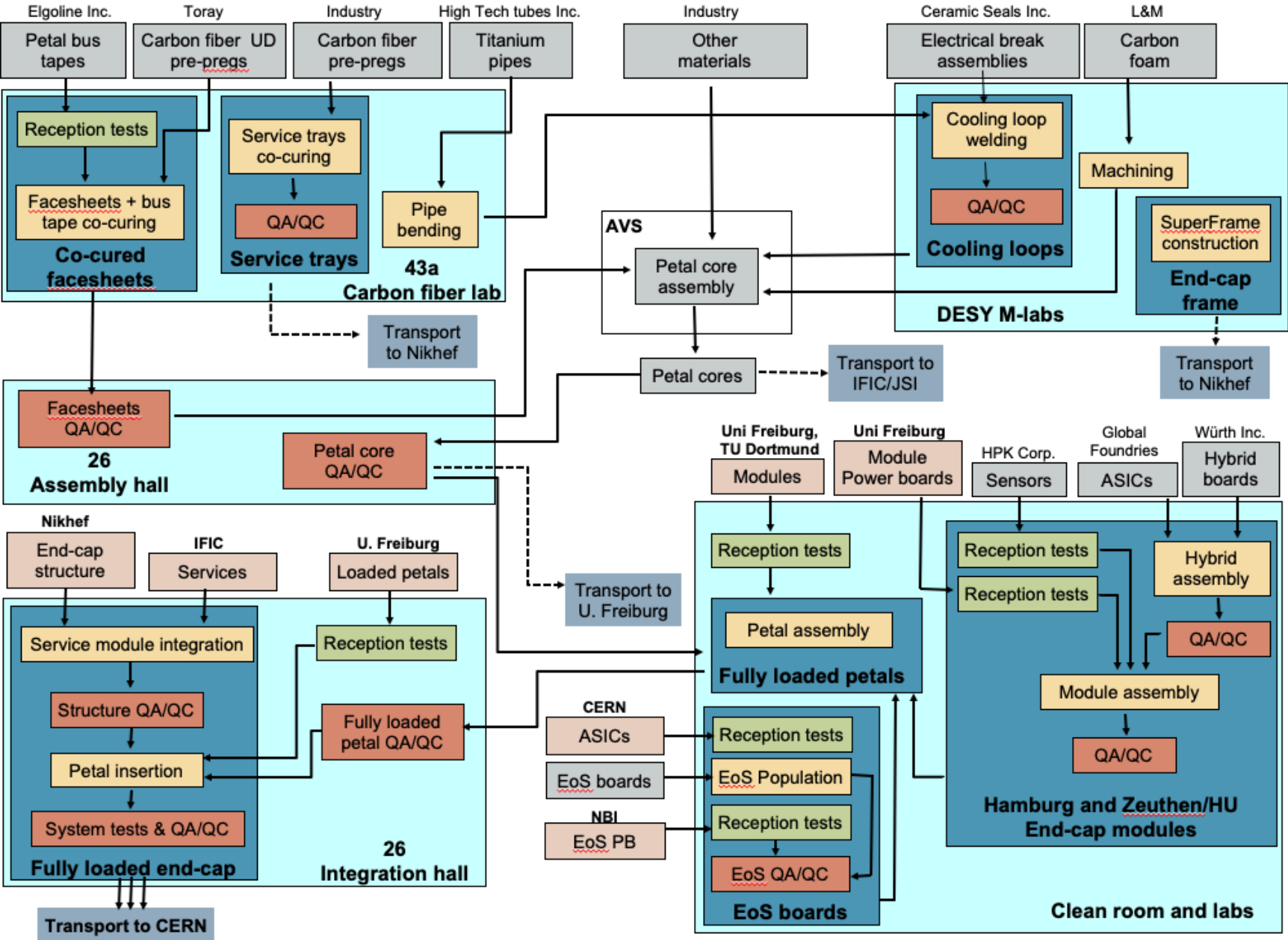
ATLAS Deliverables for ITk Strips End-cap

Need to deliver more than 4600 parts



- **Petal cores (400)**
 - Delivering parts for all cores for BOTH end-caps
 - Co-cured facings, Titanium pipes with weldings, smaller parts
 - Main process transferred to company
- **Endcap modules (2000 +500)**
 - Split into 3/4 in Zeuthen and 1/4 in Hamburg
 - **500 modules for the HU delivery**
- **End of Substructure (EoS) boards (1630)**
 - Custom board to be produced in industry, populated at DESY
 - Test of every single EoS board for both end-caps and the barrel
- **Fully instrumented petals (100)**
 - 50% of one end-cap
- **Service trays for end-cap structure (16)**
 - All service trays for both end-caps produced at DESY
- **Fully instrumented end-cap (1)**
 - Assembly in close collaboration with Humboldt University, University Dortmund and University Freiburg,

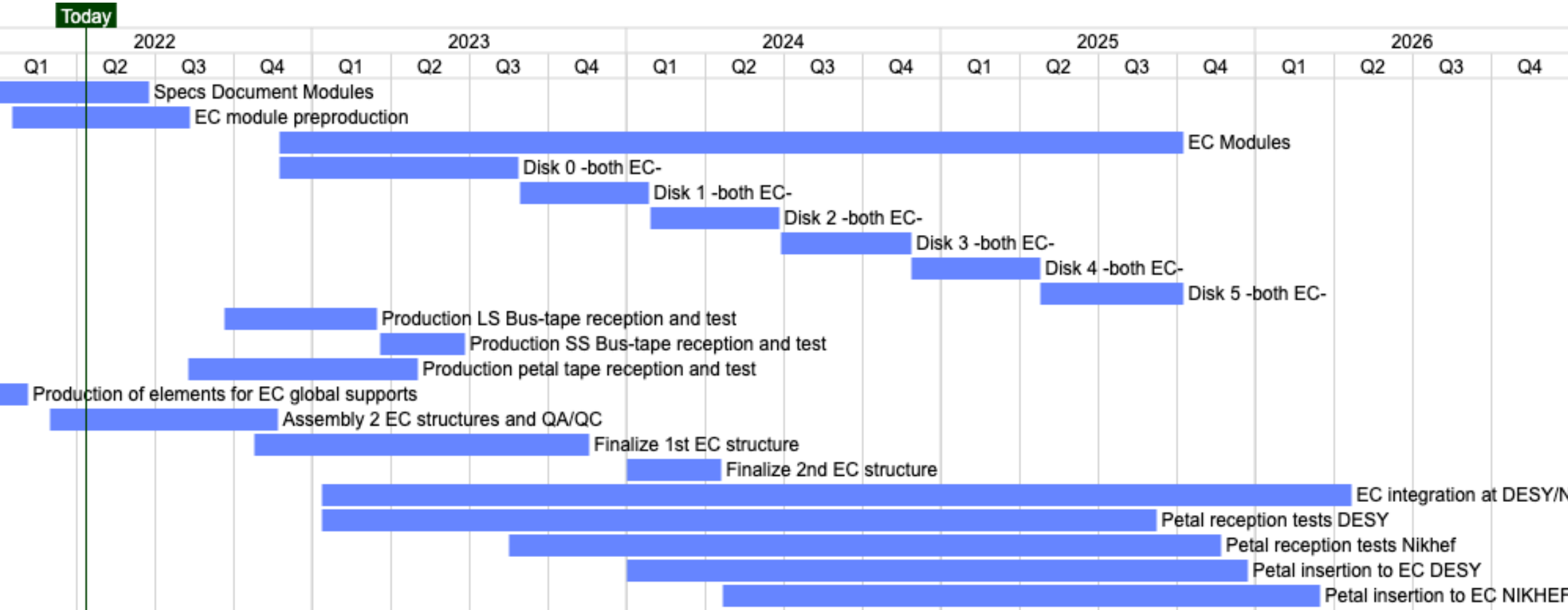
End-cap production workflow at DESY



DESY facility
Reception test at DESY facilities
Activity at DESY facility
QA/QC evaluation at DESY facility
DESY deliverable
Transport to another ITk institute
Name of the company if known
Industry Deliverable
Name of the institute
Deliverable from another ITk institute

Project Schedule - the coming year

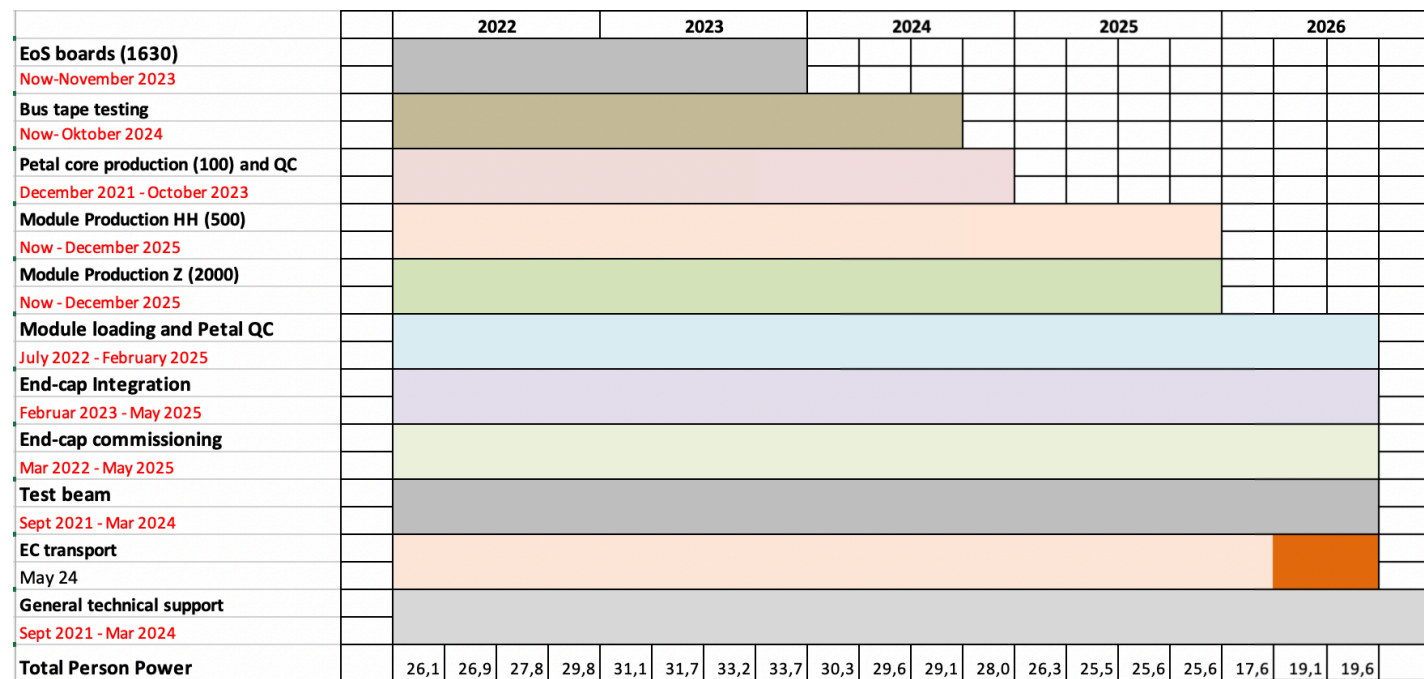
Summary with focus on end-cap production



DESY LHC Upgrade Person Power

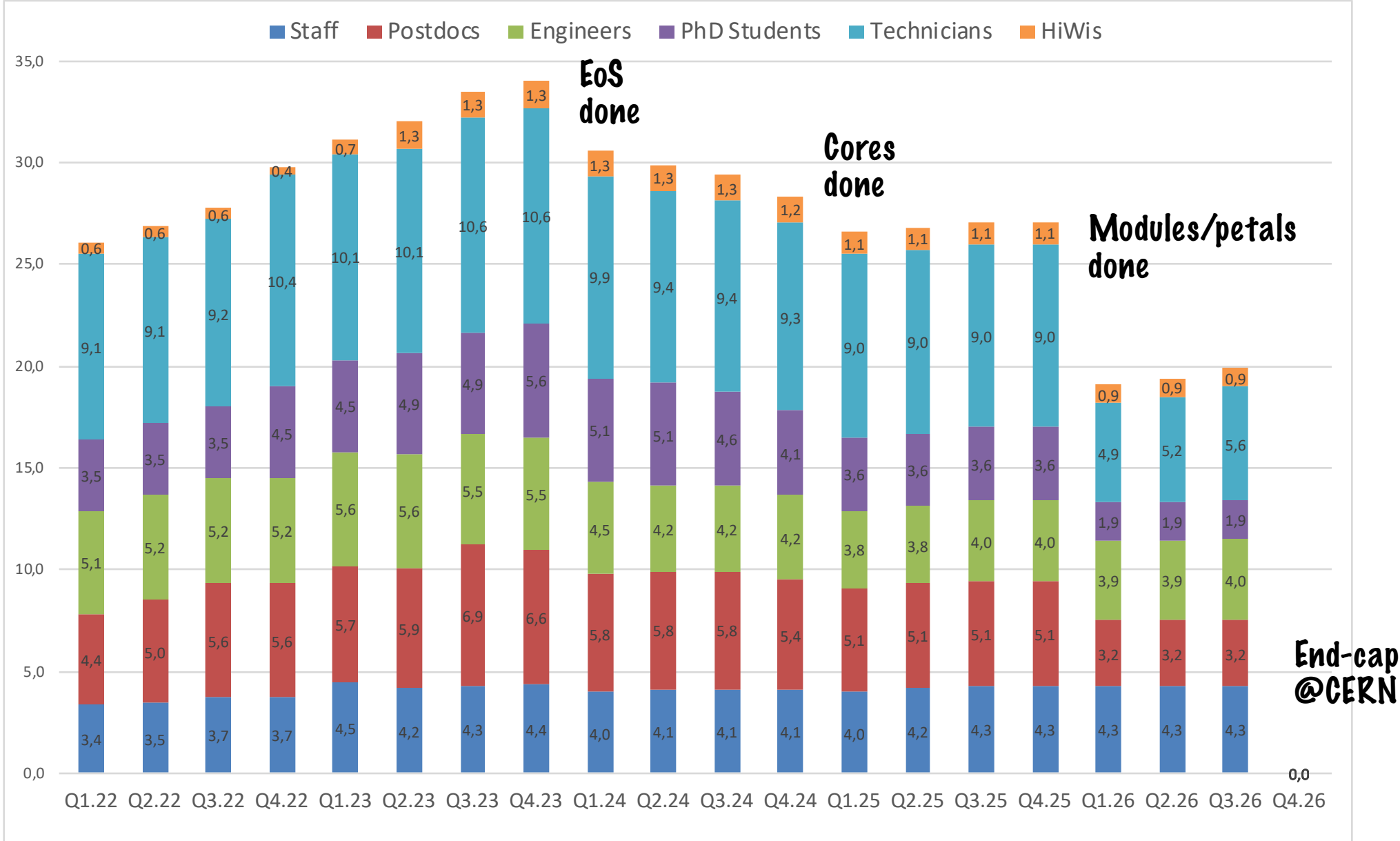
Current situation - from now through production

- With tasks from sensor testing to full end-cap integration we need significant person power to prepare the production
- Counted all people at DESY who are supporting ATLAS activities
 - All involved group members ATLAS and Zeuthen
 - FTX group members (mostly Volker)
 - FE people on EoS work
 - ZE personnel for wire-bonding and EoS production
 - ZM team for super frame design/ construction
 - HU team for Zeuthen module production

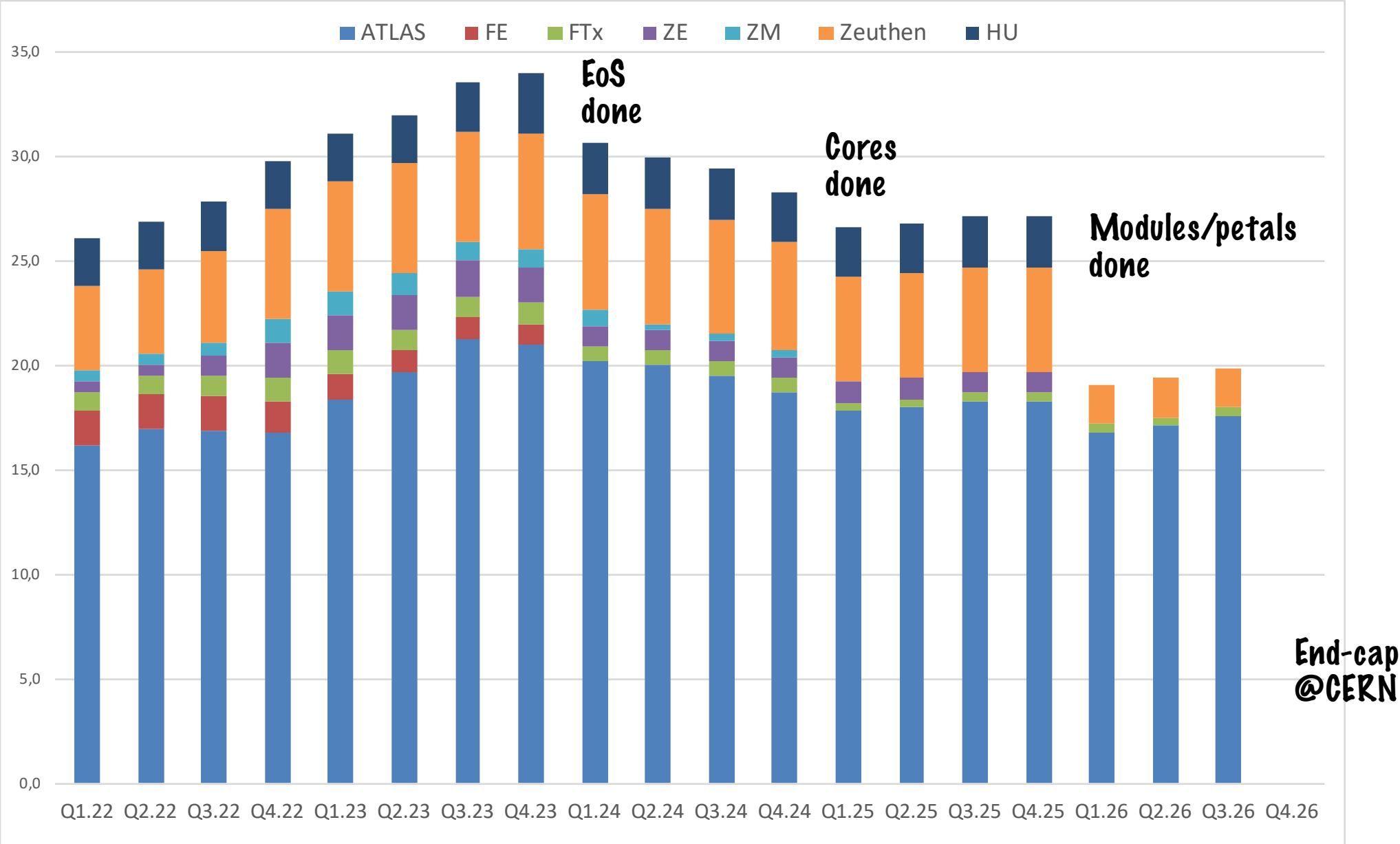


Most important goal for 2022: Starting the production!!

DESY FTE profile during production



DESY FTE profile during production

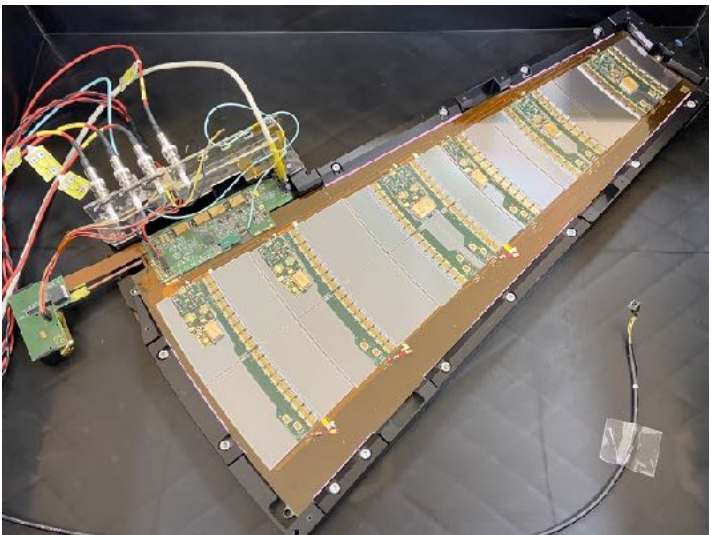


End Of Substructure Card

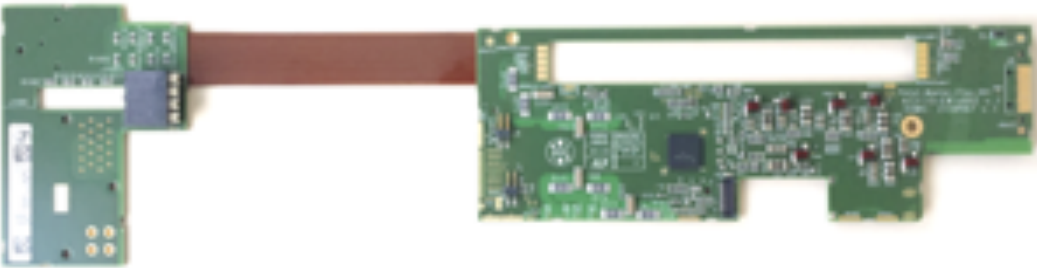
End of Substructure (EoS) Card

Gateway between on- and off-detector with 10 Gbit/s links

- Production of EoS cards for ITk strip tracker at DESY (~2000 cards for **both barrel and end-cap**)
- At DESY: full infrastructure for designing and developing EoS cards, approval process, and production with short turnaround
- Stave EoS Cards successfully used at strip barrel institutes
- Petal master EoS card successfully used to readout data from populated petal core from Freiburg
- **PCB boards produced in external company; electrical components in hand; population and QA/QC testing at DESY**



EoS integration
Petal loaded with modules and EoS master @DESY



EoS card
Prototype petal master

Needle-probe test-stand
at DESY



Production readiness

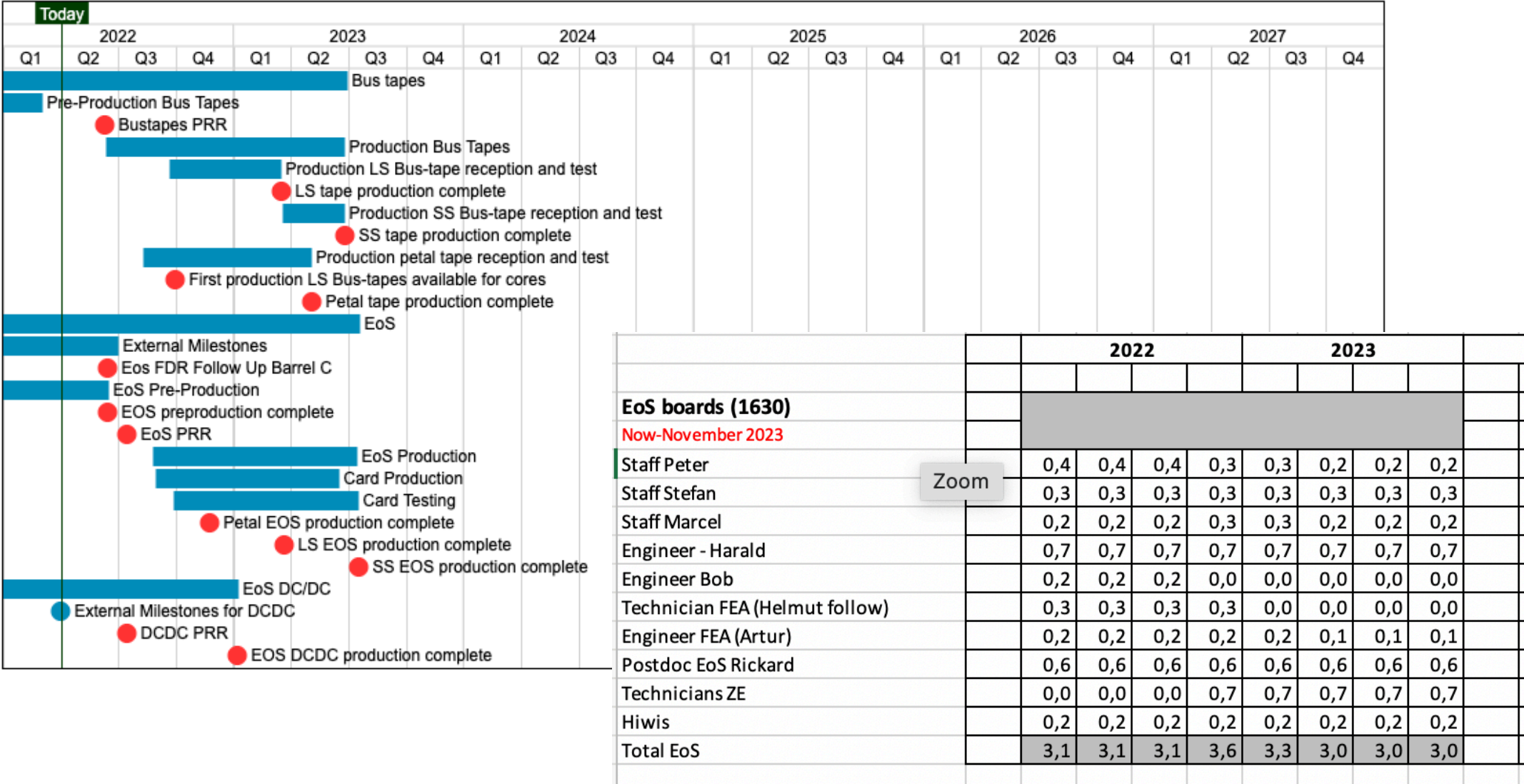
Problems encountered:

Test rates

Risks

- After PRR (August 2022)
- Last minute changes communicated badly
- 120 boards/week
- Company delivering PCB boards

Schedule - EoS Production

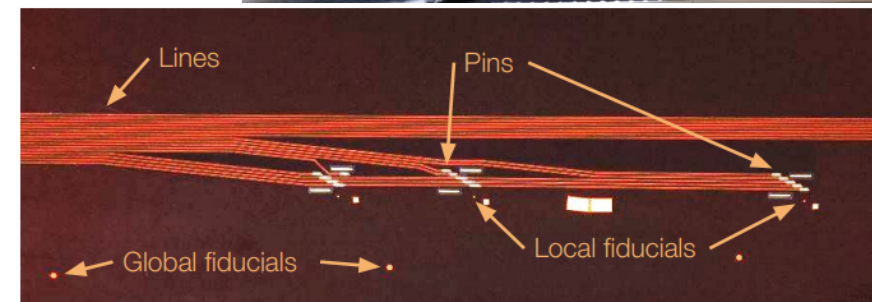
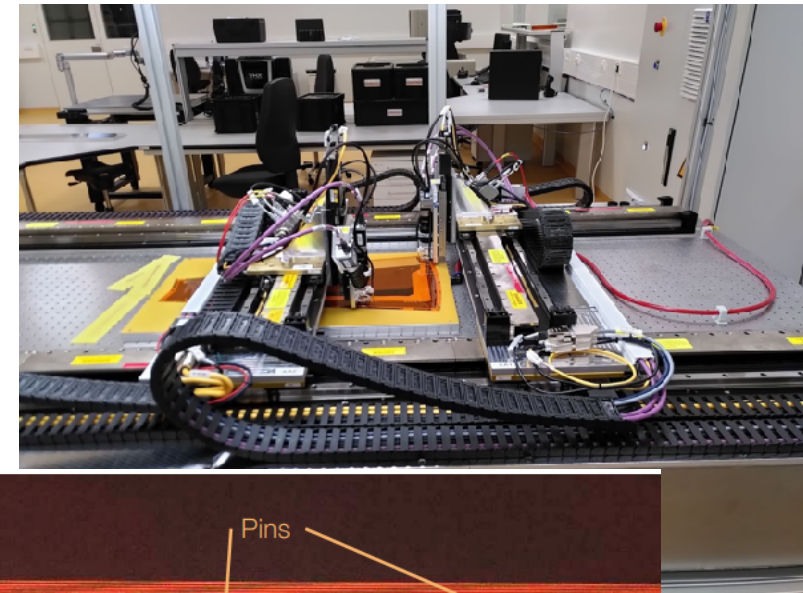


Bus Tape Testing

BusTape Testing

Using robots to get the job done

- Testing the bus-tapes before, after co-curing and on core
- Self-assembled robot based on development from Oxford
- Pre-production bus tapes **all** tested before co-curing
- Ongoing: retesting after co-curing



Production readiness

- June 2022

Problems encountered:

- Smaller hick-ups with robot

Test rates

- Test rate driven by production rate

Risks

- Company not able to deliver in time

Bustape - Testing

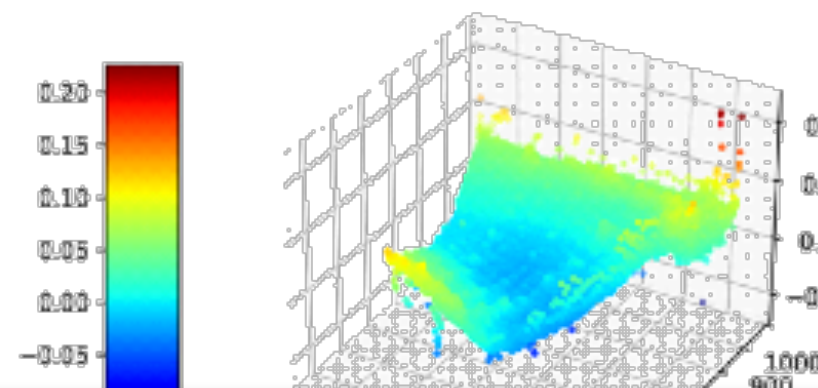
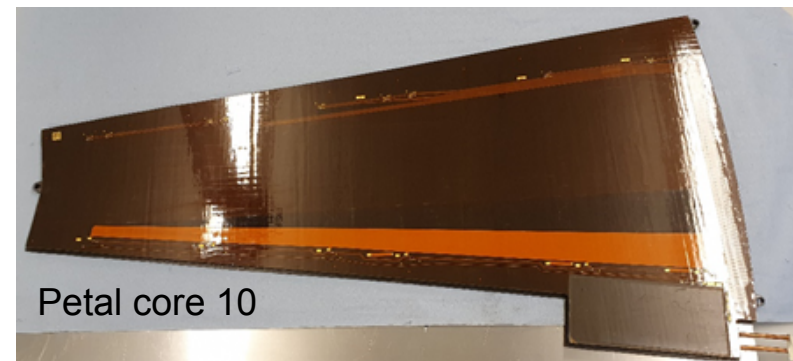
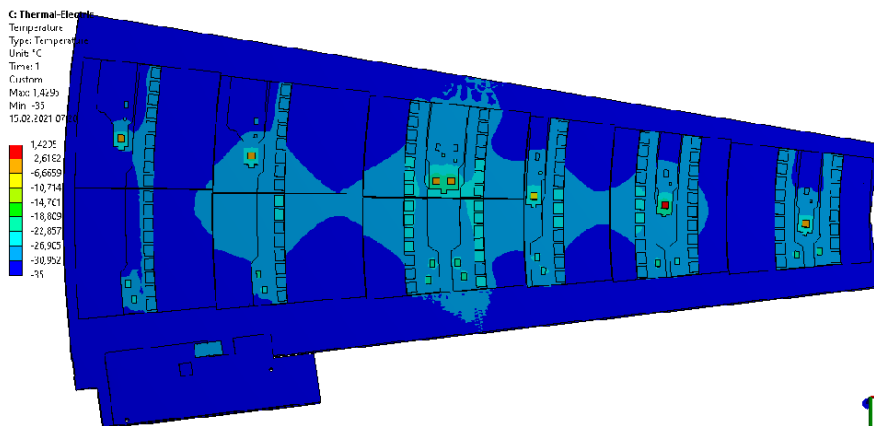
		2022				2023				2024					
Bus tape testing															
Now- Oktober 2024															
Bustape Postdoc (Trine)		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Bustape Postdoc (follow up)							0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4			
Bustape PhD student (Max)		0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
Technician Torsten		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
Hiwis		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Total Bustape		0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7			

Petal Core Production and Quality Control

Petal Core Production

Our process transferred to industry

- Petal production for both end-caps pioneered at DESY based on barrel expertise
- First ~10 petals produced in-house using our carbon-fibre lab
- Due to amount of petal -> found Spanish company AVS for full production
- DESY providing petal parts :
 - Cooling loop with electrical insulation breaks
 - Bus tape co-cured with Carbon Fiber pre-preg = “facesheets”
 - Thermal “Allcomp” foam
- Full QA/QC at DESY for 50% of the petals



Production readiness

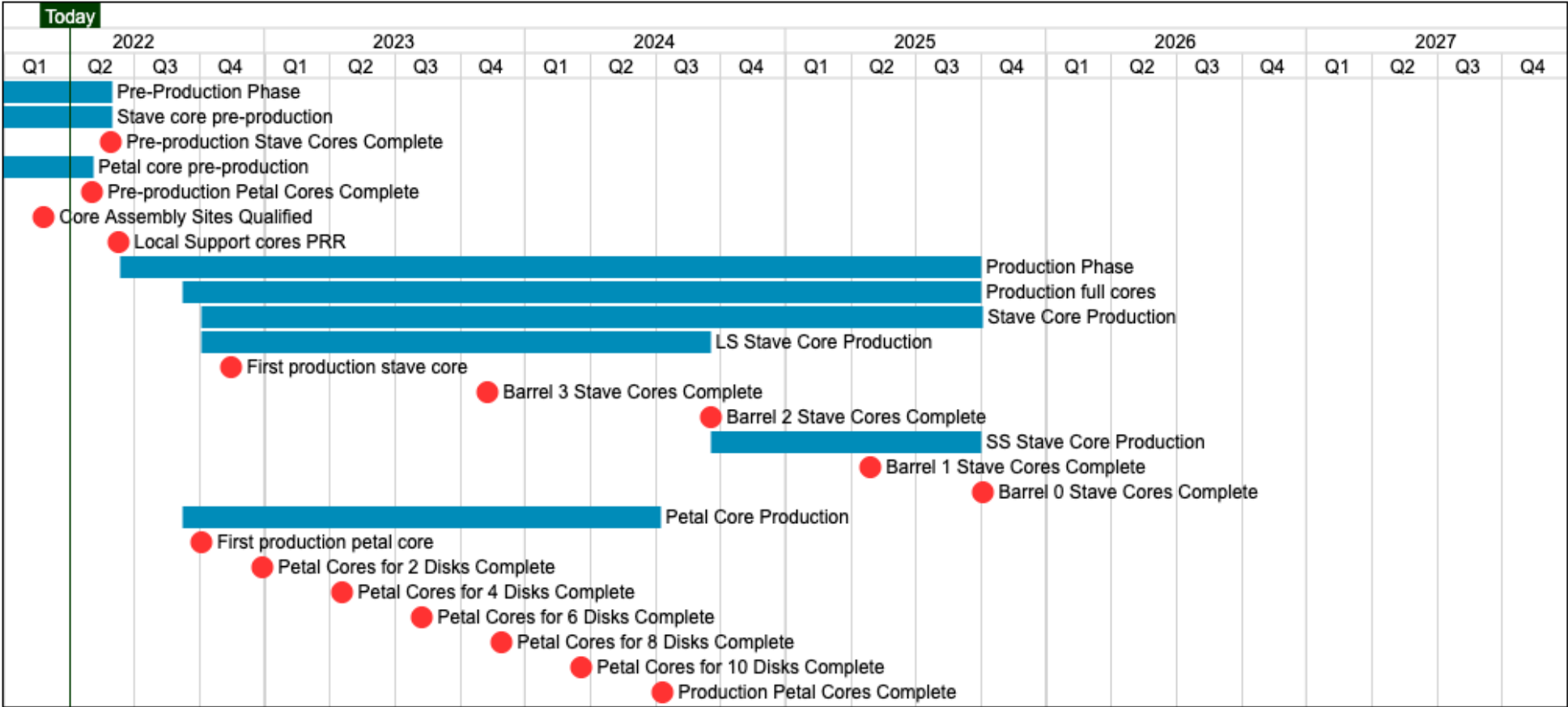
Problems encountered:

Test rates

Risks

- June 2022
- Items not being delivered when expected (e.g. pre-preg)
- Full QC for one petal/week
- Company not able to deliver in time
- Matching throughput between DESY and company

Schedule - Core Production



Schedule - Core Production

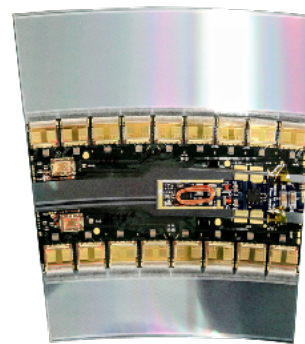
		2022				2023				2024				
Petal core production (100) and QC														
December 2021 - October 2023														
Staff Sergio		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Engineer Dario		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Engineer Frauke		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Engineer Bob		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Engineer Soeren		0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Petal core Postdocs (Jan-Hendrik)		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Petal core Postdocs (follow-up)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Technician Anna-Lena		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Technician Christian		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Technician Carina		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Technician ZM		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Hiwis		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	
Total Petal		3,8	3,8	3,8	3,8	3,6	3,6	3,7	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	

Module Production and Testing

The building blocks: modules

Delivery: 1500 Zeuthen + 500 HU + 500 HH

- All six types of modules to be produced at DESY
 - Zeuthen: combination of DESY and HU infrastructure to build together 2000 modules
 - Hamburg: building R0 and R2 modules with Canadian hybrids
- Involved in all R&D phases gearing towards production
 - Qualification of glueing processes
 - Optimisation of module design
 - Pioneers in the use of gluing robots
 - Precision tools for module building
 -



Glue application with robot



Production readiness

- ~95% in terms of material and methods
- ~75% in terms of **peer-reviewed site qualification**

Problems encountered Production rates

- Production of R2 tools took much longer than anticipated
- Zeuthen+HU: 18.24 modules/week
- Hamburg: 6.1 modules/week

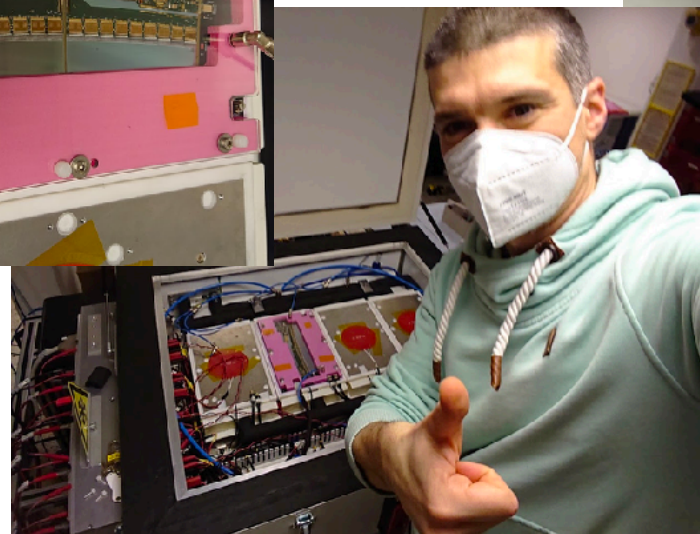
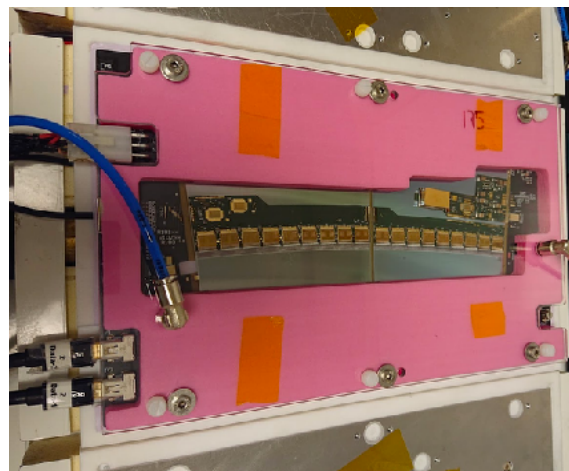
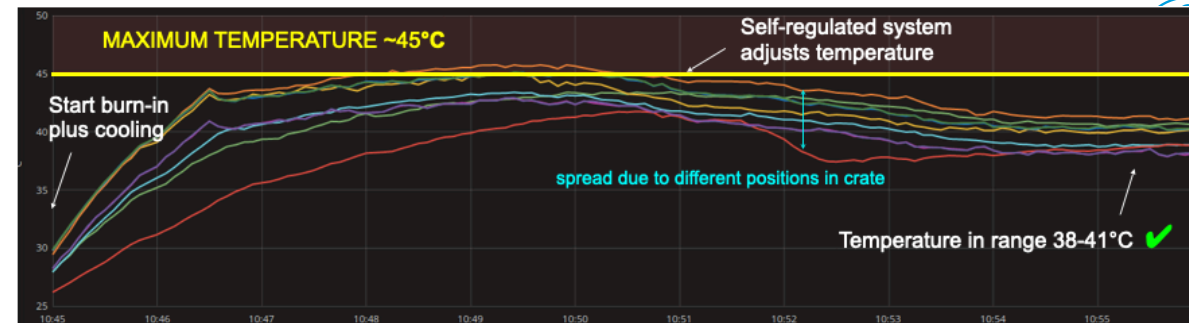
Risks

- ALL known module production risks ...
- Hard to keep specialised technicians due to low payment in

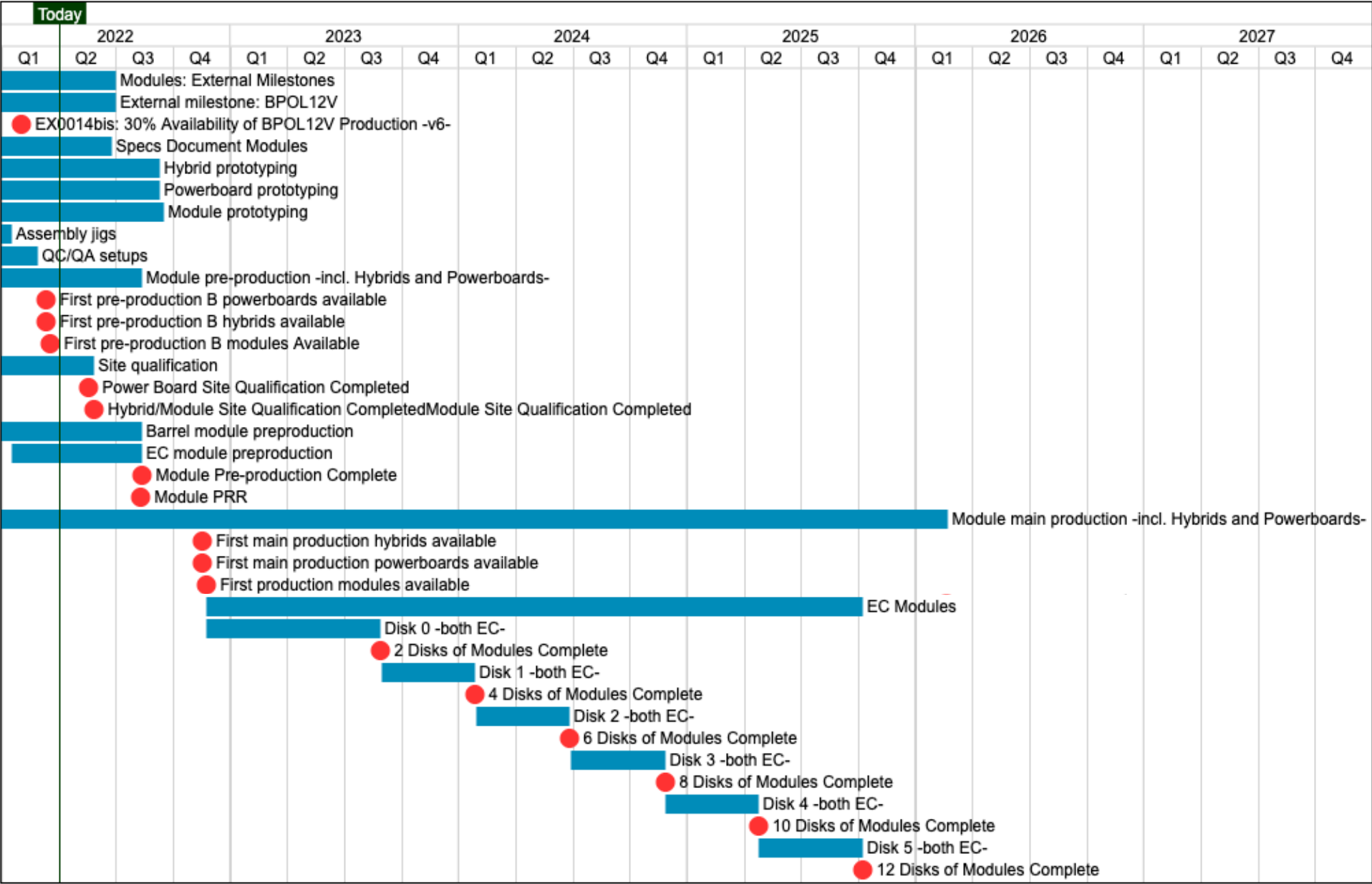
Module Testing

Invested significantly into QA/QC infrastructure

- Took on two test stand developments and construction for collaboration:
 - hybrid burn in crate cooling / slow control system (incl. user GUI)
 - module thermal cycling box
- Both required extensive workshop and engineering time (~6FTE in 2021)



Schedule - Module Production



Module Production and QC

Hamburg

		2022				2023				2024				2025				2026			
Module Production HH (500)																					
Now - December 2025																					
Staff Sarah		0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2				
Staff Sergio		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				
Staff Christian		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				
Module Postdoc (Ruchi)		0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Module Postdoc (Kunlin)		0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0				
Module Postdoc (Petar)		0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Module Postdoc (follow ups)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8				
Module Postdoc (Alessia)		0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Module PhD student 1 (Lisa)		0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Module PhD student 2 (follow up)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0				
Module PhD student 3 (follow up)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1				
Module PhD student 4 (follow up)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4				
Technician Wirebonder ZE		0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0				
Technician Celine		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7				
Technician Torsten		0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				
Engineer Soeren		0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				
Technician Carina		0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Technician Christian		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2				
Hiwis (Akhi)		0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Hiwis (follow-up)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2				
Total Module HH		4,2	4,8	4,8	3,9	4,1	4,1	4,3	4,3	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0				

Module Production and QC

Zeuthen

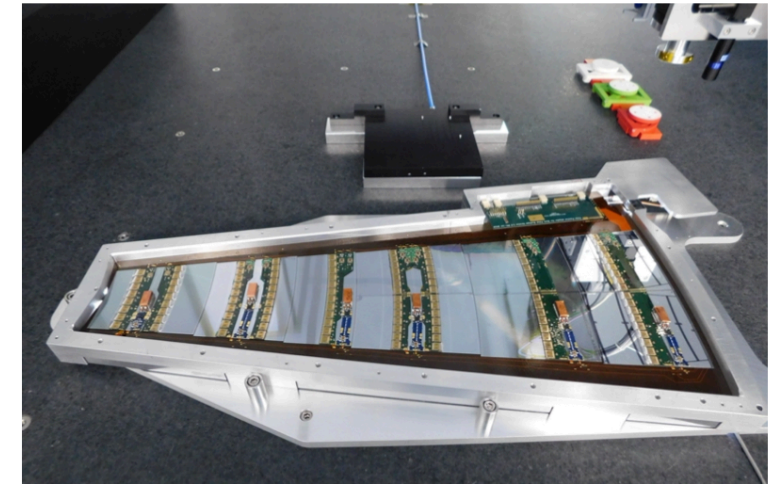
		2022				2023				2024				2025				2026					
Module Production Z (2000)																							
Now - December 2025																							
Staff Ingo		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8						
Staff Priscilla		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1						
Module Postdoc (Postdoc B)		0,0	0,0	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8						
Module PhD student (Ilona)		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5						
Module PhD student (Sadia)		0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0					
Module PhD student (follow up)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2						
Module Postdoc (Alvaro ?)		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5						
Technician Wirebonder (Martin)		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9						
Technician Mandy&Oliver		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5						
Technician HU Carl		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9						
Module Postdoc HU Christian S		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8						
Module Postdoc HU ???		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
Module HU Phd stud Christian A		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
Module HU Phd stud (follow-up)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5						
Support Zeuthen Workshops		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7						
HU Professoren		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2						
Total Module Zeuthen		6,3	6,3	6,7	7,6	7,6	7,6	7,6	8,4	7,9	7,9	7,9	7,6	7,4	7,4	7,4	7,4						

Module Loading and Petal QC

Module Loading

Using robot to get the job done

- Robotic gantry development within end-cap community
- Fully automated technique for three tasks in one: glue, pick-and-place, post-mounting metrology
- Routine for module placement optimised to achieve the placement requirements



Production readiness

- June 2022

Problems encountered:

- lack of parts for practising

Test rates

- one per week

Risks

- Problems with gantry
- Glue delivery

Module Loading and Full Petal QC

		2022				2023				2024				2025				2026			
Module loading and Petal QC																					
July 2022 - February 2025																					
Staff Sergio		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Staff Christian		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	
Loading/QC Postdoc (Martina)		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5												
Loading/QC Postdoc (follow-ups)						0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Loading/QC Postdoc (Ruchi)		0,0	0,1	0,1	0,1																
Loading PhD Student (Alessia)		0,5	0,5																		
Loading PhD Student (QTs)				0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Engineer Dario		0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Technician Torsten		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Technician Celine		0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Technician Anna-Lena		0,1	0,1	0,1	0,1																
Hiwis (Sara?)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Total Module Loading		1,6	1,8	1,7	2,0	2,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	

Backup

DESY Responsibilities

ATLAS MoU Extract

2.2.1 Sensors

Tasks:

End-cap evaluation of prototype sensors; Sensor batch QA (2.2.1.3);

Payment for sensors (2.2.1.1.2, 2.2.1.2.2)

2.2.4 ASICs

Tasks:

We just receive the tested ASICs – no further testing before loading to hybrids

2.2.3 Modules

Tasks:

Assembly and testing of end-cap hybrids (2.2.3.2.2) and modules (2.2.3.5.2);

Hybrid and module transport (2.2.3.6);

Batch qualification of hybrids and modules (2.2.3.7.2, 2.2.3.7.4);

Development of module cold-testing (2.2.3.5.2)

2.2.5 Strip Local Support Cores

Tasks:

Co-curing of end-cap facings (2.2.5.1.2);

Payment for completed petal core and components (2.2.5.1.2, 2.2.5.2.2; 2.2.5.3.2);

Production and testing of end-cap Ti pipe assemblies (2.2.5.2.2);

Assembly and testing of petals (2.2.5.3.2);

Petal boxes (2.2.5.4.2);

Petal core QA (2.2.5.5)

DESY Responsibilities

MoU Extract

2.2.6 Strip Local Support Module Mounting

Tasks:

Development of module mounting tooling and techniques for petals (2.2.6.1.2);
module mounting onto petal (2.2.6.1.2);
testing of fully loaded petals (2.2.6.2.2);
shipping of completed fully loaded petals (2.2.6.3.2)

2.2.7 Strip Global Support

Tasks:

Design, procurement and production of end-cap global supports (2.2.7.2.2).

2.2.8 Strip Services

Tasks:

Payment of the end-cap service modules (2.2.8.1.2);
development and production of the end-cap service trays (2.2.8.1.2.4)

2.2.9 Strip Integration

Tasks:

Design, procurement and production of petal insertion tooling (2.2.9.1.2);
Reception testing of petals, insertion and testing of petals after integration into global support, commissioning of completed end-cap system (2.2.9.1.2);
Design and production of transport frame (2.2.9.2);
EC transport to CERN from DESY and reception testing at CERN (2.2.9.2);
Payment for integration and test tooling (2.2.9.3)

DESY Responsibilities

MoU Extract

2.2.11 Strip Irradiation and Test beam

Tasks:

Support of test beam activities by ATLAS ITk Strips

2.2.12 Strip System Tests

Tasks:

Procurement and preparation of test setup on location (2.2.12.1);

Performing tests on prototype end-cap objects (2.2.12.4);

Running of combined tests at CERN (2.2.12.5).

Common ITk Items and Common ATLAS

Common ITk items:

Surface integration, environmental monitoring and data base