



# Particle Physics at DESY

**FH Zeuten Mini-Retreat**

Beate Heinemann  
12 June 2023

**HELMHOLTZ**





# The new integrated lab concept



The Decoding of Matter



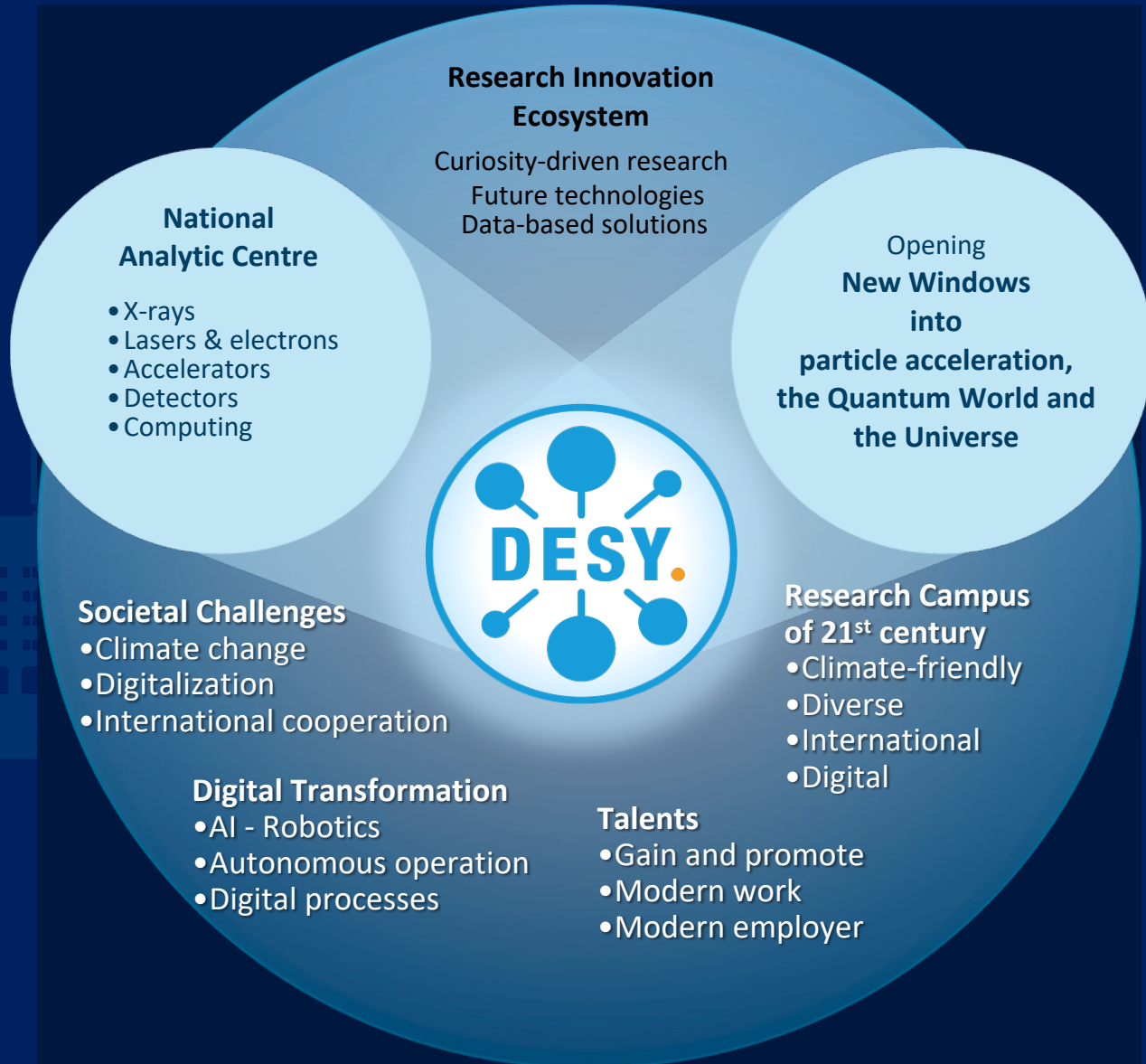


# The new integrated lab concept



**Very important that FH contributes to overall DESY**

The Decoding of Matter





# FH and the DESY Mission

## Particle physics, detectors and computing

Scientific excellence:  
Understanding the  
Quantum Universe

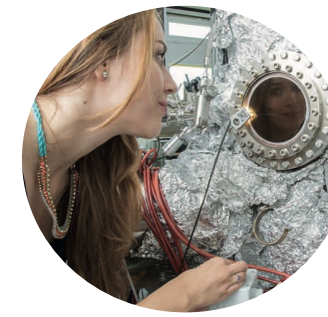
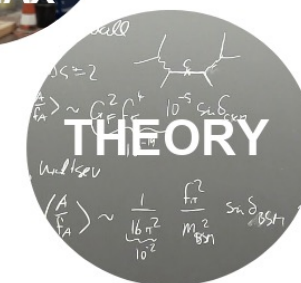
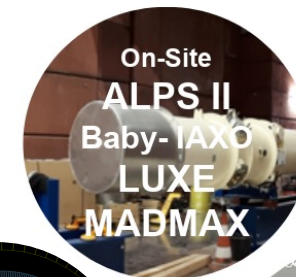
Attract and develop  
outstanding talent for  
science and society

Technology  
development, enabling  
science and spin-offs for  
society

- At the heart of the DESY mission:  
The decoding of matter
- Closely linked to astroparticle physics

- Fascinating for young people
- Excellent training with challenging  
problems and cutting-edge  
technology

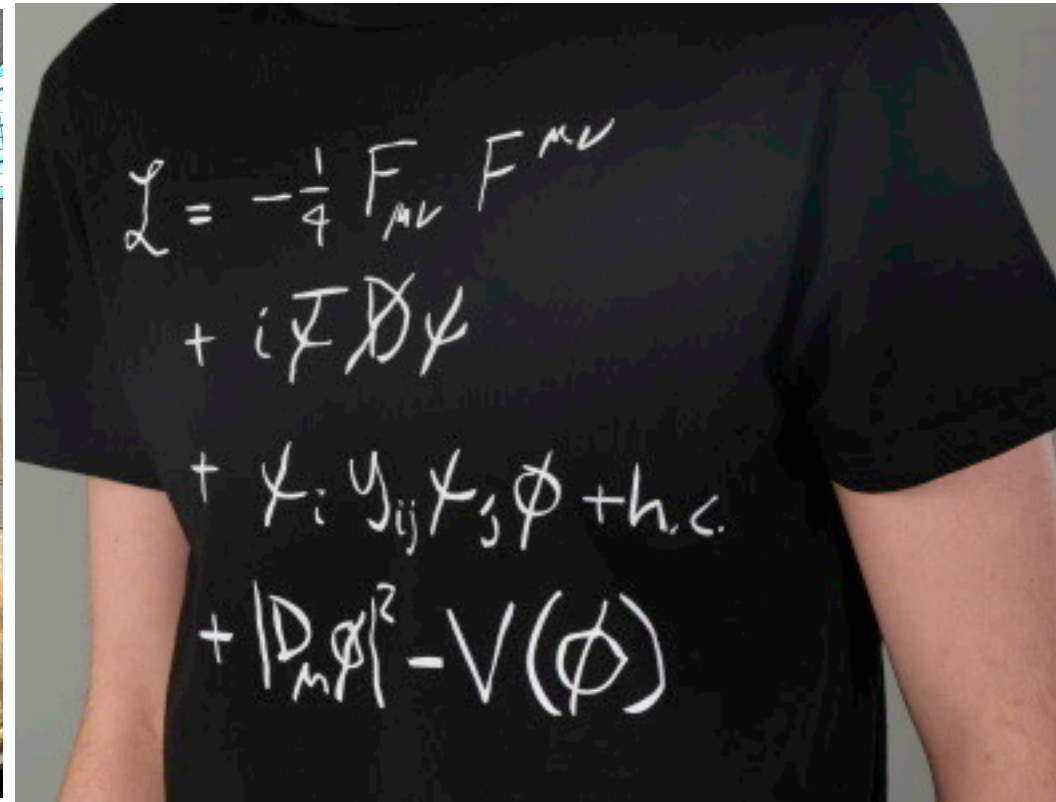
- Detector R&D
- Big data, machine learning and AI
- Automated procedures
- Quantum technologies
- Synergies with AP, FS and M
- Technology transfer to society





# Mission and Goals of Particle Physics

Investigation of the elementary building blocks of nature, their fundamental interactions and influence on history and evolution of the universe.

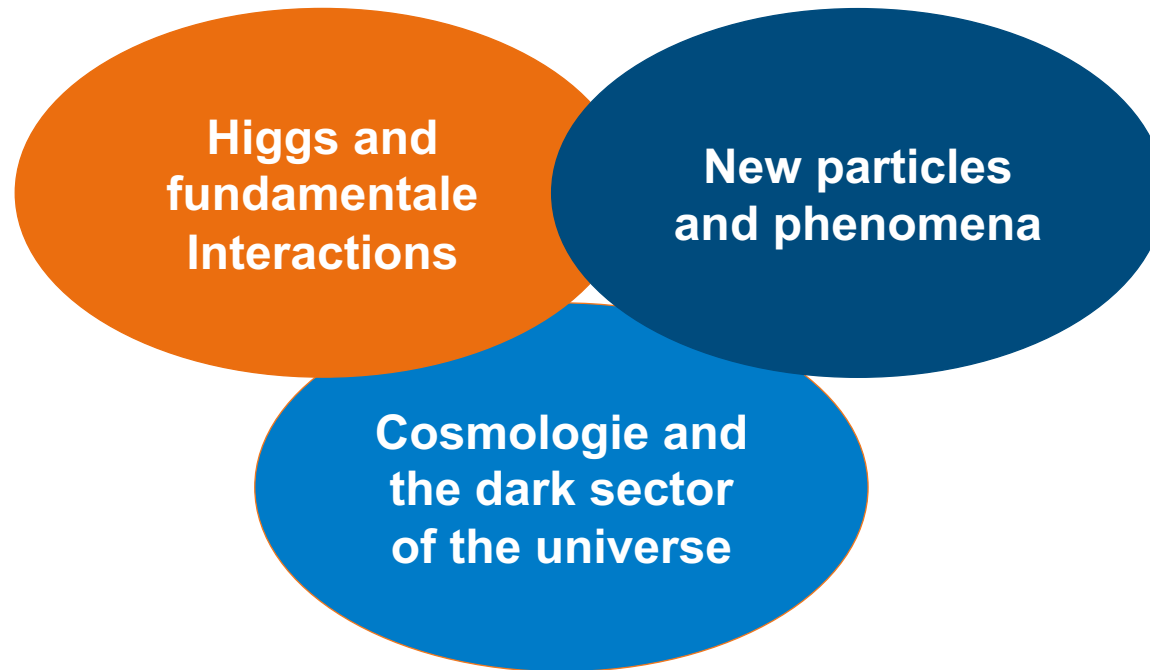


DESY patronage and choir performing the “formula del tutto” at church St. Katharinen in Hamburg

# Mission and Goals of Particle Physics

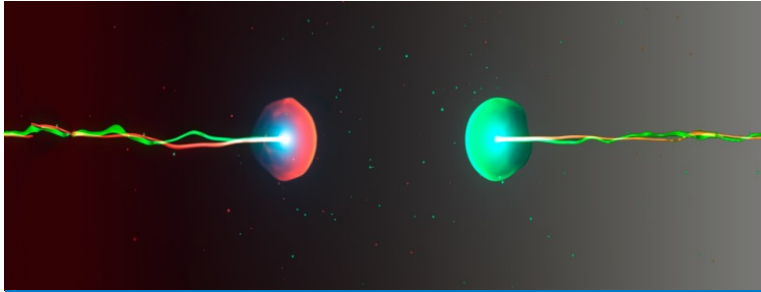
Study fundamental laws of nature. Investigation of the elementary building blocks of nature, their fundamental interactions and influence on history and evolution of the universe.

**Science drivers for PoF IV 2021-27**



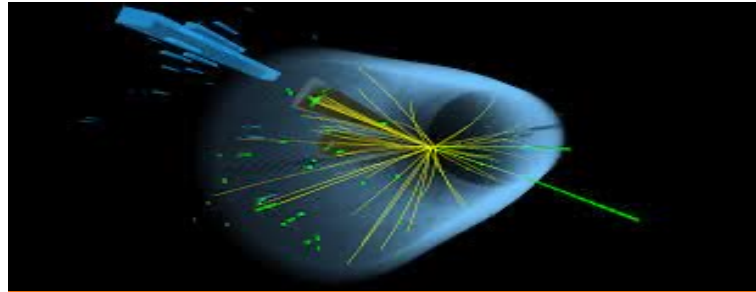
# Particle Physics Science Drivers – Approaching PoF V

Our science drivers address the big questions of nature: Understanding the quantum universe! We will sharpen out approach and the topical layout for the next funding period.



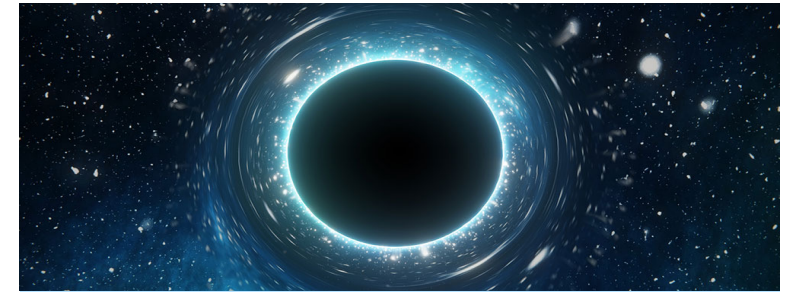
Pushing the limits of our understanding of fundamental interactions

- QED (Schwinger limit, etc.)
- QCD (strong coupling, lattice,  $g-2$ , spectroscopy, ...)
- In future: gravity?



The origin of mass, the flavour puzzle, and the imbalance between matter and anti-matter

- Higgs boson
- Top and B physics
- Charge-parity violation
- Lepton-flavour universality



The evolution of the early universe and the nature of the dark sector

- Cosmology
- Axions, ALPs
- Gravitational waves
- Dark matter

## Curiosity driven research

- Needs cutting-edge technologies (detectors, computing, accelerators, lasers, quantum technology...)
- Potential for disruptive technology development, e.g. medical imaging, www, cloud computing, ...



# Supporting Infrastructures

... are critical for the success of the scientific programme and for fulfilling the role as national lab:  
Providing community services, enabling large German contributions, German hub function

Testbeam Facility



FLASH forward

Computing centre



On-site experiments



Detector Assembly Facility:  
Crucial for HL-LHC  
upgrades



Wolfgang Pauli Centre:  
Exploring new location in  
existing “double H”  
building close to campus

# Particle Physics at DESY: the Next 10-15 Years

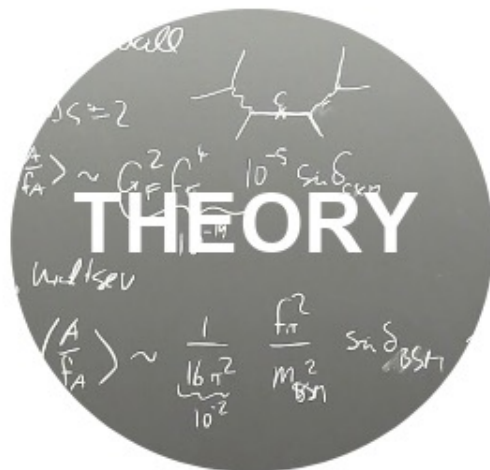
## Specific focus areas



Key contributions to global projects at CERN and KEK

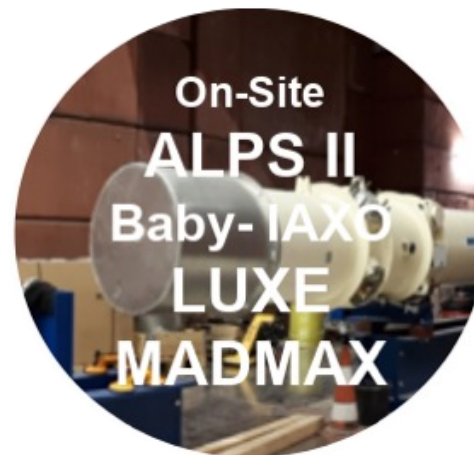
- HL-LHC
- Belle II

Closely work with German universities (natl. hub)



Establish WPC as world-leading interdisciplinary centre for theoretical physics

Idea factory for future science endeavours & develop novel ideas to solve problems & support experimental data

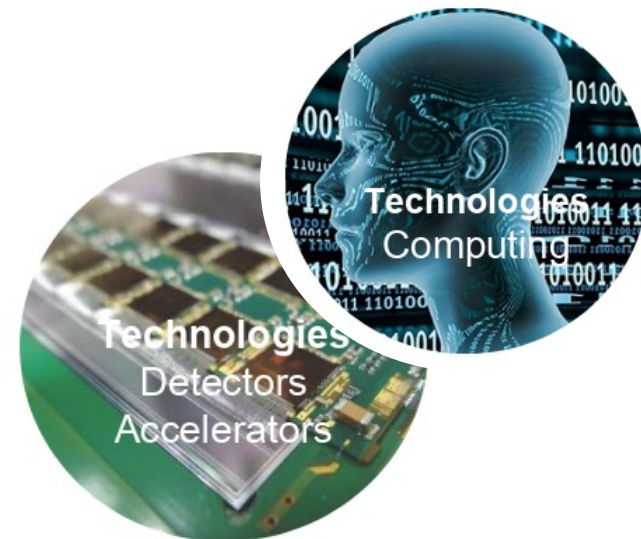


ALPS II: first data 2023

LUXE: around 2026

BabyIAXO and MADMAX: end of the decade

New ideas: VMB @ ALPS II, R&D on HF GW local exp'ts (complements ET)



Strengthen innovation in detectors and computing

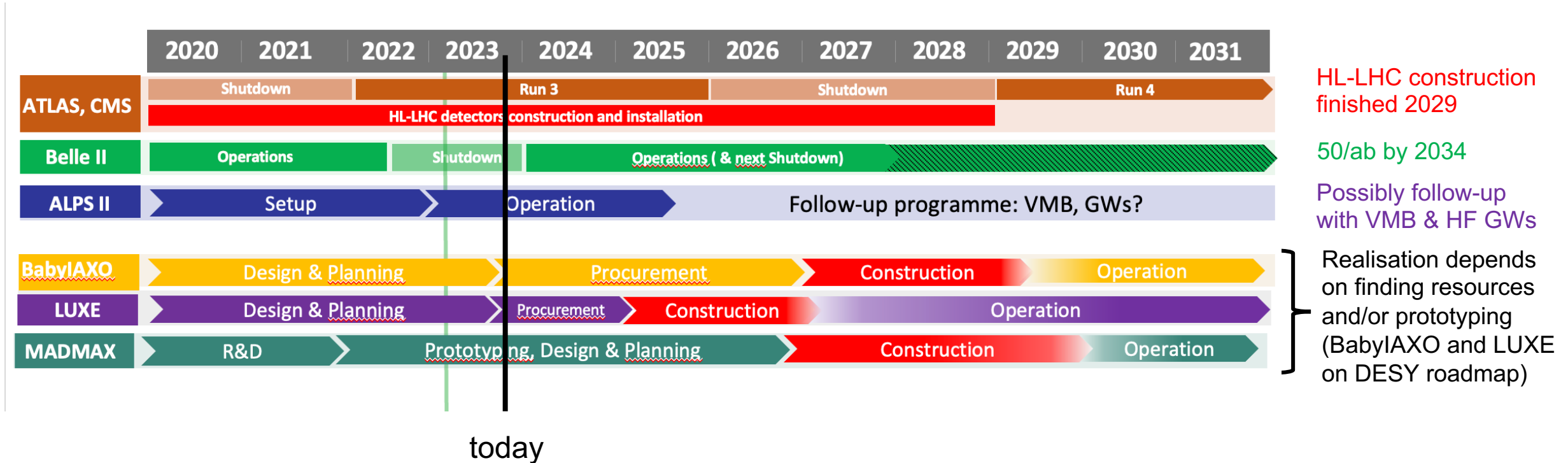
Increase 3<sup>rd</sup> party funding

Strengthen exchange across divisions

Work closely with German universities

# Project Timeline

## Experiments: off-site and on-site



- Schedules of on-site experiments somewhat uncertain
- Will maintain flexibility in schedule to not interfere with PETRA IV construction



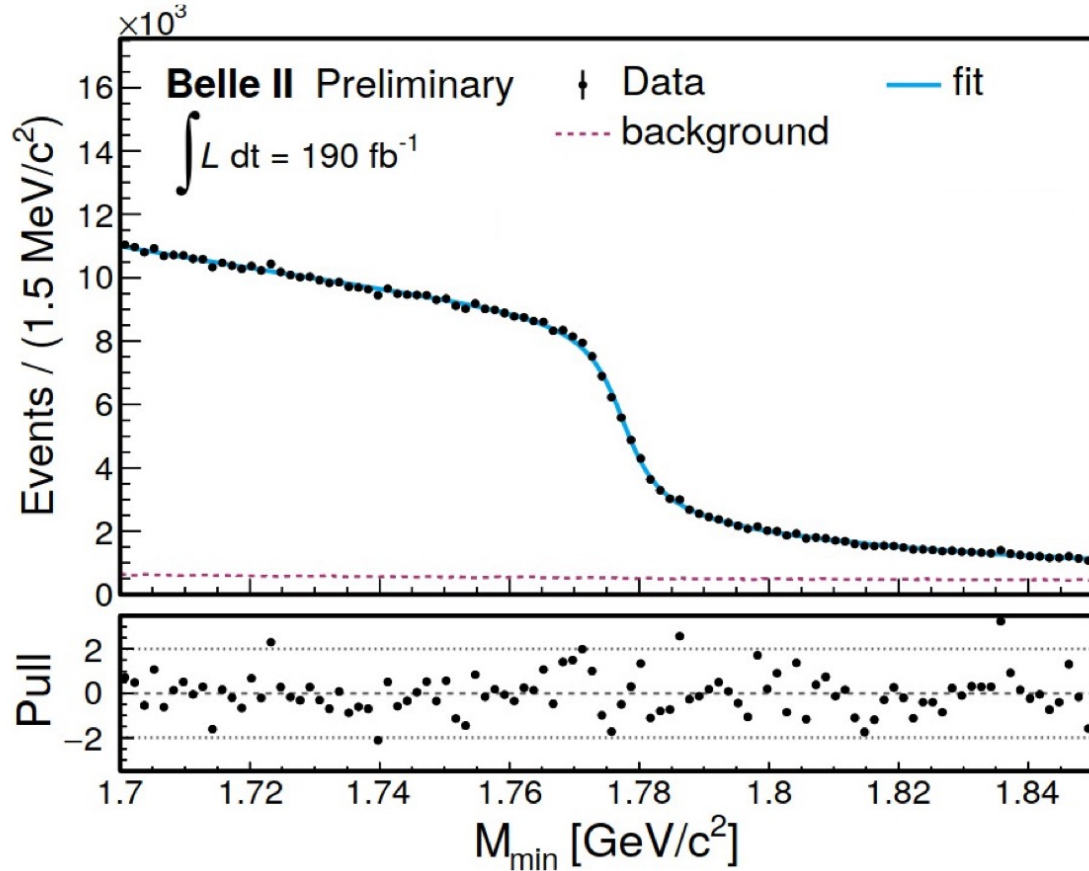
# Some Scientific Highlights

(not otherwise discussed today)

# Belle II Physics

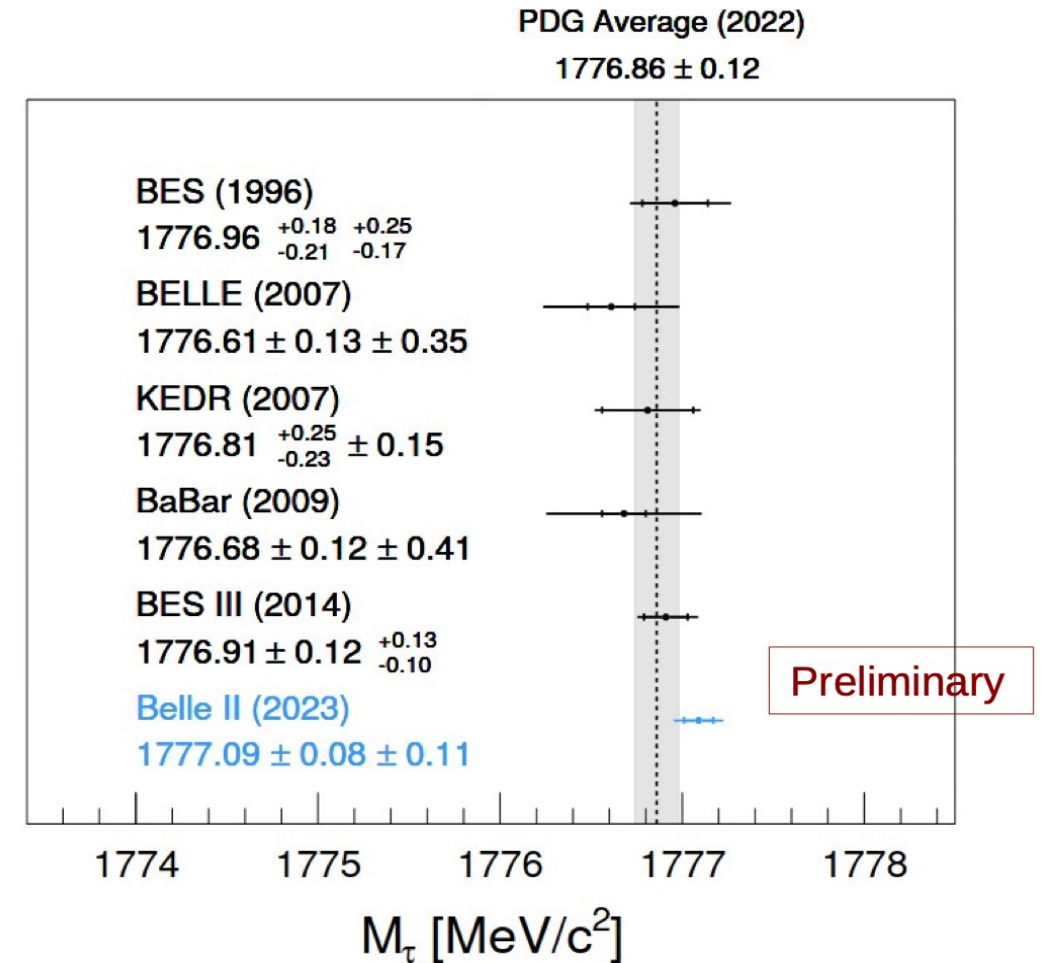
## Determination of the tau lepton mass with Belle II

A. Rostomyan et al.



Fit using pseudo-mass method:

$$m_{\tau} = 1777.09 \pm 0.08_{\text{stat}} \pm 0.11_{\text{sys}} \text{ MeV}/c^2$$

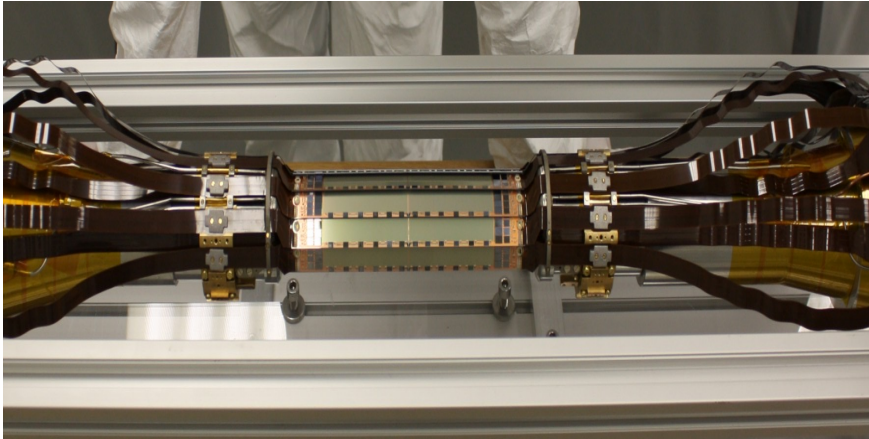


Result is the world's most precise tau mass measurement (important for LVF etc.)

# The New Belle II PXD2

**March 2023: the end of an exciting journey: new Belle II PXD2 delivered to KEK in Japan**

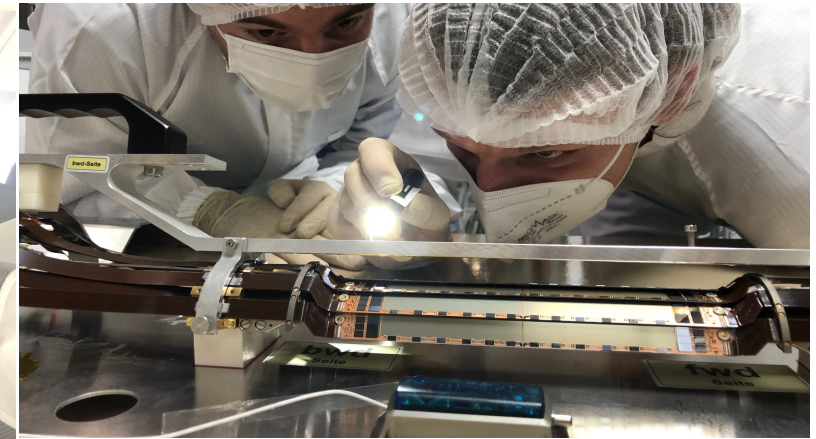
- Installation now, during current 1.5 year shutdown of SuperKEKB accelerator
- Basis for future scientific harvest



**Installation and pre-commissioning  
of PXD2 @ DESY**



**March '23: Air transport of delicate  
detector Frankfurt → Tokyo**



**Scrutiny of PXD2 at its  
designation KEK**

**DESY plays its strength as national lab and hub for German contributions (11 universities at Belle II)**

[https://www.weltmaschine.de/neuigkeiten/neuigkeiten\\_archiv/2023/belle\\_ii\\_bekommt\\_ein\\_neues\\_herzstueck/](https://www.weltmaschine.de/neuigkeiten/neuigkeiten_archiv/2023/belle_ii_bekommt_ein_neues_herzstueck/)



# Any Light Particle Search II

20 years in the making...



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

PHYSICS LETTERS B

Physics Letters B 569 (2003) 51–56

[www.elsevier.com/locate/npe](http://www.elsevier.com/locate/npe)

## Production and detection of very light bosons in the HERA tunnel

A. Ringwald

*Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg, Germany*

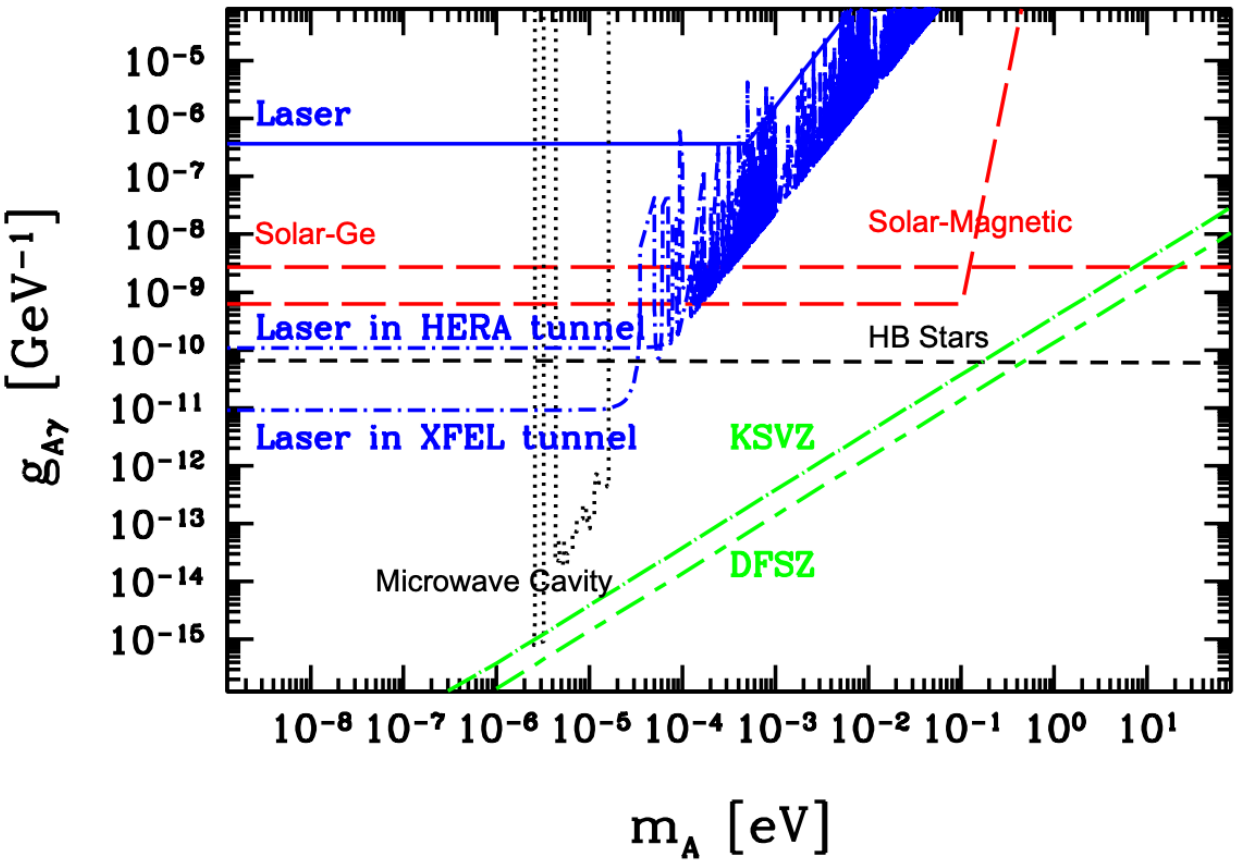
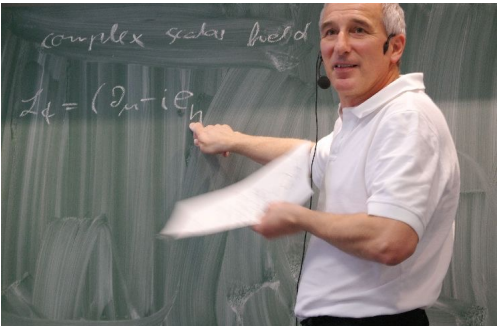
Received 17 June 2003; accepted 3 July 2003

Editor: P.V. Landshoff

### Abstract

There are strong theoretical arguments in favour of the existence of very light scalar or pseudoscalar particles beyond the Standard Model which have, so far, remained undetected, due to their very weak coupling to ordinary matter. We point out that after HERA has been decommissioned, there arises a unique opportunity for searches for such particles: a number of HERA's four hundred superconducting dipole magnets might be recycled and used for laboratory experiments to produce and detect light neutral bosons that couple to two photons, such as the axion. We show that, in this way, laser experiments searching for photon regeneration or polarization effects in strong magnetic fields can reach a sensitivity which is unprecedented in pure laboratory experiments and exceeds astrophysical limits from stellar evolution considerations.

© 2003 Published by Elsevier B.V.



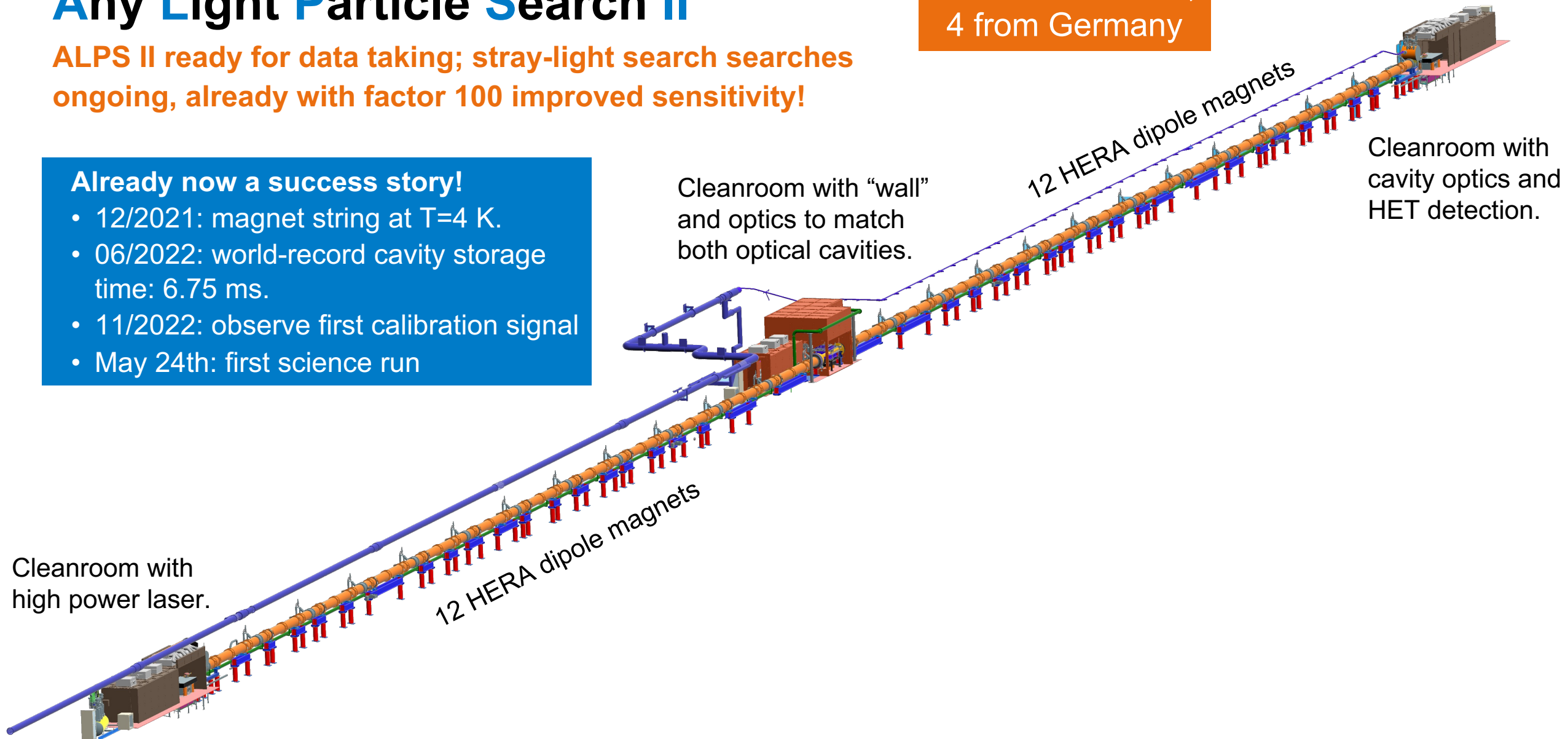
# Any Light Particle Search II

ALPS II ready for data taking; stray-light search searches ongoing, already with factor 100 improved sensitivity!

Now 7 institutions,  
4 from Germany

## Already now a success story!

- 12/2021: magnet string at  $T=4$  K.
- 06/2022: world-record cavity storage time: 6.75 ms.
- 11/2022: observe first calibration signal
- May 24th: first science run



# Any Light Particle Search II

ALPS II ready for data taking; stray-light search searches ongoing, already with factor 100 improved sensitivity!

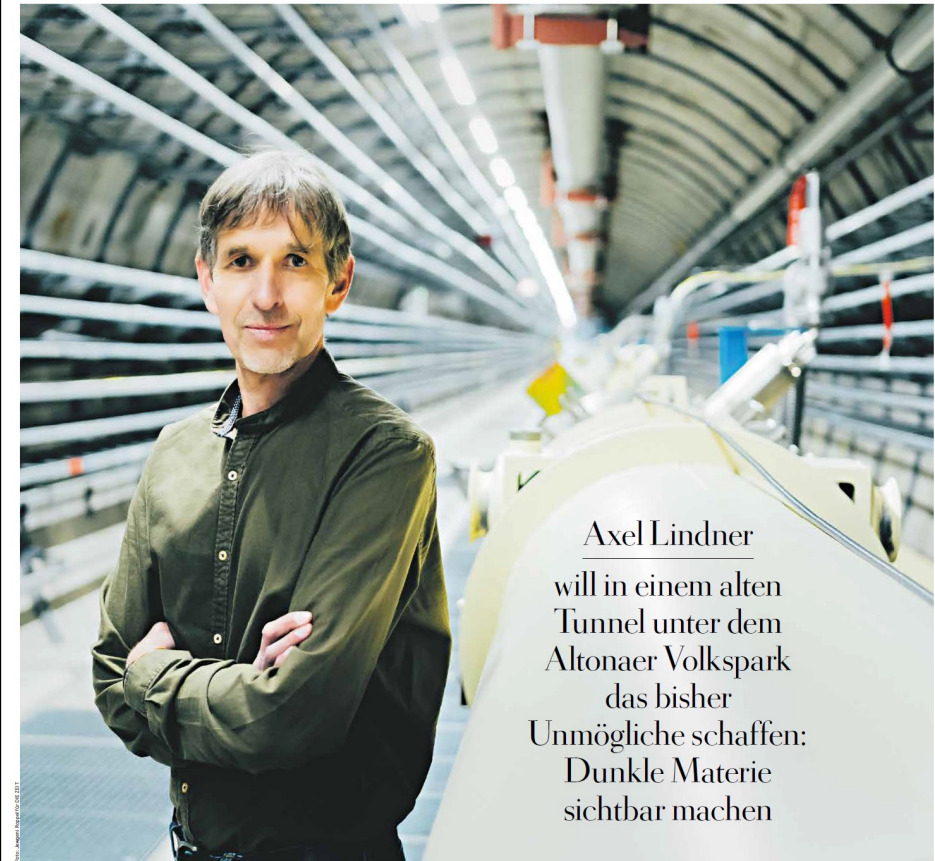
## Already now a success story!

- 12/2021: magnet string at T=4 K.
- 06/2022: world-record cavity storage time: 6.75 ms.
- 11/2022: observe first calibration signal
- May 24th: first science run

Cleanroom with and optics to m both optical cav

12 HERA dipole magnets

Cleanroom with high power laser.



Axel Lindner

will in einem alten Tunnel unter dem Altonaer Volkspark das bisher Unmögliche schaffen: Dunkle Materie sichtbar machen

**F**infundzwanzig Meter tief unter dem Altonaer Volkspark, in einem alten Tunnel, in den sich nie ein Sonnenstrahl verirrt und nur selten mal ein fremder Mensch, arbeitet Axel Lindner an einem wissenschaftlichen Durchbruch. Lindner ist Physiker am Forschungszentrum DESY, 60 Jahre alt, ein unteiler und bescheidener Mann. Vorige Jahr hat er im Schlafbergall und beauftragt außerordentliche Journalistenfragen mit eisengleichem Geduld. Wenn man aber fragt, ob das Experiment, das er hier vorbereitet – mal angenommen, es sollte gelingen –, in einen Nobelpreis münden wird, sagt er: „Ganz sicher. Ganz sicher! Ganz sicher.“

Das Experiment heißt ALPS II und verbirgt sich in einem 250 Meter langen Apparat, der auf den ersten Blick so unspektakulär wirkt wie Lindner selbst: Rohre und Kammer, aufgebaut im Tunnel eines Teilschichtungs, der schon vor Jahren stillgelegt wurde und den Charme eines Heizungskellers verleiht. Der Eindruck täuscht. In Lindners Team arbeiten 25 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Technik im Wert von zehn Millionen Euro, darunter ein Hochleistungslaser und sehr starke Magnete. Rund 150 Menschen waren am Aufbau beteiligt, es dauerte Jahre, bis alles optimal eingestrichelt war. Im Mai sollen nun endlich die Messungen starten.

Der Plan der Forscher: Sie schaffen einen Lichtstrahl durch ein Magnetfeld gegen eine Lichtdurchlässige Wand. Und dann? Schauen sie, ob es auf der anderen Seite leuchtet. Der gesunde Menschenverstand sagt: Das wird nichts, die Wand ist Lichtundurchlässig! Doch es könnte doch klappen. An dieser Stelle ein kurzer Aufwärmkurs in Teilchenphysik: Einige Philosophen vertrauen schon im antiken Griechenland, lang vor Christi Geburt, die These, die Welt bestehe nicht nur aus sichtbaren Elementen wie Erde, Wasser, Feuer und Luft, sondern werde sich aus unsichtbar kleinen Bausteinen zusammen, den Atomen. Diese Annahme war umstritten, erwies sich aber als zutreffend. Mehr als 2000 Jahre später konnten Physiker im 19. Jahrhundert die Existenz der Atome experimentell nachweisen.

So läuft es meistens in der Physik. Zwar machen Forscher manchmal auch zufällige Entdeckungen, doch in der Regel muss man sich etwas vorstellen können, das man beweisen kann. Menschen, die sich etwas vorstellen, nennt man Theoretiker. Andere Menschen, die diese Vorstellungen in der Praxis überprüfen, heißen Experimentatoren. Zu dieser Gruppe gehören Lindner und sein Team. Er sagt: „Theoretiker sind immer viel, viel schneller. Die können sich was ausdenken, und wir müssen hinterhersehen, ob es dann auch die Theorie, dann die Praxis. Und dann kommt wieder die Theorie.“

Auch das trägt das Beispiel der alten Griechen: Der Begriff „Atom“ leitet sich von *atomos* ab, ihrem Wort für „unzerlegbar“. In der Theorie ist das logisch: Wenn die Welt aus kleinsten Teilen besteht, können diese nicht in noch kleinere Teile zerlegt werden. In der Praxis zeigte sich aber, dass der Begriff falsch war. Atome sind selbst zerlegbar. Der Name blieb, doch die Theorien mussten weiterentwickelt, ihre neuen Annahmen wieder experimentell überprüft und oftmals korrigiert werden.

Im Laufe des 20. Jahrhunderts kann man so auf immer kleinere Teilchen: Atome bestehen aus Nukleonen, den Kernen aus Protonen und Neutronen, diese wiederum aus Quarks. Quarks sind – nach heutigem Wissensstand – unendlich unteilbar. Es wurden etliche weitere solcher Elementarteilchen nachgewiesen, ein ganzer Zoo. Das ist ein unter Physikern und Physikern gebräuchlicher Begriff: Teilchenzoo. Zuletzt fand man das Higgs-Boson, das war im Jahr 2012 am Cern in der Schweiz, abgeschlossen ist die Forschung aber auch heute noch nicht, denn im sogenannten Standardmodell, in dem man alle Teilchen und ihre Wechselwirkungen zusammenfasst, gibt es Probleme.

„Wissenschaftler lieben Probleme!“, sagt Axel Lindner: „Was ein Problem gibt, sind Entdeckungen möglich.“ Eines dieser Probleme betrifft die Anordnung der Quarks, die zusammen ein Proton oder Neutron bilden. Sie rufen sich auf einer geraden Linie aneinander, der Winkel beträgt also null. Das kann man messen, aber nicht erklären. Axel Lindner sagt: „Wenn ein Winkel genau null ist, dann ist die Vorhersage groß, zu fragen: Warum gerade null? Null ist nun mal eine besondere Zahl.“

Aus seiner Sicht ist die plausibelste Erklärung, dass es bisher unentdeckte Elementarteilchen gibt, deren Kraftfelder die Anordnung der Quarks steuern. Diese Elementarteilchen nennt man Axionen. Als Lindner anfing, darüber nachzudenken, dass diese These nicht nur populär, sein Experiment plante er zunächst nur nach Feiertagen, tagüber arbeitete er im Management des DESY. Dann erlaubten ihm seine Vorgesetzten, ein Drittel seiner Arbeitszeit in dieses Projekt zu stecken. Seit 2017 ist er in Vollzeit Leiter der Forschungsgruppe, deren Experiment jetzt im Tunnel unter dem Volkspark, startet. Es könnte beweisen, dass Axionen wirklich existieren.

Lindner glaubt: Wenn er den Lichtstrahl gegen die Wand schließt, können sich die Lichtteilchen in den starken Magnetfeld in Axionen verwandeln. Diese wären klein und leicht genug, um die Wand zu durchqueren, sich auf der anderen Seite in Licht zurückzuverwandeln und wieder sichtbar zu werden, zwar nicht für menschliche Augen, aber für hochpräzise Messtechniken. „Wenn das keine Magie ist, was dann?“, fragt Lindner, der er den Versuchsaufbau

in vergangenen Jahr bei einem Vortrag vorstellte. Das war ein Witz, der Magie ist schließlich. Physiker: Für ihn gibt es keine Magie, bloß unzureichend komplexe Modelle der Realität. Er arbeitet daran, sie komplexer zu machen. Durch die Axionen würde der Lichtstrahl noch etwas größer werden.

Chinesen: Wird in der Physik das Allerkleinste oft mit dem Allergroßten zusammenhängen, könnten die Axionen auch ein Rätsel der Astrophysik lösen: jenseits der Dunklen Materie. Im Weltall kann man nämlich die Wirkung von Kräften feststellen, deren Ursprung im Verborgenen liegt. Sie gehen wohl von Materie aus, die man bisher aber nicht nachweisen oder sichtbar machen konnte. Lindner hält es für möglich, dass diese Dunkle Materie aus Axionen besteht. Dann würden die winzigen Teilchen nicht nur die Quarks anordnen, sondern ganze Sonnenströmungen. Als vor rund zehn Jahren das Higgs-Boson nachgewiesen wurde, gab es dafür einen Nobelpreis. Der ging aber nicht an die Experimentatoren, die das Teilchen entdeckten, sondern an die Theoretiker, die es erstmals entdeckt hatten. So könnte es auch bei den Axionen kommen, die bereits 1978 von Theoretikern vorgeschlagen wurden. „Macht nichts“, sagt Axel Lindner, „ich würde mich mehr über die Entdeckung der Dunklen Materie freuen.“ Beginn Anfang 2024 können wir mehr wissen: Bis dahin will Lindner erste Ergebnisse bekannt geben. OSCAR PETER

room with optics and detection.



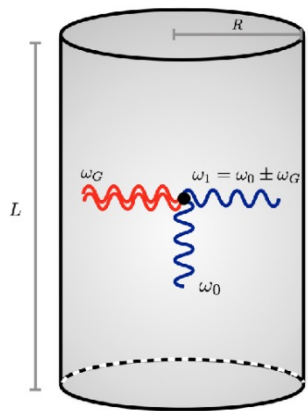
# Theory and future experiments

## Gravitational waves

arXiv:2205.02153v1

### EM-coupling

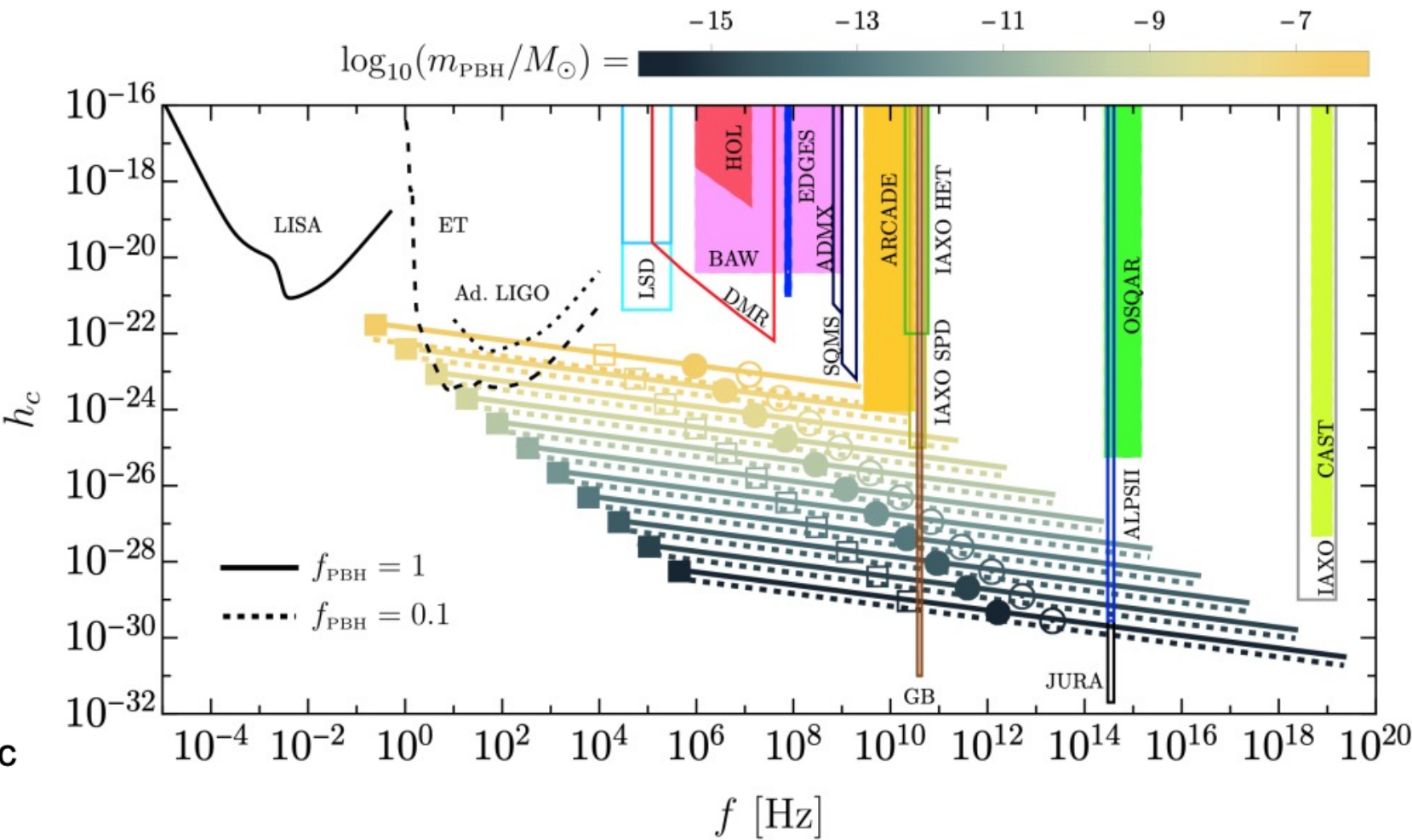
- Graviton - photon mixing (Gertsenshtein effect)  
GWs change dielectric properties of the vacuum



Gertsenshtein, M. E. (1962). *Sov Phys JETP*, 14: 84, 85

Time to merger:

■ 10 Gyr   □ 1 yr   ● 1 sec   ○ 10<sup>-3</sup> sec

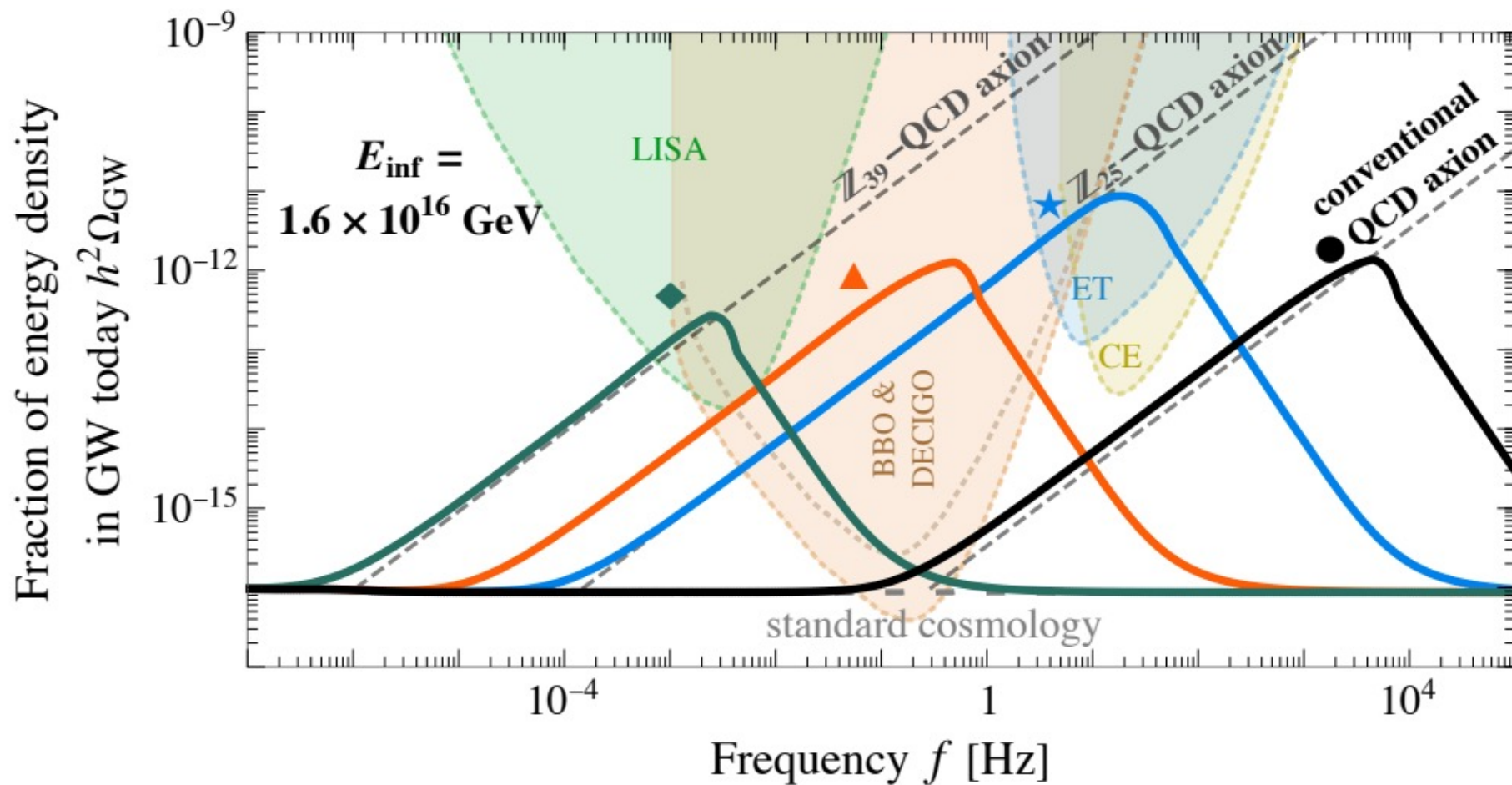


Use axion experiments to explore gravitational waves due to primordial black holes

# Theory

## Gravitational waves

Y. Gouttenoire, G. Servant, P. Simakachorn



arXiv:2108.10328

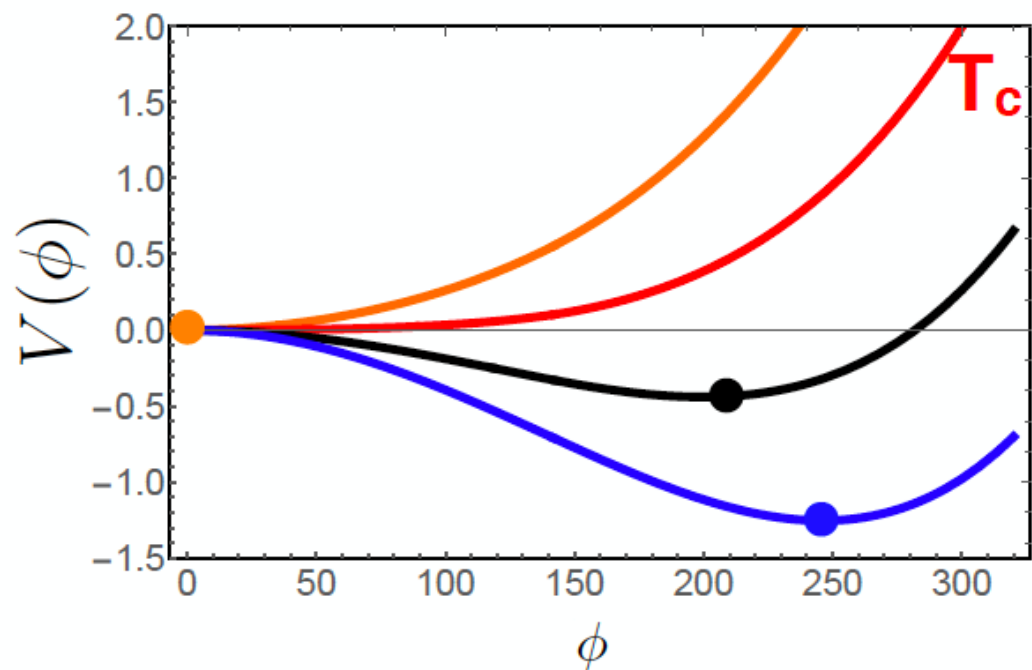
Exploring gravitational wave signatures initiated by Peccei-Quinn axion during inflationary era

# Theory

## Electroweak potential

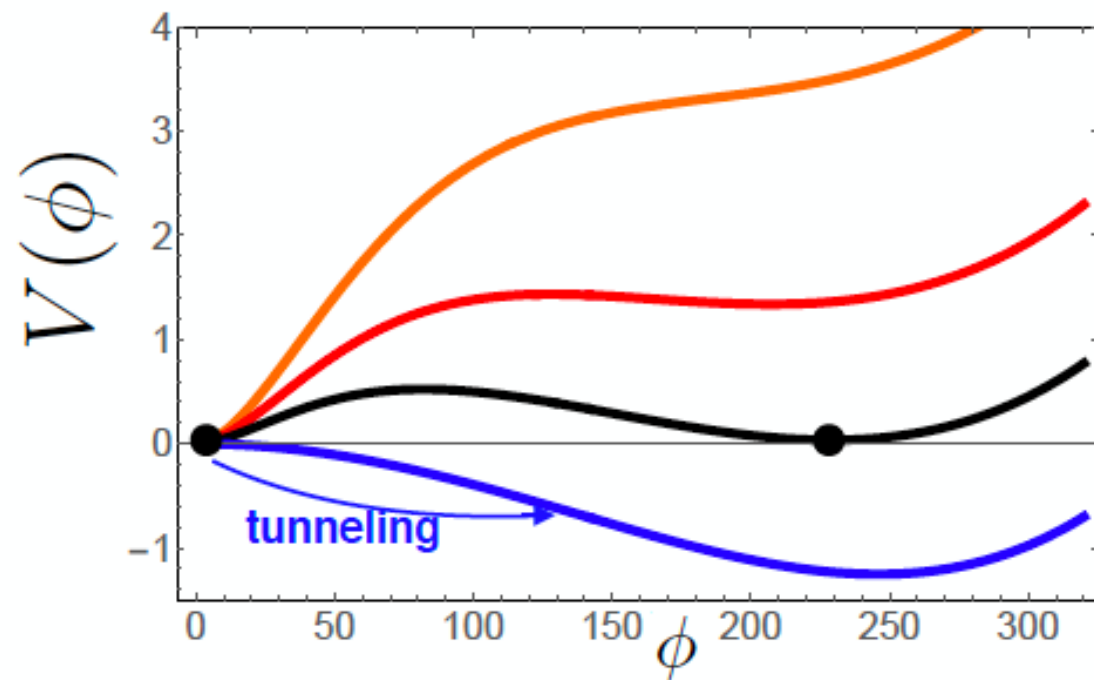
### Standard Model

- Electroweak phase transition (EWPT) is a “smooth crossover”
- Electroweak symmetry restored for  $T \geq T_c = 130$  GeV



### Alternative idea

- Electroweak phase transition via tunneling: 1<sup>st</sup> order transition
  - Two phases co-exist
- Electroweak baryogenesis possible if strong 1<sup>st</sup> order transition



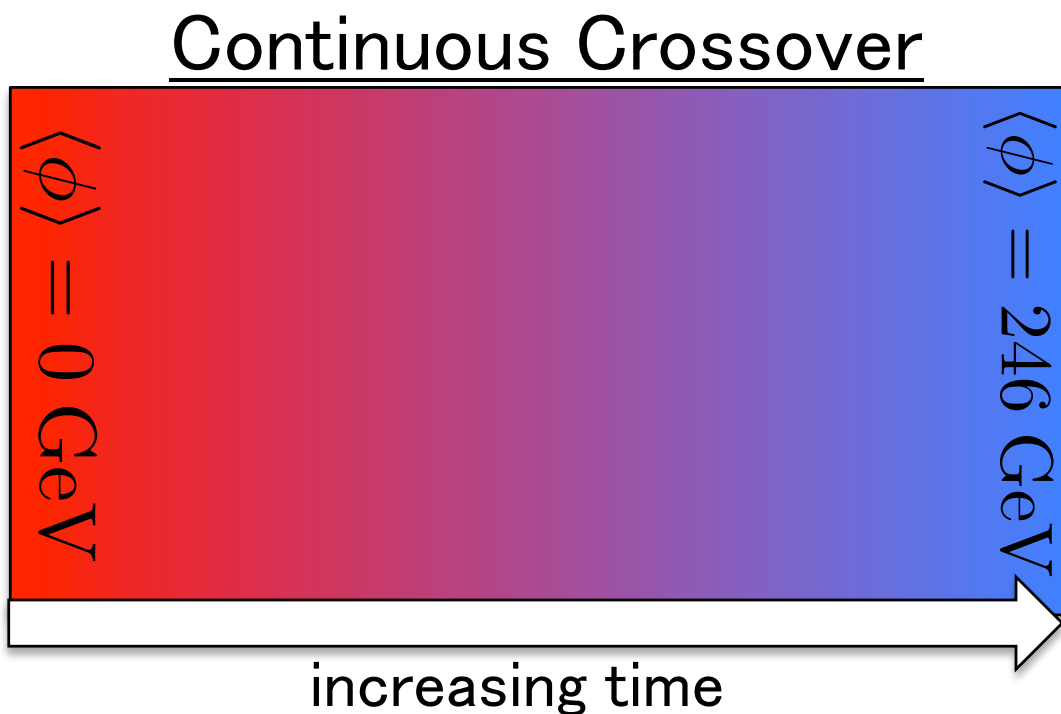


# Theory

## Electroweak potential

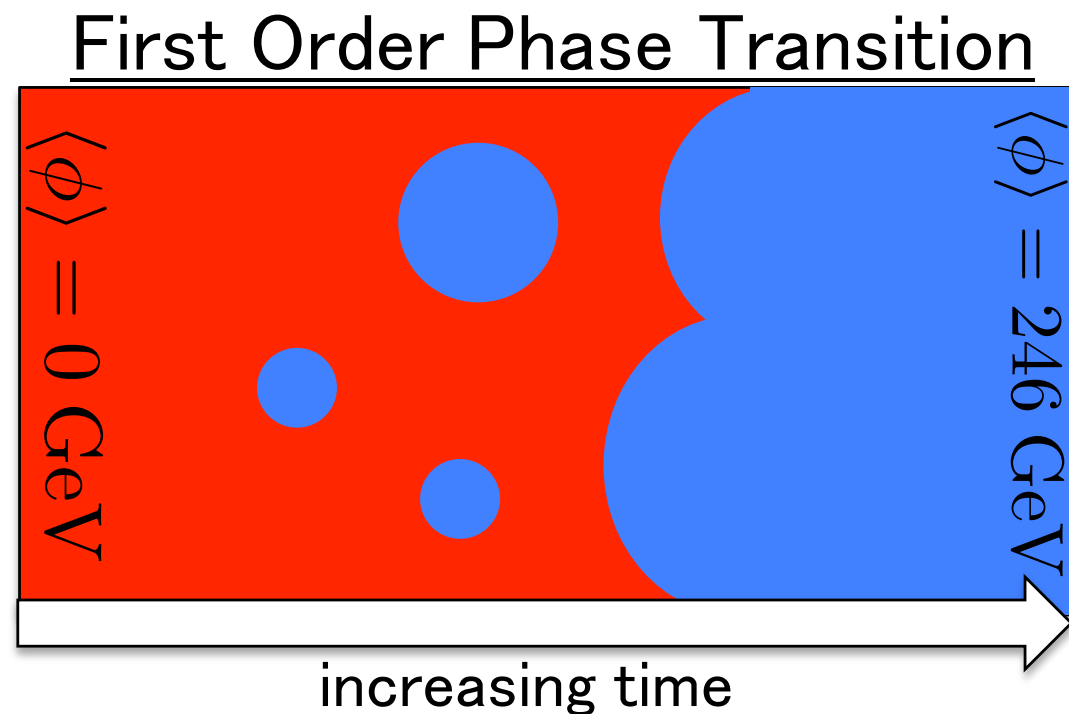
### Standard Model

- Electroweak phase transition (EWPT) is a “smooth crossover”
- Electroweak symmetry restored for  $T \geq T_C = 130 \text{ GeV}$



### Alternative idea

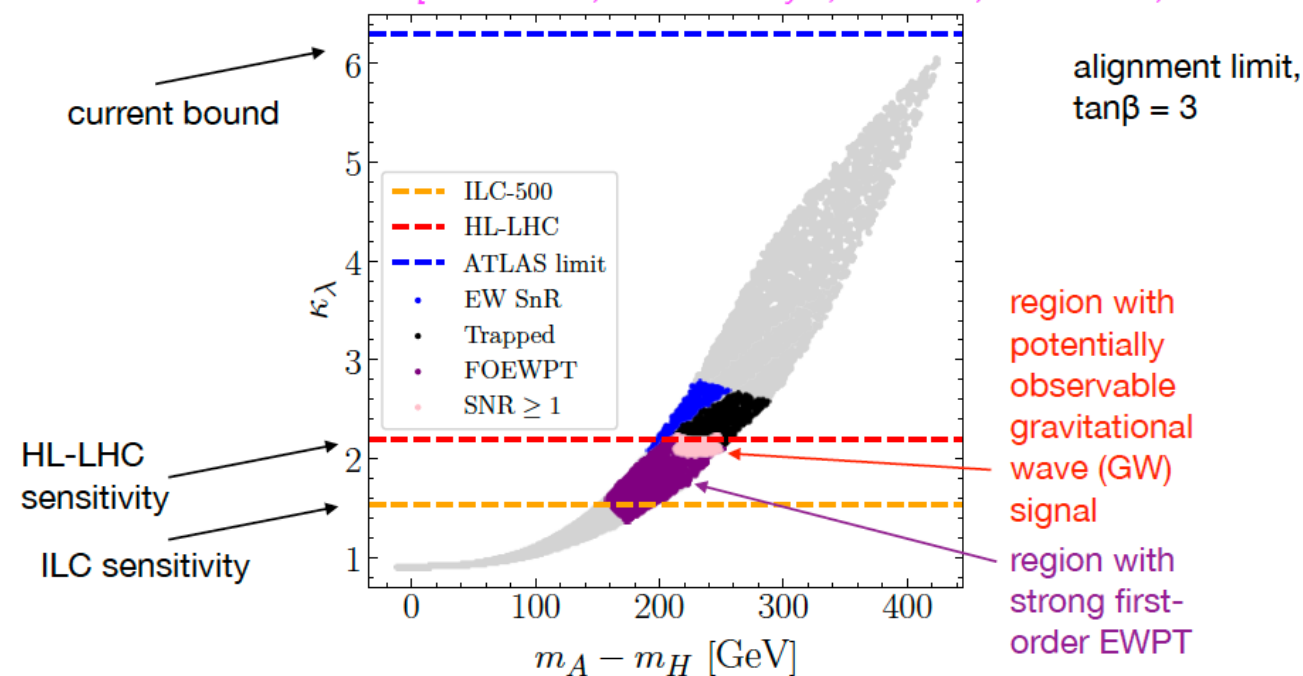
- Electroweak phase transition via tunneling: 1<sup>st</sup> order transition
  - Two phases co-exist
- Electroweak baryogenesis possible if strong 1<sup>st</sup> order transition



# Theory

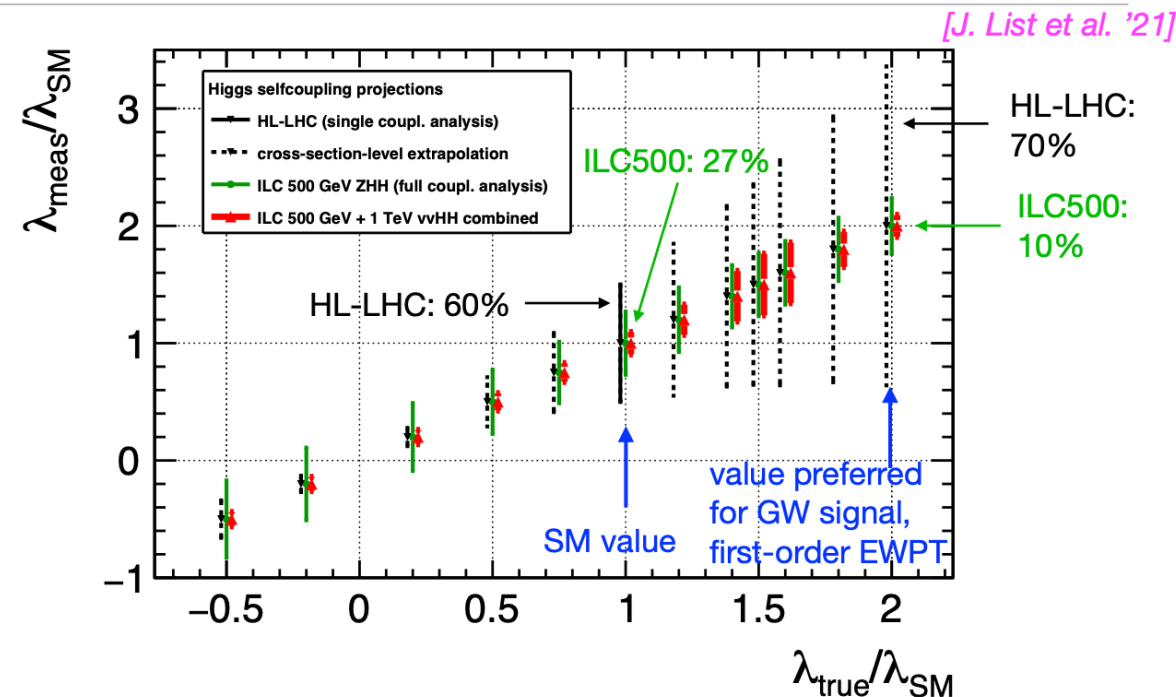
## Electroweak phase transition

[T. Biekötter, S. Heinemeyer, J. M. No, M. O. Olea, G. W. '22]



⇒ Region with potentially detectable GW signal and strong first-order EWPT is correlated with significant deviation of  $\kappa_\lambda$  from SM value

Theory — particle phenomenology, Georg Weiglein, 95th meeting of the DESY PRC — Open Session, Hamburg, 05 / 2023



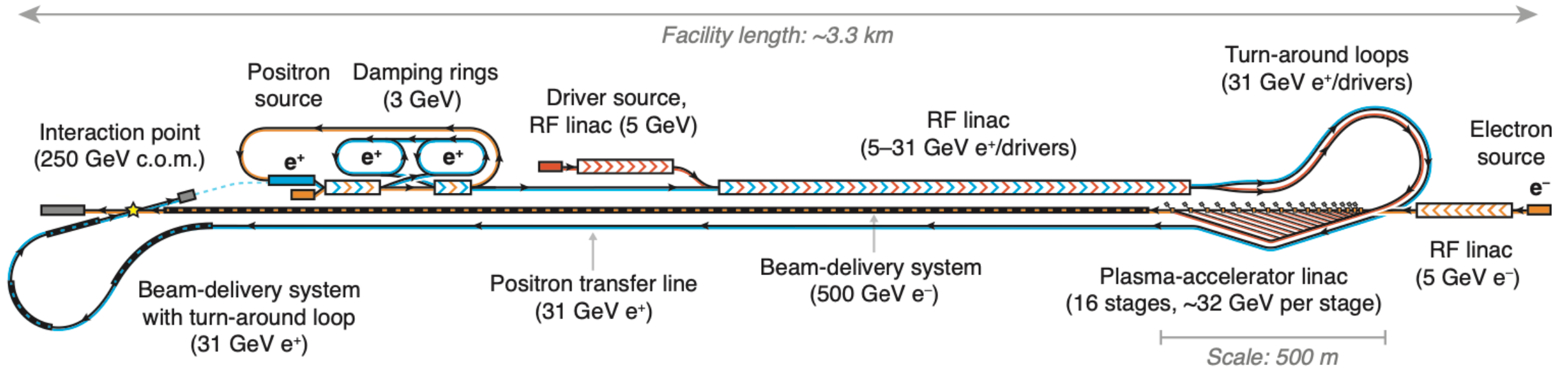
⇒ For  $\kappa_\lambda \approx 2$ : much better prospects for ILC500 than for HL-LHC  
Reason: different interference contributions

Theory — particle phenomenology, Georg Weiglein, 95th meeting of the DESY PRC — Open Session, Hamburg, 05 / 2023

Crucial EWSB question: form of the Higgs potential => crucial to determine trilinear Higgs coupling  
A value of about 2 => strong 1<sup>st</sup> order transition

# Accelerator R&D Contributions (FH and M): HALHF

R&D towards future HEP collider concepts (Foster, Lindstrom, d'Arcy arXiv: 2303.10150)



Hybrid Asymmetric Linear Higgs Factory = HALHF

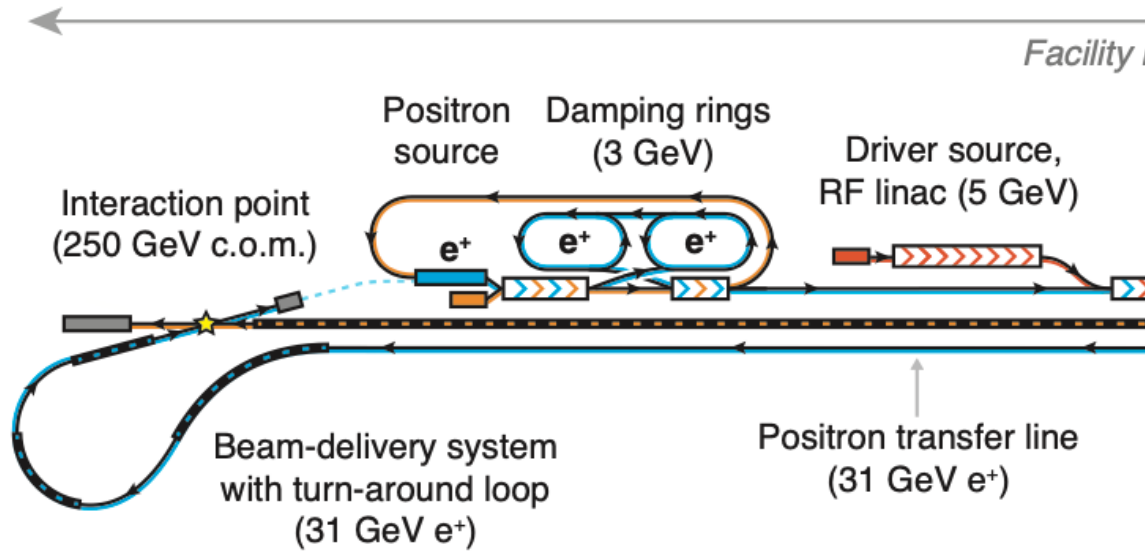
- $E(e^-)$  500 GeV based on PWA technology
- $E(e^+)$  31 GeV based on SCRF
  - CMS energy 249 GeV, CMS boosted ( $\gamma \approx 2$ )

From executive summary of section on “High-gradient plasma and laser accelerators” (arXiv:2201.07895):  
*A feasibility and pre-CDR study forms the first pillar and will investigate the **potential and performance reach of plasma and laser accelerators for particle physics**. In addition a realistic **cost-size-benefit analysis is included** and will be performed in a comparative approach for different technologies.*



# Accelerator R&D Contributions (FH and M): HALHF

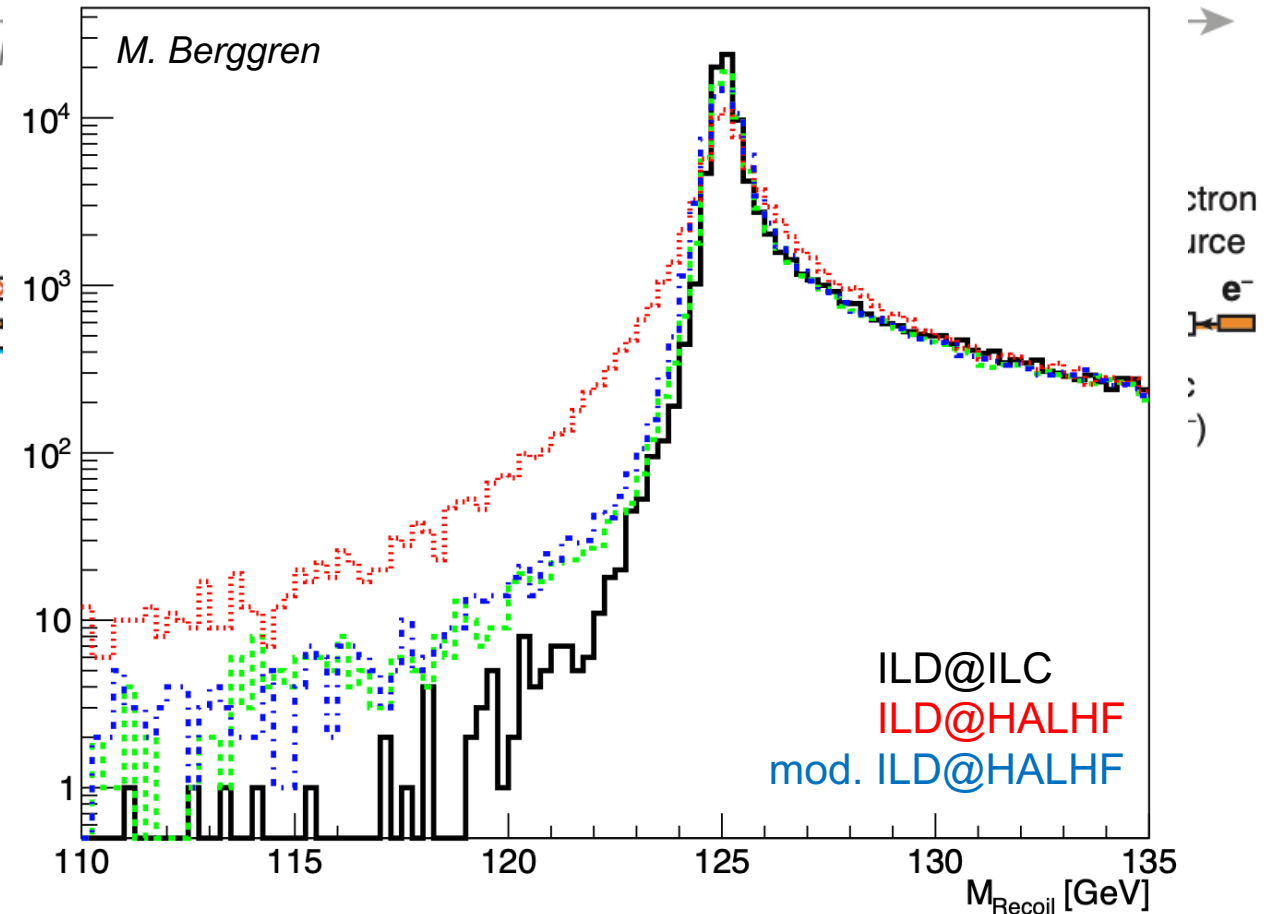
R&D towards future HEP collider concepts (Foster, Lindstrom, d'Arcy arXiv:2303.10150)



Hybrid Asymmetric Linear Higgs Factory = HALHF

- E(e<sup>-</sup>) 500 GeV based on PWA technology
- E(e<sup>+</sup>) 31 GeV based on SCRF  
→ CMS energy 249 GeV, CMS boosted

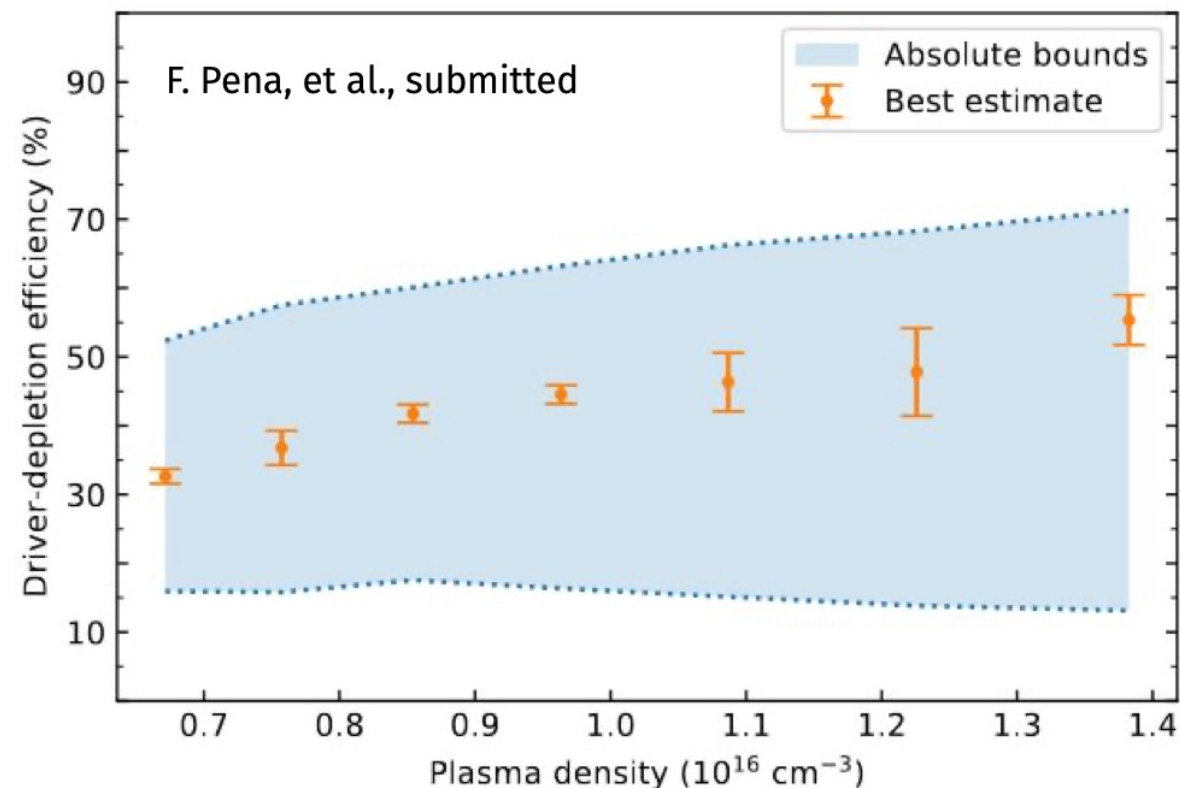
Currently performing first studies, e.g. Higgs recoil mass, detector layout, etc.



→ Detector optimization needed as particles more forward... to be contd.

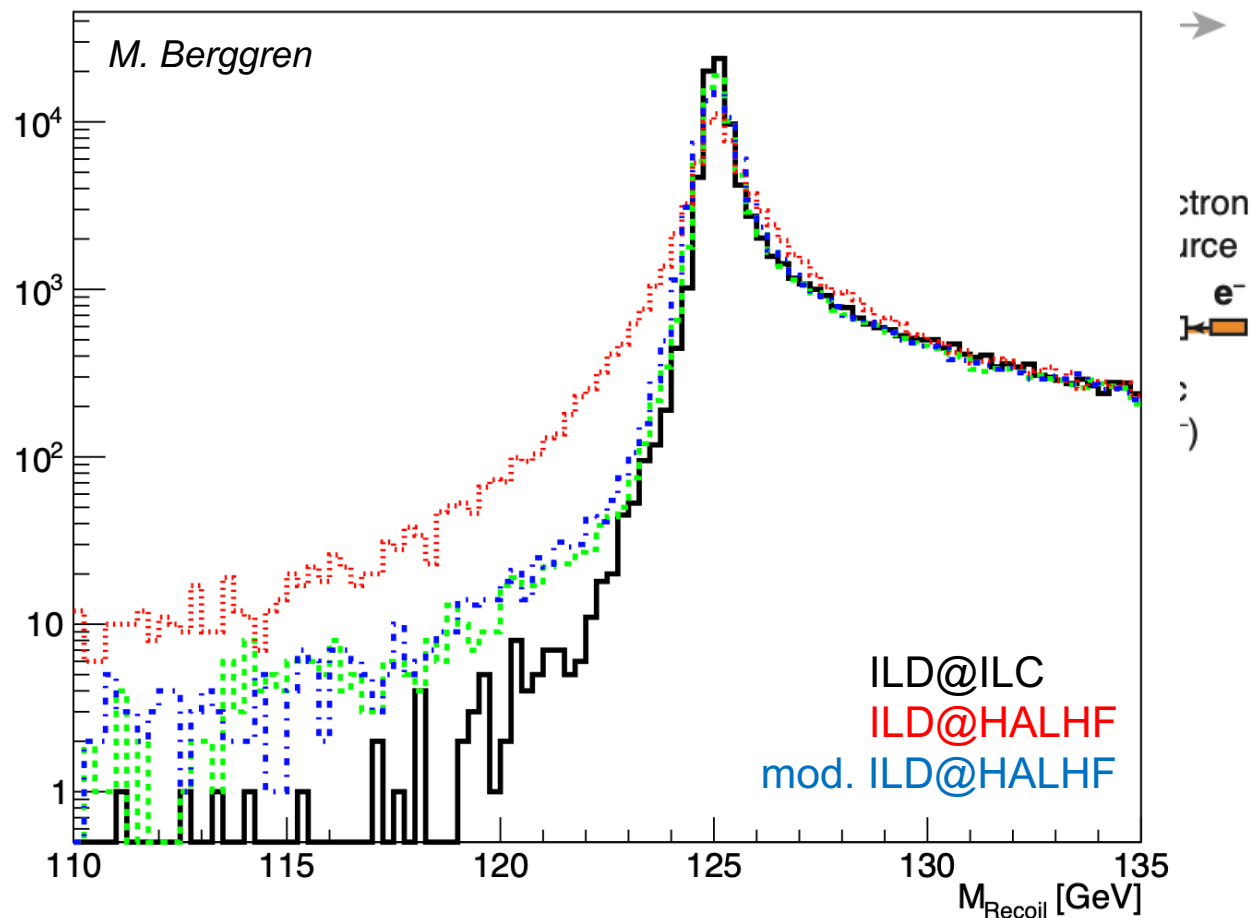
# FH Accelerator R&D Contributions: HALHF

R&D towards future HEP collider concepts (Foster, Lindstrom, d'Arcy 2303.10150)



## Plasma Wakefield Acceleration at FLASHForward

- Demonstration of energy spread and emittance preservation after acceleration (Lindstrom et al., submitted)
- Demonstration of 55% driver-to-wake efficiency (42% wake-to-witness already shown).



→ Detector optimization needed as particles more forward... to be contd.

# Challenges and Concluding Remarks



# World Situation

## Impact on DESY

**World is going through several crises due to Russian attack on the Ukraine and post-COVID realities**

- Increased energy costs, inflation (+10%)
- Shortage of helium & energy => energy situation improved and help expected, helium prizes still worrying

### **Salary increases:**

- settlement reaches with unions => on average 9% increase over two years
- excellent for our staff!!

**Budgets of DESY (and other Helmholtz centers) increases only by 2%**

- Some special funding to compensate for energy (and helium) cost increases could come in the summer (?)

### **FH budget is 85% salaries**

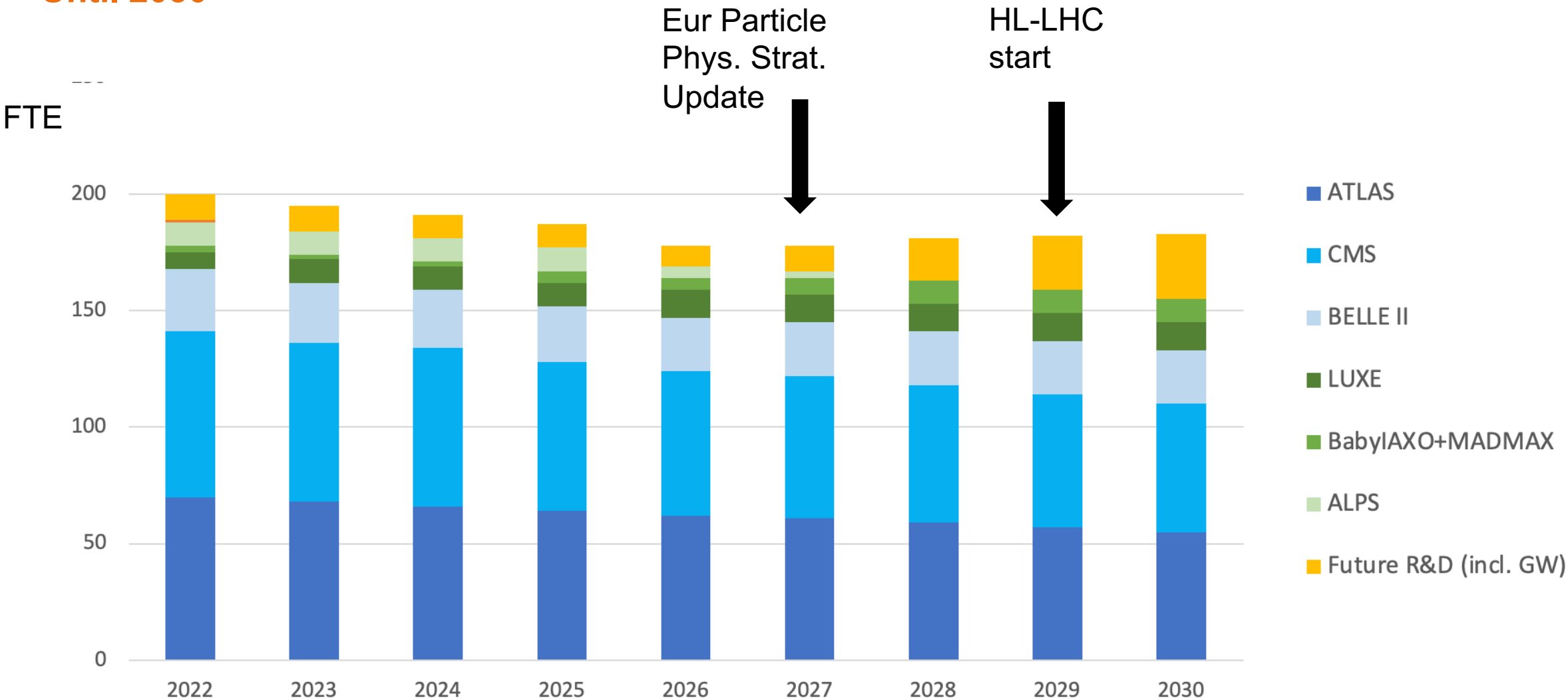
- Started to reduce fellowships and Ph.D. student positions to about 60% of previous level
- Replacement of all retirements also reduced to about 50% (case by case decision)
- Must ensure we deliver on commitments (e.g. LHC upgrades)

### **Futher challenges:**

- Delays due to long delivery chains in post-COVID world
- Finding adequate technical personnel highly non-trivial => challenge for IT, LHC upgrades, ...

# Resource planning for FH Hamburg

Until 2030



# Challenges and Synergies

An ambitious particle physics programme in challenging times

**Careful planning of HEP activities** incl.  
some schedule flexibility required

**Science collaboration** challenged by  
Russian attack on Ukraine.

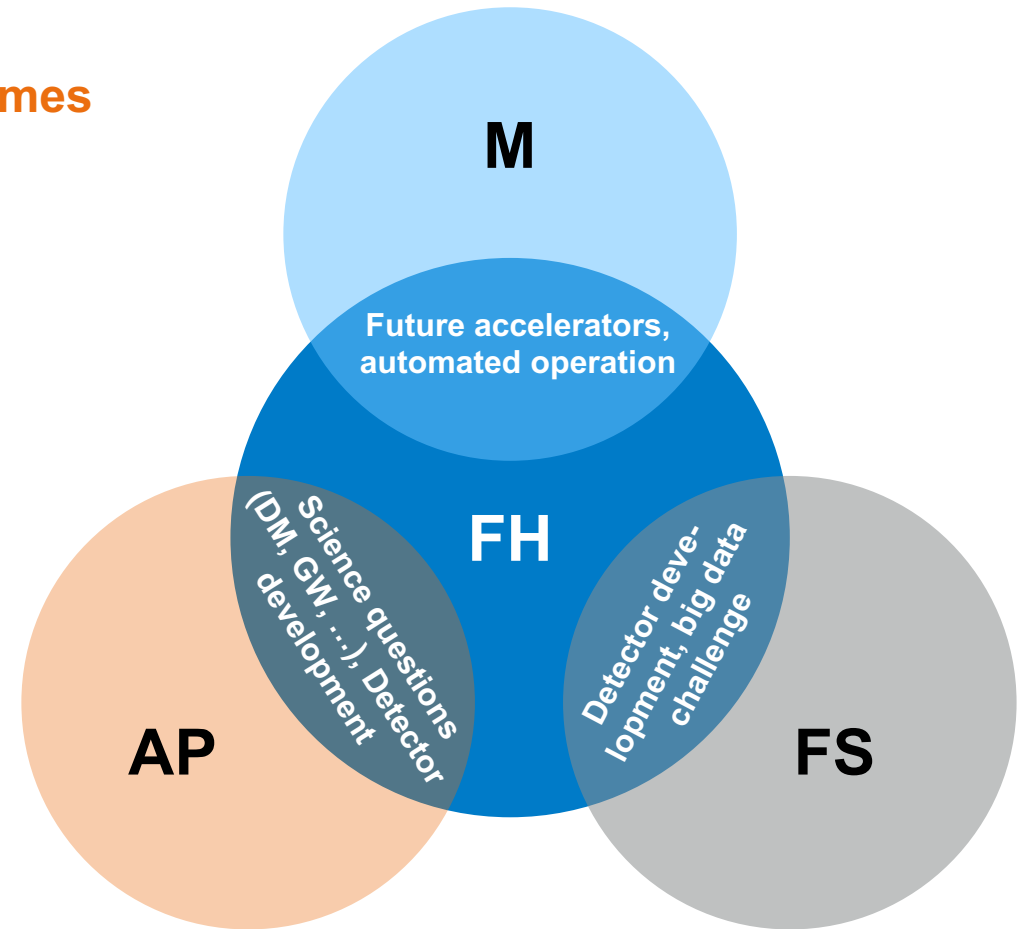
**Difficult times:** inflation, climate crisis, skilled  
labour shortage, ...

**Ambitious particle physics programme**

- LHC tracker upgrades mission-critical
- Diverse on-site experimental programme

**Demanding plans for all of DESY**

- PETRA IV, infrastructure construction projects (DESYUM, CAST, SDMC, ...)



**Stronger together!**

- Expand national / global cooperation
- Foster synergies among DESY divisions

# Thank you!

## Contact

Deutsches Elektronen-  
Synchrotron DESY

[www.desy.de](http://www.desy.de)

Beate Heinemann

DESY FH

E-Mail: *beate.heinemann@desy.de*

Phone: +49 40 8998 1921 / 3023



# Backup slides

# Scientific Computing @ DESY

## Mission, Vision and Strategy

- **Mission:** Turning science data into knowledge on the structure and dynamics of matter at all scales
- **Vision:** DESY provides a top-level, green, resource-effective and secure computing environment for science and technology in the Science City Bahrenfeld.
- **Strategy:** Build and operate a modern, energy-efficient/green, large-scale computing facility with excellent network, storage and compute capabilities, and provide the competences and expertise that makes use of and enables algorithmic developments required for big-data processing and HPC computing.

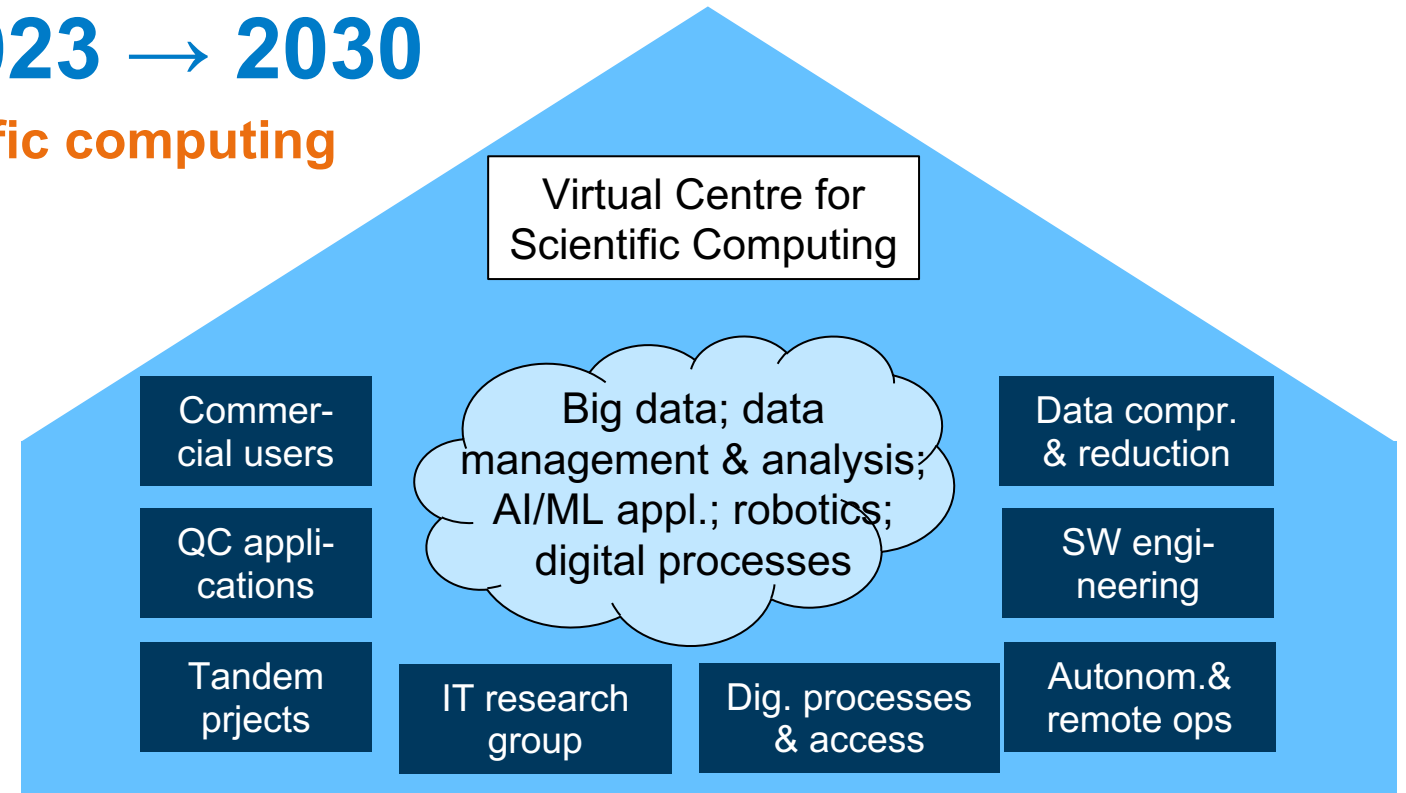
# Scientific Computing: 2023 → 2030

Establishing a virtual centre for scientific computing



## Computing Centre now (1000 m<sup>2</sup>)

- CPUs (60k cores)
- Mass storage (0.5 EB)
- HPC facility (400 GPUs)
- Operation for external partners



## New Computing Centre (3000 m<sup>2</sup>)

- CPUs (>250k cores)
- Mass storage (>5 EB)
- HPC facility (>2000 GPUs)
- Extend operation for ext. partners

Green IT and sustainability

Integrate external resources

Cyber Security

Partners &  
Infrastructures

HGF platforms, DASHH,  
DMA, LEAPS, WLCG,  
NFDI, CQTA, ...

Stronger network: TUHH, HSU, HAW, UHH, SCHB, IBM, ...

# Test Beam Facility

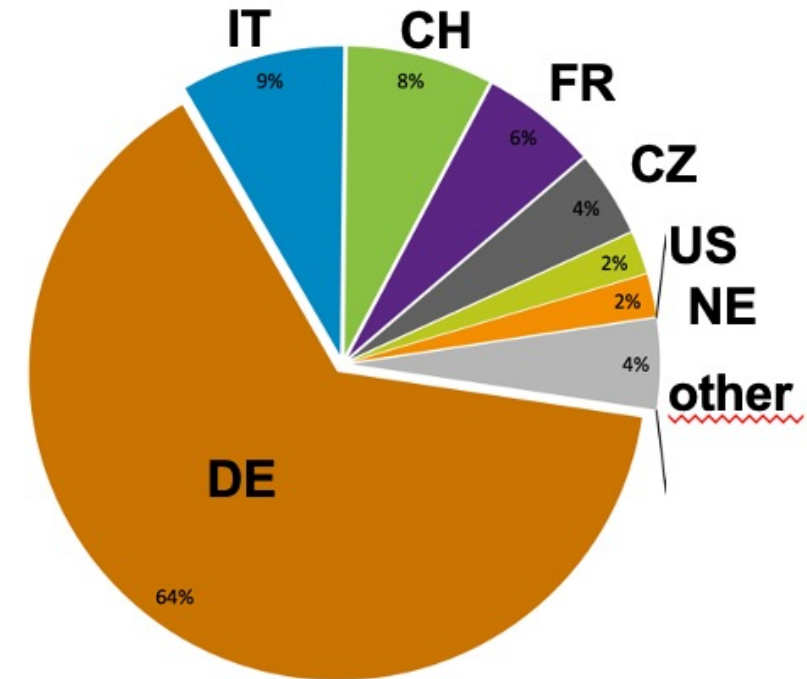
Working group: Ties Behnke, Heiko Ehrlichmann, Marcel Stanitzki

**DESY test beam is one of only three facilities world-wide currently.**  
**It has about 400 users each year** (60% German, 40% International)

- DESY II will be demolished when PETRA IV comes => DESY IV as new injector
- Test beam at DESY IV implies two major changes:
  - operation no longer parasitic, beam into Hall 1 instead of Hall 2
  - Requirement: Ideally would like 1 MHz but lower rate ( $\gtrsim 10$  kHz) still useful

## Future Strategy

- Collaboration of M and FH to ensure that DESY IV design can support test beam
- Design extraction into Hall 1
- Develop operation and business model for test beam; resources not yet identified
- Ideally try to obtain rate of 1 MHz but also consider lower rate ( $\gtrsim 10$  kHz)

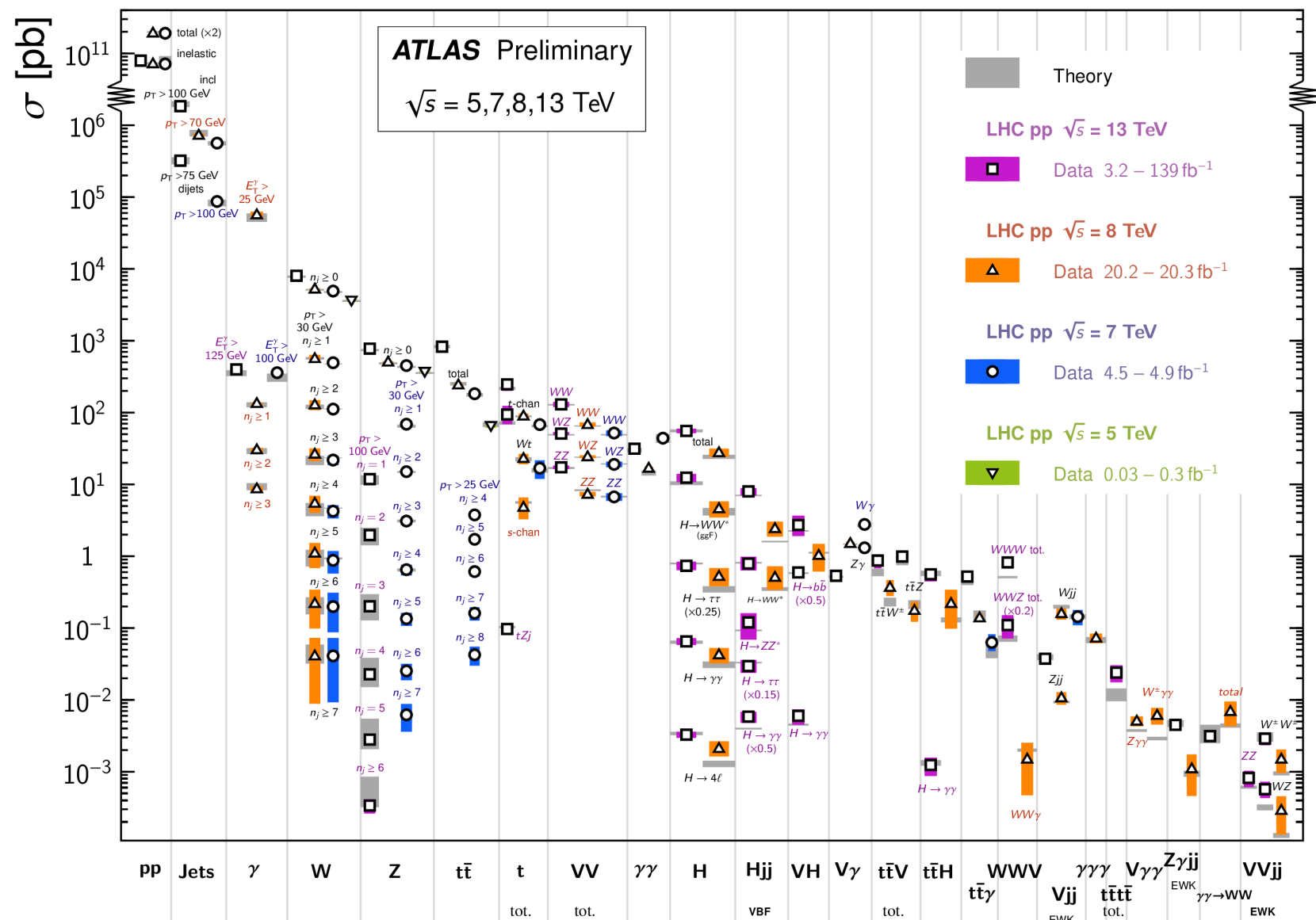


Test beam users at DESY II



# LHC Physics Overview

Probing Rare Processes  
over 15 decades



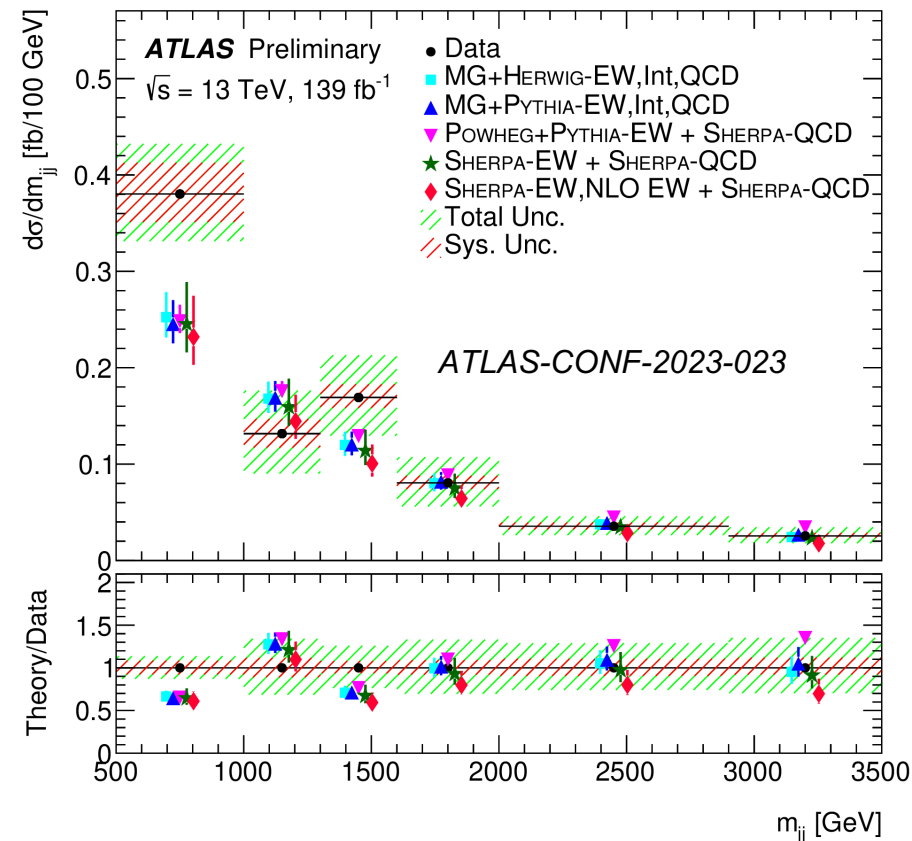
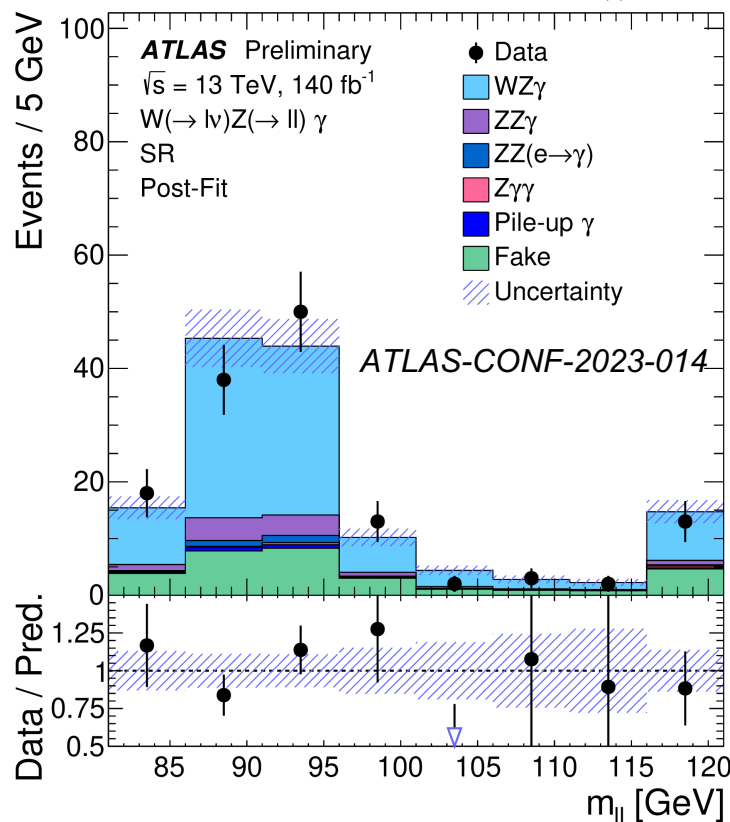
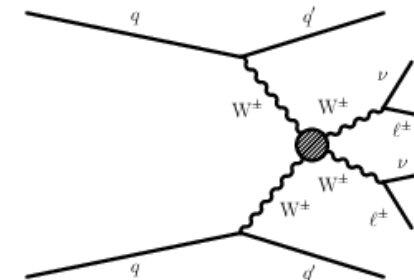
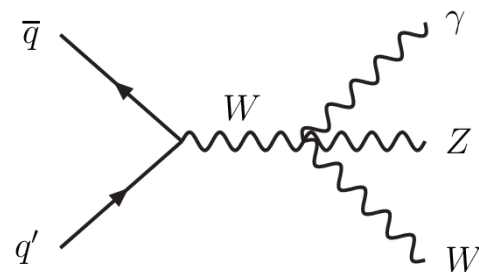
# LHC Physics – Probing Quartic Gauge Boson Couplings

## Observation of $WZ\gamma$ production and same-sign $WW$ scattering differential cross section

Observation of  $WZ\gamma$  at  $6.3\sigma$ ;  
cross section measured to be

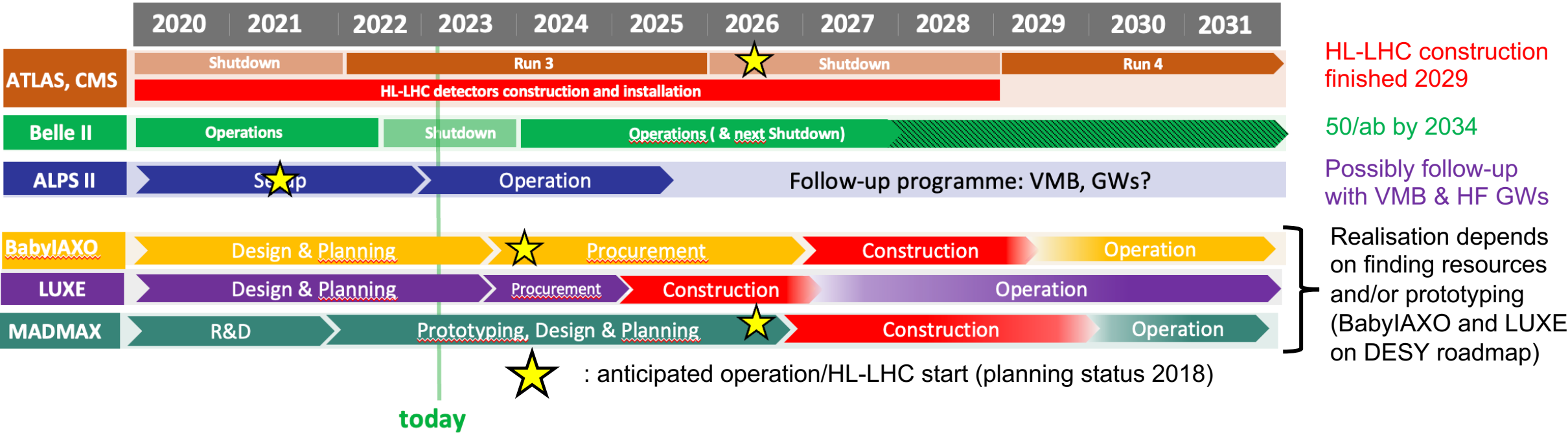
$$\sigma = 2.01 \pm 0.30 \text{ (stat)} \pm 0.16 \text{ (syst)} \text{ fb}$$

First differential measurement of  
 $W^\pm W^\pm jj$  cross section by ATLAS



# Project Timeline

## Experiments: off-site and on-site



- Delays of 2-5 years w.r.t. 2018 plans due to various reasons, e.g. COVID, Russian attack on the Ukraine, inflation ...

# Particle Physics at DESY

## DESY's ambitions in HEP: a centre of excellence and a national hub

parallel session

plenary session

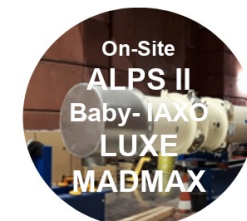
### Strengthen / enable German contributions to intl experiments ATLAS, CMS and Belle II:

- Complete construction & installation of LHC tracking detectors by 2029, Belle II silicon vertex detector by 2024
- Contribute to operating detectors and Tier-1/2, development of software & computing and data analysis



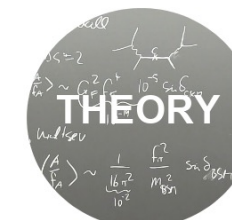
### World-leading science programme on-site at DESY

- Axion experiments (ALPS II, BabyIAXO, MADMAX), test QED in the strong-field limit (LUXE), and explore search for gravitational waves at high frequencies using DESY infrastructure



### World-leading theory group

- Interdisciplinary Wolfgang Pauli Center that attracts theorists internationally



### At forefront of technology developments (accelerator & detector R&D, computing) and provide infrastructure required by national (and intl.) researchers for HEP research

- Key strengths: full system competence, silicon detectors, high-granularity calorimeter, test beam



### Next high-energy collider project

- Actively contribute to the (world-wide) decision process on the next particle physics collider project through expertise in theory, detector, computing and analyses □ expect decision by the end of this decade

