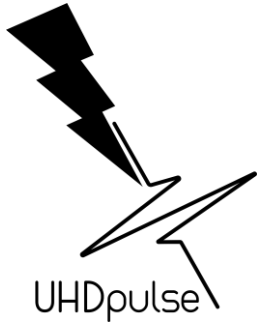
Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig and Berlin
National Metrology Institute

UHDpulse – ein europäisches Forschungsprojekt zur Dosimetrie für neuartige Strahlentherapieansätze mit ultrahoher Pulsdosisleistung



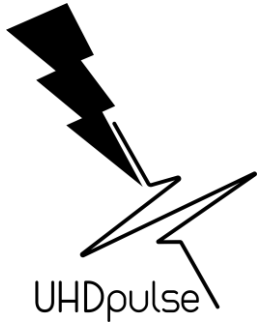
Andreas Schüller, Alexandra Bourgouin und Ralf-Peter Kapsch

Fachbereich 6.2 “Dosimetrie für Strahlentherapie und Röntgendiagnostik”
im Namen des UHDpulse Konsortiums

51. Jahrestagung der DGMP 2020, virtuell, 9.-11.9.20

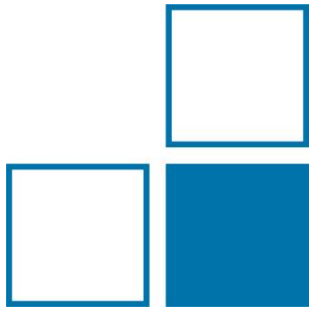
Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig and Berlin
National Metrology Institute

UHDpulse – ein europäisches Forschungsprojekt zur Dosimetrie für neuartige Strahlentherapieansätze mit ultrahoher Pulsdosisleistung



Inhalt

- EMPIR Projekt
- FLASH Strahlentherapie
- das metrologische Problem
- Ziele des Projekts, Konsortium



EMPIR Projekt „UHDpulse“

Typ:	Joint Research Project
Laufzeit:	2019-2022
Start:	1. Sept. 2019
Förderung:	2.1 M €
Koordinator:	Andreas Schüller (PTB)
Thema:	Instrumente für rückführbare Dosismessung für:

- **FLASH Strahlentherapie**
- VHEE Strahlentherapie
- lasergetriebene medizinische Beschleuniger

http://uhdpulse-empir.eu/

The EMPIR initiative is co-funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the EMPIR Participating States

EMPIR: European Metrology Programme for Innovation and Research:

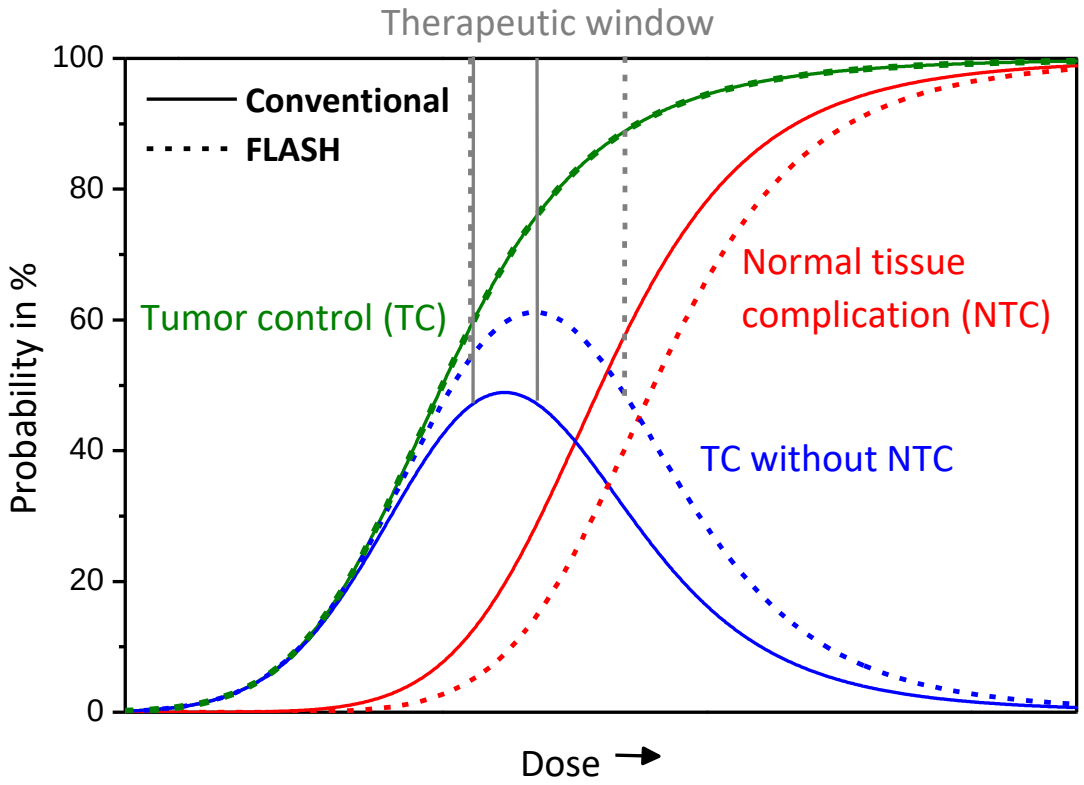
- Metrologie-orientiertes Programm für koordinierte F&E
- ermöglicht die Zusammenarbeit der europäischen Metrologieinstitute untereinander, mit der Industrie, mit Hochschulen und mit anderen Forschungsinstituten

FLASH Strahlentherapie

FLASH Effekt

ultrahohe Dosisleistung →

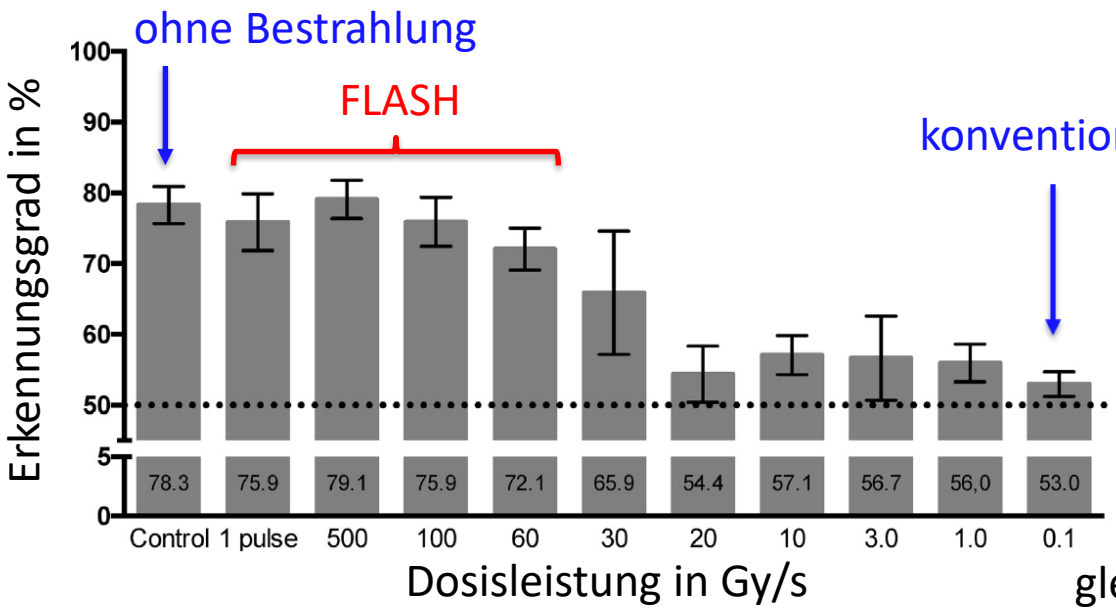
- Reduzierung von Komplikationen beim Normalgewebe (NTC)
- gleiche Tumorkontrolle (TC)
- weniger Nebenwirkungen, oder höhere Dosis für bessere Heilungschance



FLASH Strahlentherapie

Reduzierte Hirngewebe-Toxizität

Ganzhirnbestrahlung bei Mäusen mit 10 Gy



gleiche Wirkung auf Hirntumorgewebe

Montay-Gruel *et al.*, Radiotherapy and Oncology 124 (2017) 365
http://dx.doi.org/10.1016/j.radonc.2017.05.003

FLASH Strahlentherapie

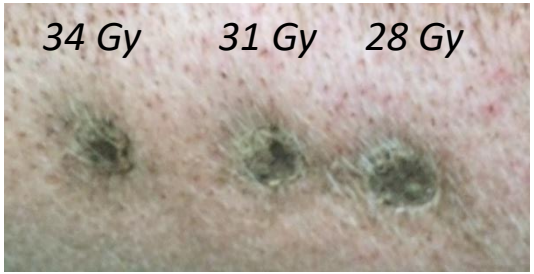
Reduzierte Haut-Toxizität

Centre hospitalier universitaire vaudois

konventionelle und FLASH Bestrahlung (mit gleicher Gesamtdosis)

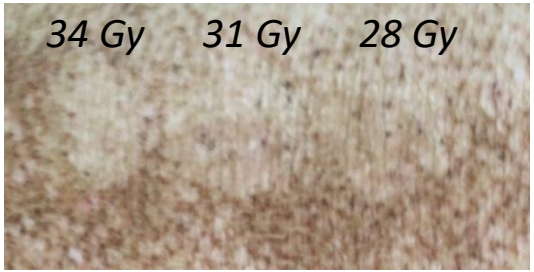
36 Wochen nach Bestrahlung

konventionell (5 Gy/min)



nekrotische Läsionen

FLASH **(300 Gy/s)**



normales Hautbild

Vozenin et al., Clin Cancer Res 25 (2019) 35
DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-17-3375

FLASH Strahlentherapie

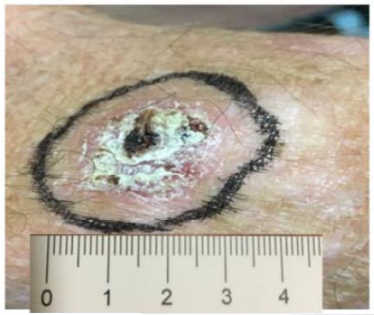
Behandlung des ersten menschlichen Patienten

CHUV Centre hospitalier universitaire vaudois

Erkrankung:
Lymphom der Haut

konventionelle Strahlentherapie:
20 Gy in 6 - 10 Fraktionen, hochgradige akute Hautreaktion als Nebenwirkung mit > 3 Monate zur Heilung

FLASH Strahlentherapie:
10 Pulse (1 µs Dauer) in 90 ms mit **1.5 Gy/pulse**



Tag 0

nach 3 Wochen

nach 5 Monaten

Bourhis *et al.*, Radiother. Oncol. (2019)
DOI: 10.1016/j.radonc.2019.06.019

metrologische Probleme bei FLASH

	FLASH (mit Elektronen)	konventionell
Dosis pro Puls	**1 – 10 Gy**	**< 0.3 mGy**
pulse width	1 -2 µs	3 µs
Pulsdosisleistung	10^6 Gy/s	10^2 Gy/s
Pulswiederhol-frequenz	10 – 100 Hz	200 Hz
mittlere Dosisleistung	40 – 1000 Gy/s	5 Gy/min
Bestrahlungsdauer	< 100 ms	> 4 min

die in der konventionellen Strahlentherapie üblichen Instrumente und Methoden sind für FLASH ungeeignet

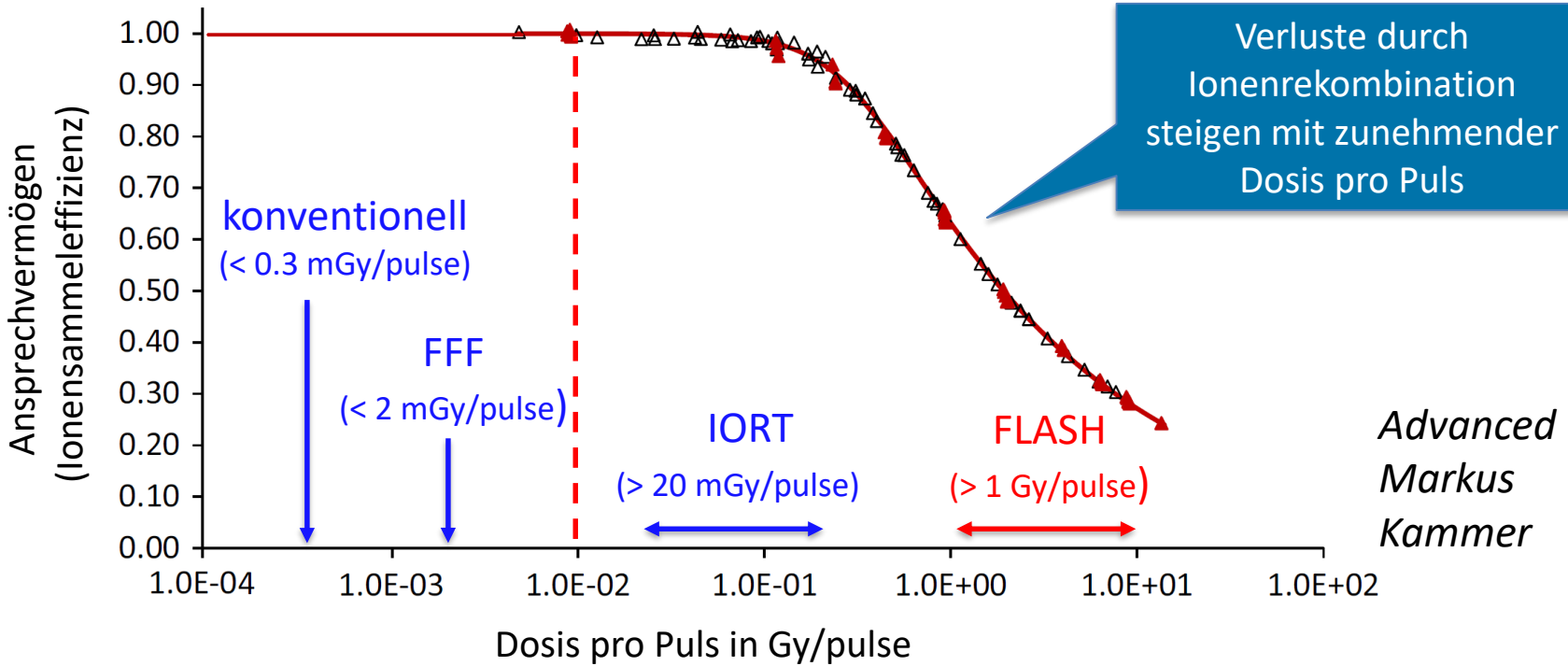
keine aktiven Dosimeter für Dosismessung in Echtzeit

kein Formalismus für Referenzdosimetrie (Codes of Practice)

kein Primärstandard

metrologische Probleme bei FLASH

typisches Verhalten einer Ionisationskammer



Petersson et al., Med Phys 44 (2017) 1157

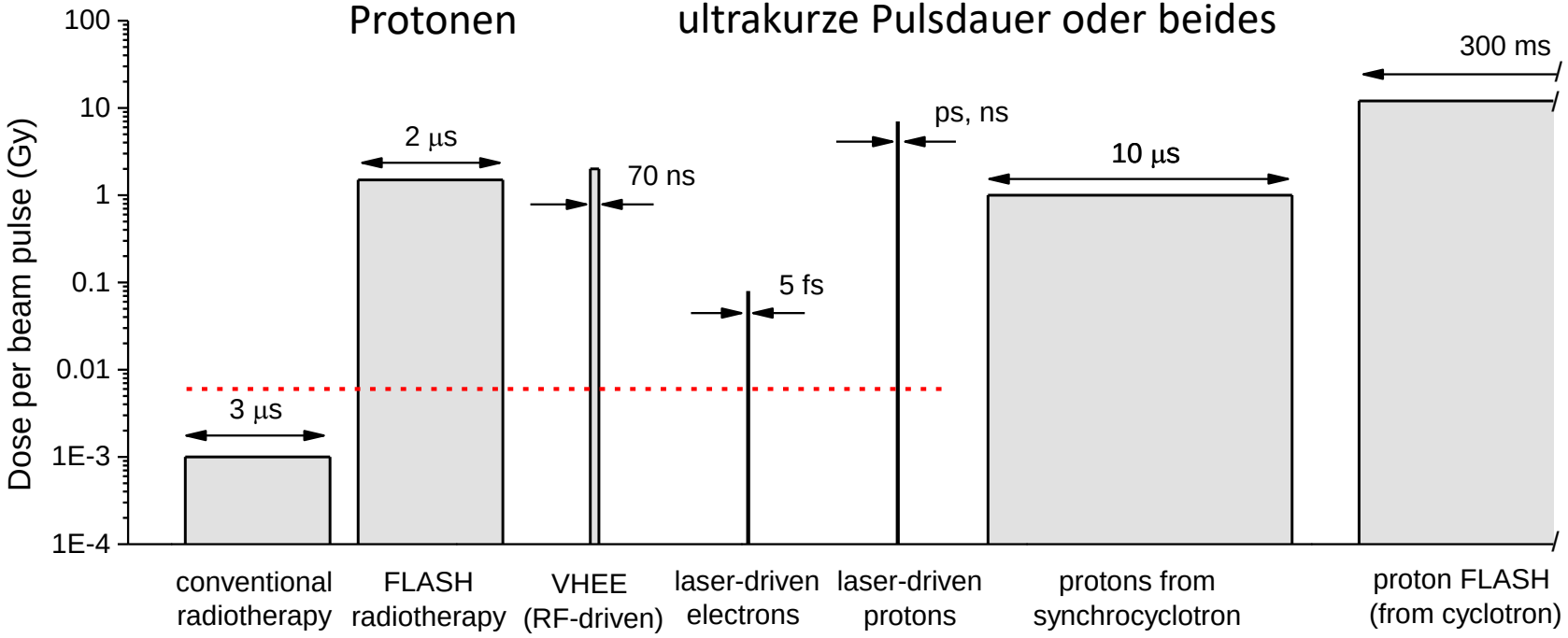
DOI: 10.1002/mp.12111

Fokus des Projekts

Teilchenstrahlung mit ultrahoher Pulsdosisleistung

Elektronen, Protonen

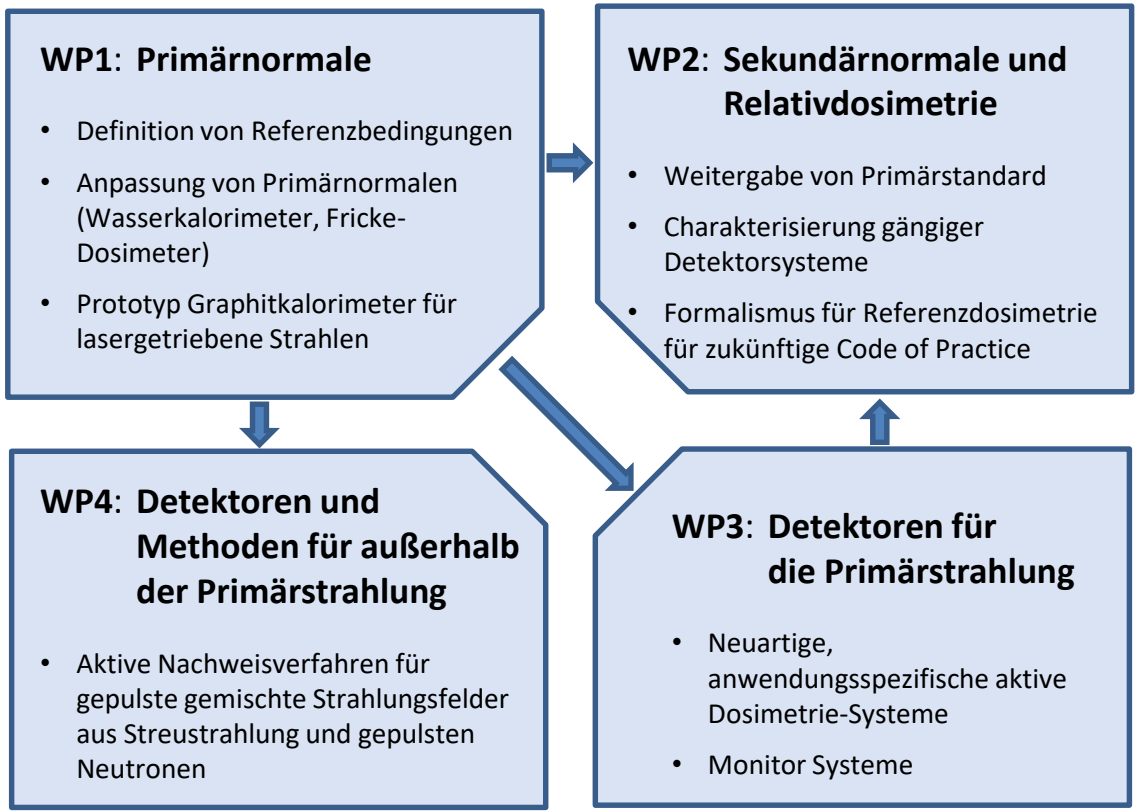
ultrahohe Dosis pro Puls, ultrakurze Pulsdauer oder beides



Ziele des Projekts

- Entwicklung eines metrologischen Rahmens, einschließlich rückführbarer **Primärer- und Sekundärnormale** sowie validierter Referenzmethoden für die Dosimetrie bei Strahlung mit ultrahoher Pulsdosisleistung.
- Charakterisierung des Ansprechvermögens verfügbarer **Detektorsysteme** bei Strahlung mit ultrahoher Dosis pro Puls und/oder mit ultrakurzer Pulsdauer.
- Entwicklung rückführbarer und validierter Methoden für **Relativdosimetrie** sowie für die Charakterisierung von **Streustrahlung** bei gepulster Strahlung mit ultrahoher Pulsdosisleistung.
- Bereitstellung von Eingangsdaten für **Codes of Practice** für die Absolut-Dosimetrie bei Strahlung mit ultrahoher Pulsdosisleistung.

Projektstruktur



Konsortium

Partner und Kollaboratoren

5 Nationale Metrologieinstitute

2 Universitätskrankenhäuser
Pioniere der FLASH-Strahlentherapie

4 Universitäten

4 nationale Forschungsinstitute
Experten für Detektorentwicklung, Dosimetrie und lasergetriebene Strahlungsquellen

1 europäisches Forschungsinstitut
für lasergetriebene Strahlungsquellen

5 Firmen
Experten für Detektorentwicklung

1 weiteres EU Projekt
Protonentherapie Netzwerk

NMIs

- PTB – Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig und Berlin
- NPL – National Physical Laboratory
- METAS
- CMI – Czech Metrology Institute
- Central Office of Measures

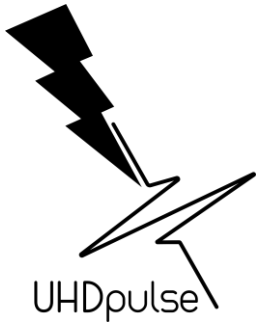
Bestrahlungsanlagenbetreiber

- CHUV – Centre hospitalier universitaire vaudois
- institutCurie
- eli beamlines
- Nuclear Physics Institute of the CAS – public research institution
- Queen's University Belfast
- HZDR – Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf
- InspireProject

Detektorentwickler

- ADVACAM – Imaging the Unseen
- Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
- CSIC – Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- CNM – Centre Nacional de Microelectrònica
- Sun Nuclear Corporation
- USC – Universidade de Santiago de Compostela
- varian
- Politecnico Milano 1863
- LPC Caen – Laboratoire de physique corpusculaire
- PTW – The Dosimetry Company
- iba Dosimetry – Protect, Enhance and Save Lives

Interessierte Institute, die einen Beitrag zu den Zielen des Projekts leisten möchten, können dem Konsortium als Kollaborator beitreten.



http://uhdpulse-empir.eu/

EMPIR

EURAMET

The EMPIR initiative is co-funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the EMPIR Participating States

This project has received funding from the EMPIR programme co-financed by the Participating States and from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme.