

**ANTRAG AUF FÖRDERUNG AUS DEM ZENTRALEN QUALITÄTSSICHERUNGSFONDS
DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG**

I. Antragsteller

Name, Vorname: Klingeler, Rüdiger	akadem. Grad: Prof. Dr.
Geburtsdatum: 16.01.1969	Fakultät: Physik und Astronomie
Institut: Kirchhoff-Institut für Physik	
Telefon: 54-9199	Telefax: 54-9869
E-mail: klingeler@kip.uni-heidelberg.de	

Name, Vorname: Lattard, Dominique	akadem. Grad: Prof. Dr.
Geburtsdatum:	Fakultät: Chemie und Geowissenschaften
Institut: Institut für Geowissenschaften	
Telefon: 54-4810	Telefax: 54-4805
E-mail: Dominique.Lattard@geow.uni-heidelberg.de	

Name, Vorname: Bunz, Uwe	akadem. Grad: Prof. Dr.
Geburtsdatum:	Fakultät: Chemie und Geowissenschaften
Institut: Institut für Organische Chemie	
Telefon: 54-8401	Telefax: 54-8404
E-mail: Uwe.Bunz@oci.uni-heidelberg.de	

II. Angestrebtes Projekt / geplante Maßnahme

Hochauflösendes Laue-Diffraktometer zur Untersuchung von Einkristallen

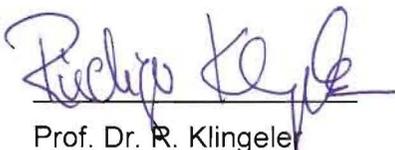
III. Förderdauer: Einmalig

IV. Antragssumme pro Semester: 40.624,22 € (im SS 2013)

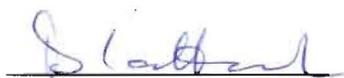
V. Beabsichtigte Verwendung: Sachmittel

VI. Erklärung der Antragsteller

Wir bitten darum, die beantragten Mittel zur Verbesserung von Studium und Lehre wie in der Beschreibung dargestellt einzusetzen.



Prof. Dr. R. Klingeler
Experimentalphysik
Kirchhoff-Institut f. Physik



Prof. Dr. D. Lattard
Experimentelle Mineralogie
Inst. f. Geowissenschaften



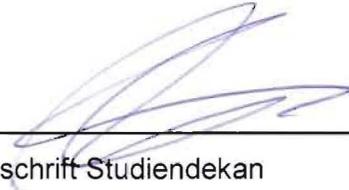
Prof. Dr. U. Bunz
Lehrstuhl I
Inst. für Organische Chemie

VI. Erklärung der Studiendekane und/oder der Leiter der Einrichtungen

Als Studiendekan der unter I. genannten Fakultäten befürworte ich diesen Antrag und erkläre gleichzeitig, dass die hier beantragte Finanzierung aus dezentralen Qualitätssicherungsmitteln nicht erbracht werden kann.

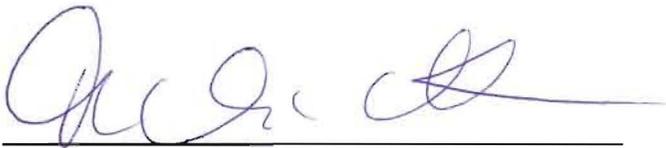


Unterschrift Studiendekan

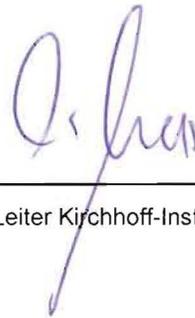


Unterschrift Studiendekan

Als Leiter der unter I. genannten Einrichtung befürworte ich diesen Antrag und erkläre gleichzeitig, dass die hier beantragte Finanzierung nicht aus Institutsmitteln erbracht werden kann.



Unterschrift Leiter Institut für Geowissenschaften



Unterschrift Leiter Kirchhoff-Institut für Physik



Unterschrift Leiter Organisch-Chemisches Institut

ANTRAG AUF FÖRDERUNG AUS DEM ZENTRALEN QUALITÄTSSICHERUNGSFONDS DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG

I. Antragsteller

Name, Vorname: Klingeler, Rüdiger
Geburtsdatum: 16.01.1969
Institut: Kirchhoff-Institut für Physik
Telefon: 54-9199
E-mail: klingeler@kip.uni-heidelberg.de

akadem. Grad: Prof. Dr.
Fakultät: Physik und Astronomie
Telefax: 54-9869

Name, Vorname: Lattard, Dominique
Geburtsdatum:
Institut: Institut für Geowissenschaften
Telefon: 54-4810
E-mail: Dominique.Lattard@geow.uni-heidelberg.de

akadem. Grad: Prof. Dr.
Fakultät: Chemie und Geowissenschaften
Telefax: 54-4805

Name, Vorname: Bunz, Uwe
Geburtsdatum:
Institut: Institut für Organische Chemie
Telefon: 54-8401
E-mail: Uwe.Bunz@oci.uni-heidelberg.de

akadem. Grad: Prof. Dr.
Fakultät: Chemie und Geowissenschaften
Telefax: 54-8404

II. Angestrebtes Projekt / geplante Maßnahme

Hochauflösendes Laue-Diffraktometer zur Untersuchung von Einkristallen

III. Förderdauer: Einmalig

IV. Antragssumme pro Semester: 40.624,22 € (im SS 2013)

V. Beabsichtigte Verwendung: Sachmittel

VI. Erklärung der Antragsteller

Wir bitten darum, die beantragten Mittel zur Verbesserung von Studium und Lehre wie in der Beschreibung dargestellt einzusetzen.

Prof. Dr. R. Klingeler
Experimentalphysik
Kirchhoff-Institut f. Physik

Prof. Dr. D. Lattard
Experimentelle Mineralogie
Inst. f. Geowissenschaften

Prof. Dr. U. Bunz
Lehrstuhl I
Inst. für Organische Chemie

VI. Erklärung der Studiendekane und/oder der Leiter der Einrichtungen

Als Studiendekan der unter I. genannten Fakultäten befürworte ich diesen Antrag und erkläre gleichzeitig, dass die hier beantragte Finanzierung aus dezentralen Qualitätssicherungsmitteln nicht erbracht werden kann.

Unterschrift Studiendekan

Unterschrift Studiendekan

Als Leiter der unter I. genannten Einrichtung befürworte ich diesen Antrag und erkläre gleichzeitig, dass die hier beantragte Finanzierung nicht aus Institutsmitteln erbracht werden kann.

Unterschrift Leiter Institut für Geowissenschaften

Unterschrift Leiter Kirchhoff-Institut für Physik

Unterschrift Leiter Organisch-Chemisches Institut

Antrag auf Förderung aus dem zentralen Qualitätssicherungsfonds der Universität Heidelberg: Projektbeschreibung

Antragsteller: R. Klingeler (Physik), D. Lattard (Geowissenschaften), U. Bunz (Chemie)

1. Titel des Vorhabens

Hochauflösendes Laue-Diffraktometer zur Untersuchung von Einkristallen

2. Zusammenfassung

Durch die Aufrüstung einer zurzeit nicht genutzten Röntgenanlage mit einem hochauflösenden Detektorsystem wird ein modernes Laue-Diffraktometer für das Studium und die Lehre in den Studiengängen Geowissenschaften, Chemie und Physik realisiert. Da die Laue-Diffraktometrie eine wichtige experimentelle Methode für alle drei Studiengänge darstellt und entsprechend in deren Curricula verankert ist, verbessert die Maßnahme die Qualität der Ausbildung in allen drei Studiengängen jenseits der Grundsicherung der Lehre. Bislang existiert an der Universität Heidelberg trotz der hohen Bedeutung dieser Methode kein Laue-Diffraktometer. Das neue Gerät wird in den experimentellen Übungen, Praktika und Fortgeschrittenenpraktika sofort eingesetzt. Das Lehrpersonal steht zur Verfügung und das Gerät kann sofort in die vorhandenen Lehrpläne und -veranstaltungen eingebunden werden. Darüber hinaus ist das neue Laue-Diffraktometer ein ideales Gerät zur forschungsnahen Ausbildung der Studierenden im Rahmen von Projektpraktika, Bachelor- und Masterarbeiten. Der gemeinsame Aufbau und die gemeinsame Nutzung des hochauflösenden Laue-Diffraktometers wird sowohl gemeinsame Lehrveranstaltungen als auch interdisziplinäre Forschungsprojekte über die Fakultäts- und Fächergrenzen hinweg anregen bzw. stärken.

3. Ziele und Entwicklungsstrategie

Ziel der Maßnahme ist die Bereitstellung eines hochauflösenden Laue-Diffraktometers für die Ausbildung von Studierenden der Geowissenschaften, Chemie und Physik. Hierzu soll im Institut für Geowissenschaften eine vorhandene ältere Röntgenapparatur mit einem hochauflösenden Detektorsystem für Röntgenstrahlung ausgerüstet werden. Die neue Anlage schließt eine an der Universität Heidelberg existierende Lücke in der praktischen Ausbildung der Studierenden in allen drei beteiligten Studiengängen.

Der Aufbau einer Laue-Kamera erfordert die Anschaffung eines modernen Röntgendetektors inklusive Auswertesoftware, der zusammen mit den vorhandenen Bauteilen (Generator, Röntgenröhre) ein einsatzfähiges und modernes System ergibt. Konkret werden mit der beantragten Maßnahme drei Ziele erreicht:

- Die **Verbesserung der Grundausbildung in den Studiengängen Geowissenschaften, Chemie und Physik**. Die Laue-Diffraktometrie ist in den Curricula als wichtige Methode verankert und das Gerät kann daher sofort in die Grundausbildung eingebunden werden. Das Laue-Diffraktometer wird konkret in der Röntgengrundausbildung im B.Sc.-Studiengang Geowissenschaften sowie in der Röntgenausbildung im M.Sc.-Studiengang (Pflichtveranstaltungen im Schwerpunkt Mineralogie) eingesetzt. Zusätzlich wird ein neuer Versuch im Fortgeschrittenen-Praktikum in der B.Sc.-Ausbildung Physik eingerichtet. Alle Lehrveranstaltungen können auch von Studierenden anderer Fachrichtungen belegt werden.
- Die **Verbesserung der forschungsorientierten Ausbildung** in allen drei Fächern: Das Laue-Diffraktometer ist ideal geeignet, um im Rahmen von Projektpraktika, Bachelor- und

Masterarbeiten durch Studierende eigenständig eingesetzt zu werden. Gerade im Bereich der Projektpraktika und der Bachelorarbeiten existiert bereits jetzt ein Bedarf an zusätzlichen qualifizierten (Abschluss)Themen, der in den kommenden Jahren absehbar ansteigen wird. Die Laue-Methode ist bereits Teil des theoretischen Curriculums in allen drei Studiengängen. Sie ist gleichzeitig von großer Bedeutung für die aktuellen Forschungsarbeiten an den beteiligten Instituten. Das beantragte hochauflösende Laue-Diffraktometer ist daher ein ideales Gerät zur forschungsnahen Ausbildung der Studierenden im Rahmen von Projektpraktika, Bachelor- und Masterarbeiten.

- Die **Verbesserung der Forschungsinfrastruktur** an der Universität Heidelberg. Die Laue-Diffraktometrie ist eine wichtige Methode für die Material-basierte Forschung in der Kristallographie/Mineralogie, der Festkörperphysik und der synthetischen Chemie. Dies unterstreicht nochmals die Notwendigkeit einer praxisnahen Ausbildung am Laue-Diffraktometer und die Möglichkeit, das neue Gerät auch in forschungsorientierten Bachelor- und Masterarbeiten einzusetzen.

4. Beschreibung der Situation / Ist-Stand

Das Laue-Verfahren ist ein fundamentales Verfahren zur Orientierung und Untersuchung von kristallinen Materialien. Es ist einerseits unverzichtbar zum Orientieren von Einkristallen in Forschung und Industrie, andererseits aber auch ein ideales Werkzeug, um im Labormaßstab neue Materialien, Werkstoffe, und Mineralien hinsichtlich ihrer Perfektion, Eindomänigkeit und ihrer kristallinen Güte zu charakterisieren. Zudem nimmt das Prinzip der Laue-Diffraktometrie in den Curricula der Fächer Geowissenschaften, Chemie und Physik eine wichtige Rolle ein. Sie stellt nicht nur an sich eine sehr wichtige experimentelle Methode dar, sondern anhand der Laue-Röntgenbeugung wird auch das außerordentlich wichtige Konzept des reziproken Gitters eingeführt. Die Laue-Methode bildet die Grundlage moderner Verfahren zur Gefügeuntersuchung wie z.B. EBSD (Rückstreuelektronenbeugung). Trotz der hohen Bedeutung der Laue-Diffraktometrie für das Studium und die Lehre in den Geowissenschaften, der Chemie und der Physik existiert an der Universität Heidelberg kein Laue-Diffraktometer.

Die beantragte Aufrüstung einer existierenden, seit einiger Zeit aber nicht genutzten Röntgenanlage¹ vervollständigt daher die praktische Ausbildung der Studierenden in idealer Weise und



Generator und Röntgenröhre des Iso-DebyeFlex 1001 der Fa. Seifert, das zu einem hochauflösenden Laue-Diffraktometer aufgerüstet werden soll. Links: Cu-Röntgenröhre (Feinfokus 60 Cu L). Rechts: Generator, durchstimmbare in 1 kV Schritten. Standort: Mineralogisches Institut.

¹ Die Anlage war Teil eines Debye-Scherrer Diffraktometers und wird seit einigen Jahren nicht mehr verwendet, kann aber wie beschrieben zu einem Laue-Diffraktometer aufgerüstet werden. Vergleichbare Generatoren der Fa. Seifert sind in den letzten Jahren z.B. an der TU München und der RU Bochum zu Laue-Anlagen umgebaut worden.

verbindet diese gleichzeitig mit einem wichtigen Baustein für eine moderne, konkurrenzfähige und interdisziplinär genutzte Forschungsinfrastruktur der beteiligten Material-basierten Institute. Durch den gemeinsamen Aufbau und die gemeinsame Nutzung des hochauflösenden Laue-Diffraktometers werden zudem sowohl gemeinsame Lehrveranstaltungen als auch interdisziplinäre Projekte über die Fakultäts- und Fächergrenzen hinweg gestärkt bzw. realisiert. Das neue Verfahren wird dabei nicht nur sofort in die Lehrkonzepte der drei Studienfächer eingebunden, es existieren auch bereits jetzt schon gemeinsame im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten bearbeitete Projekte, die durch das neue Gerät gestärkt werden. Insgesamt würde durch die beantragte Aufrüstung die Qualität der Lehre an der Universität Heidelberg durch die Einbindung des neuen Laue-Diffraktometers in die praktische Ausbildung von drei Studiengängen erweitert. Den Studierenden wird ermöglicht, die von Ihnen z.T. selbst synthetisierten Einkristalle auch eigenständig hinsichtlich ihrer Kristallinität zu untersuchen und damit zu umfassenderen wissenschaftlichen Aussagen zu gelangen. Abschließend sei erwähnt, dass die praktische Ausbildung in der Einkristall-Diffraktometrie auch eine Voraussetzung ist, um an Großforschungseinrichtungen externe Messungen erfolgreich durchführen zu können. Als Beispiele seien Studien zum Ablauf chemischer Reaktionen durch Laue-Diffraktometrie am Synchrotron oder die Aufklärung struktureller oder magnetischer Ordnungsphänomene mittels elastischer Neutronenstreuung genannt.

5. Arbeitsprogramm zur Zielerreichung

Die Aufrüstung der existierenden Röntgenanlage erfolgt durch ein komplettes Detektorsystem, welches digitale Datenaufnahme in Laue-Rückstreugeometrie erlaubt. Der Detektor basiert auf einem modernen CCD-Kamerasystem, mit dem entweder Echtzeitzeitaufnahmen mit reduzierter Auflösung oder hochauflösende Aufnahmen bei längerer Belichtungszeit möglich sind. Zur Orientierung der Proben dient ein manuelles Goniometer sowie eine Auswertesoftware. Die weiteren Umbauarbeiten werden aus Kostengründen durch die beteiligten Institute selbst durchgeführt.

6. Zeit- und Finanzplanung

6.1 Zeitplanung

Der Detektor kann unmittelbar nach der Bewilligung beschafft und das vorhandene Diffraktometer in einem Zeitraum von ca. 6 – 8 Wochen aufgerüstet werden. Die weiteren Umbaumaßnahmen werden mit etwa 4 Wochen veranschlagt, so dass nach TÜV-Abnahme das Gerät ca. 4 Monate nach Bewilligung für den Lehr- und Übungsbetrieb zur Verfügung stehen wird. Die beteiligten Institute werden bei der Aufrüstung eng zusammenarbeiten, wobei federführend Dr. Burchard (Geowissenschaften), Dr. Melzer (Chemie/CAM) und Prof. Klingeler (Physik/KIP) die Arbeiten anleiten werden. Gleichzeitig steht mit den genannten Personen bereits erfahrenes Lehrpersonal für die Anleitung der Studierenden zur Verfügung, so dass sofort die Einbindung in den Lehrbetrieb erfolgen kann. Für das Fortgeschrittenenpraktikum der Physik stehen mit C. Neef und A. Ottmann ebenfalls bereits Personen zur Verfügung, die in kommenden Jahren als FP-Versuchsbetreuer zur Verfügung stehen werden.

6.2 Finanzplanung

Ein Angebot der Fa. Photonic Science liegt bei. Die Kosten von 40.624,22 € (34.138,00 € Netto) ist für ein Laue-Diffraktometer sehr niedrig und in der Tatsache begründet, dass ein existierendes Röntgensystem des Instituts für Geowissenschaften genutzt und aufgerüstet wird und somit die Kosten für ein Komplettsystem (ca. 91.650,- €) mehr als halbiert werden können. Zudem werden weitere Umbauarbeiten durch die beteiligten Institutionen selbst durchgeführt werden. Die das Detektorsystem überschreitenden Umbaukosten werden von den Antragsstellern übernommen. Es ist zu betonen, dass dem Detektor die entscheidende

Bedeutung für die Auflösung zukommt, so dass trotz der Kostenersparnis ein hochmodernes und hochauflösendes Diffraktometer für Studium und Lehre zur Verfügung stehen wird.

Der Betrieb des Laue-Diffraktometers wird geringe Folgekosten verursachen, deren Höhe sich nach dem Nutzungsgrad richtet und welche anteilig durch die Nutzer übernommen werden. Dieses Prinzip hat sich bei der gemeinsamen Nutzung von Infrastruktur als sehr tragfähig erwiesen. Wir gehen davon aus, dass durch den Aufbau des Centers for Advanced Materials und weitere Berufungen in der Physikalischen Chemie, der Physik und am CAM der Nutzerkreis noch erweitert wird.

Das hochauflösende Laue-Diffraktometer wird am Institut für Geowissenschaften verortet sein und stärkt damit die Lehr- und Forschungs-Infrastruktur eines eher **kleinen Faches**. Da es **fakultätsübergreifend von drei Fachbereichen** beantragt und eingesetzt werden wird, ist eine dezentrale Finanzierung nicht möglich. Daher bitten wir um eine Finanzierung der Ausrüstung durch den Detektor inkl. Software und Goniometer aus zentralen Qualitätssicherungsmitteln. Gleichzeitig werden wir die o.g. Umbauarbeiten aus eigenen Mitteln durchführen und finanzieren.

Anlage: Angebot *Proposal N°: 06/05/13/1057/DB/Fr_rev1*

Photonic Science

Millham, Mountfield, Robertsbridge, E.Sussex, TN32 5LA
Email: daniel@photonic-science.com

Tel.: +44 (0)1580 881199 Fax: +44 (0)1580 880910
Web site: www.photonic-science.co.uk

LAUE PROPOSAL

Photonic Science Proposal N°: 06/05/13/1056/DB/Fr

6 May 2013

To the attention of Prof. Dr. Rüdiger Klingeler
Kirchhoff Institute for Physics
Im Neuenheimer Feld 227, D-69120 Heidelberg

High resolution orientation Laue system Laue Proposal

This proposal concerns the delivery of:

- A system allowing unique live digital backscattered LAUE diffraction pattern recording. It features a 6.2mm centre hole that allows the X-ray beam to pass through the camera system and hit the crystal. **The camera allows live exposure (at the expense of resolution) as well as extended exposures (at full resolution)** up to minutes thanks to fast read out and very low noise operation
- Includes collimation down <1mm beam size
- Includes a high sensitivity / high resolution detector with low noise CCD read out
- Includes a manual goniometer for sample orientation
- Includes an automatic software orientation for known crystal structures
- Final acceptance tests.
- Quality Assurance documents for the completed device with copies of all quality control checks and intermediate test results.
- Service and warranty for a period of 12 months from delivery.

Photonic Science

Millham, Mountfield, Robertsbridge, E.Sussex, TN32 5LA
Email: daniel@photonic-science.com

Tel.: +44 (0)1580 881199 Fax: +44 (0)1580 880910
Web site: www.photonic-science.co.uk

LAUE PROPOSAL

Photonic Science Proposal N°: 06/05/13/1056/DB/Fr

6 May 2013

To the attention of Prof. Dr. Rüdiger Klingeler
Kirchhoff Institute for Physics
Im Neuenheimer Feld 227, D-69120 Heidelberg

1. Detector

PSL detector includes deep cooled very low noise CCD read out allowing on chip pixel addition for increased sensitivity at the expense of resolution.

Photonic Science CCD Laue X-ray Imaging camera

- Active input area of approx. 155 (h) x 105 (v) mm (approx.) imaged on the sensor
- Minimum input pixel size of 83 μ square, 1867 x 1265 pixels
- Selectable exposure from 1ms to minutes
- On chip pixel addition allowing increased sensitivity at the expense of resolution
- Automatic background subtraction mode
- 16-bit high precision acquisition mode
- 12-bit fast preview mode
- Pre collimation and shutter adapter to Seifert Xray source
- Post Collimation down <1mm
- Feet allowing fine positioning of the camera onto the Seifert Xray source

Sample / beam alignment

- Pointer directly mounted onto the Laue detector allowing reproducible sample distance. Scintillator on a glass plate allowing quick check beam position.

2. Acquisition / Laue image processing & orientation

PSL offers a pre configured acquisition PC which allows image acquisition / display using integration periods down to few seconds range. Images are transferred to the PC via Gigabit Ethernet interface where it is displayed and saved as TIFF / BMP / JPEG formats. PSL acquisition software allows programmable sequences.

PSL orientation software displays sample orientation over a pre defined reference image acquired from a reference sample. Standard 0.1-0.2 degree accuracy can be achieved using non characteristic diffraction spots.

Crystal orientation software

- Imports BMP / JPEG format, allows crystal orientation down to 0.2 degree accuracy from known crystal structures and sample distance.

PSL pre configured data acquisition system with PSL software for Windows 7 64-bit OS giving end user control of:

- Exposure from 1ms to minutes
- On-chip pixel addition from 1 x 1 to 8 x 8 for the CCD read out User selectable automatic background subtraction mode.

Photonic Science

Millham, Mountfield, Robertsbridge, E.Sussex, TN32 5LA
Email: daniel@photonic-science.com

Tel.: +44 (0)1580 881199 Fax: +44 (0)1580 880910
Web site: www.photonic-science.co.uk

LAUE PROPOSAL

Photonic Science Proposal N°: 06/05/13/1056/DB/Fr

6 May 2013

To the attention of Prof. Dr. Rüdiger Klingeler
Kirchhoff Institute for Physics
Im Neuenheimer Feld 227, D-69120 Heidelberg

**PSL pre configured data acquisition system with PSL software for Windows 7 64-bit OS
giving end user control of (continued)**

- 16-bit acquisition mode with user selectable noise quality level Fast 12-bit readout mode allowing live exposure with pixel addition mode for quick alignment.
 - Intel® I5® 2400 Processor (3.1GHz, 1333MHz, 6MB cache)
 - 20inch monitor
 - 4096MB 1333MHz Dual Channel DDR2 SDRAM
 - 500GB (7200rpm) Serial ATA3 Hard Drive
 - 16x DVD +/- RW Drive
 - Gigabyte Ethernet interface, 4.5 meters cable
- 3. Manual goniometer assembly (1002 + 408)**
- Manual goniometer head: 64mm height, 2 axis of rotation Rx / Ry: +/- 20 / +/-17 degrees amplitude and 0.1 degree accuracy respectively, X/Y displacement: +/-5mm, Z displacement: 2.5mm (for crystals max. 30 x 30 mm), incl. 2 crystal holders, adjustment point, and adjustment spanner.
 - 360 degree rotation base: 80mm diameter with goniometer head support and hand knob: 0.002degree accuracy.
 - Pre alignment of the source / Laue detector / goniometer onto a rail
- 4. Onsite installation and training**
- 1 and 1/2 day onsite installation, 1/2 day training.

TOTAL items 1 to 4: Price to Univ Heidelberg : 34,138.00 EUR

Photonic Science

Millham, Mountfield, Robertsbridge, E.Sussex, TN32 5LA
Email: daniel@photonic-science.com

Tel.: +44 (0)1580 881199 Fax: +44 (0)1580 880910
Web site: www.photonic-science.co.uk

LAUE PROPOSAL

Photonic Science Proposal N°: 06/05/13/1056/DB/Fr

6 May 2013

To the attention of Prof. Dr. Rüdiger Klingeler
Kirchhoff Institute for Physics
Im Neuenheimer Feld 227, D-69120 Heidelberg

Sales conditions

Validity: Valid 3 months
Delivery: Typical current lead time 6 - 8 weeks ARO.
Price: **Includes shipping and transportation cost, onsite installation and training, excludes VAT.**
Payment Terms: 30 days
Documentation: electronic copy for the hardware and software installation and operation, pre installation.
Warranty: 12 months parts and labour from date of delivery.

Daniel BRAU

Authorised By _____
Daniel BRAU - Sales & Marketing Director,
On behalf of Photonic Science Ltd