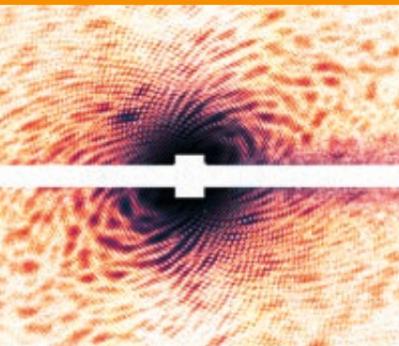


## [SQS|2195] EXPERIMENT TITLE: IMAGING NANOSTRUCTURES IN SUPERFLUID HELIUM DROPLETS

WISSENSCHAFTLERIN (SCIENTIST): **DR. DANIELA RUPP**, MAX-BORN-INSTITUTE BERLIN FOR NONLINEAR OPTICS AND SHORT PULSE SPECTROSCOPY, JUNIOR RESEARCH GROUP LEADER / ETH ZÜRICH, PHYSICS DEPARTMENT, ASSISTANT PROFESSOR. NATIONALITY: GERMAN

LEITER DER EXPERIMENTIERSTATION SQS (SQS LEADING SCIENTIST): **DR. MICHAEL MEYER**



\_\_\_Eine neue Struktur bildet sich innerhalb des suprafluiden Heliumtröpfchens und zeigt sich in den komplizierten Mustern des Beugungsbilds.

\_\_\_A novel structure forms within the superfluid helium droplet and reveals itself in the intricate patterns of the diffraction image.

### ZUR FORSCHUNG

**DANIELA RUPP UND IHRE KOLLEGEN** nutzen die intensiven Röntgenpulse des European XFEL, um die Entstehung und Dynamik von Nanostrukturen zu erforschen. Bei European XFEL untersuchte sie Cluster und deren Wachstum unter den extremen Bedingungen in winzigen Heliumtröpfchen.

### THE RESEARCH

**DANIELA RUPP AND HER COLLABORATORS USE** the intense X-ray pulses produced by free-electron lasers such as European XFEL to study the formation and dynamics of nanostructures. During her experiment, she studied clusters inside helium nanodroplets to understand their growth under extreme conditions.

„DIE NUTZERGEMEINSCHAFT UNTERSTÜTZT NEUEINSTEIGER, INDEM SIE SIE AN EXPERIMENTEN TEILNEHMEN LÄSST.“

“THE COMMUNITY SUPPORTS NEWCOMERS BY LETTING THEM JOIN EXPERIMENTS.”

### \_\_\_Wie sind Sie zur Forschung mit Röntgenstrahlung gekommen?

Als Studentin hatte ich die Möglichkeit, an einem Experiment am DESY-Freie-Elektronen-Laser FLASH teilzunehmen. Dabei konnten wir die ersten Streubilder von einzelnen Nanopartikeln aufnehmen. Das hat mich fasziniert. Die die Schönheit der Muster hat mich seither nicht mehr losgelassen.

### An welchem Experiment arbeiten Sie jetzt hier?

Wir arbeiten hier in einem Team mit Kollegen von der TU Berlin, von der Uni Aarhus, der University of Southern California und der Uni Rostock. Gemeinsam mit Rico Tanyag, Anatoli Ulmer, Thomas Möller, Andrey Vilesov, Thomas Fennel, Karl-Heinz Meiwes-Broer und anderen untersuchen wir nanometergroße Heliumtröpfchen, in denen wir winzige Cluster und Mikrostrukturen wachsen lassen. Die Heliumtröpfchen sind sehr speziell: Sie sind so kalt, dass sie einen seltsamen, superfluiden Zustand annehmen. In diesem Zustand erfahren eingelagerte Atome keine Reibung innerhalb der Tröpfchen und können besondere Nanostrukturen bilden, die man auf keinem anderen Weg erhalten kann. Die Streuung mit Röntgenlaserlicht macht diese Strukturen und den Prozess ihrer Bildung sichtbar. Es ist eine einzigartige Methode, das Wachstum unter diesen sehr extremen Bedingungen zu untersuchen.

### \_\_\_How did you become interested in X-ray science?

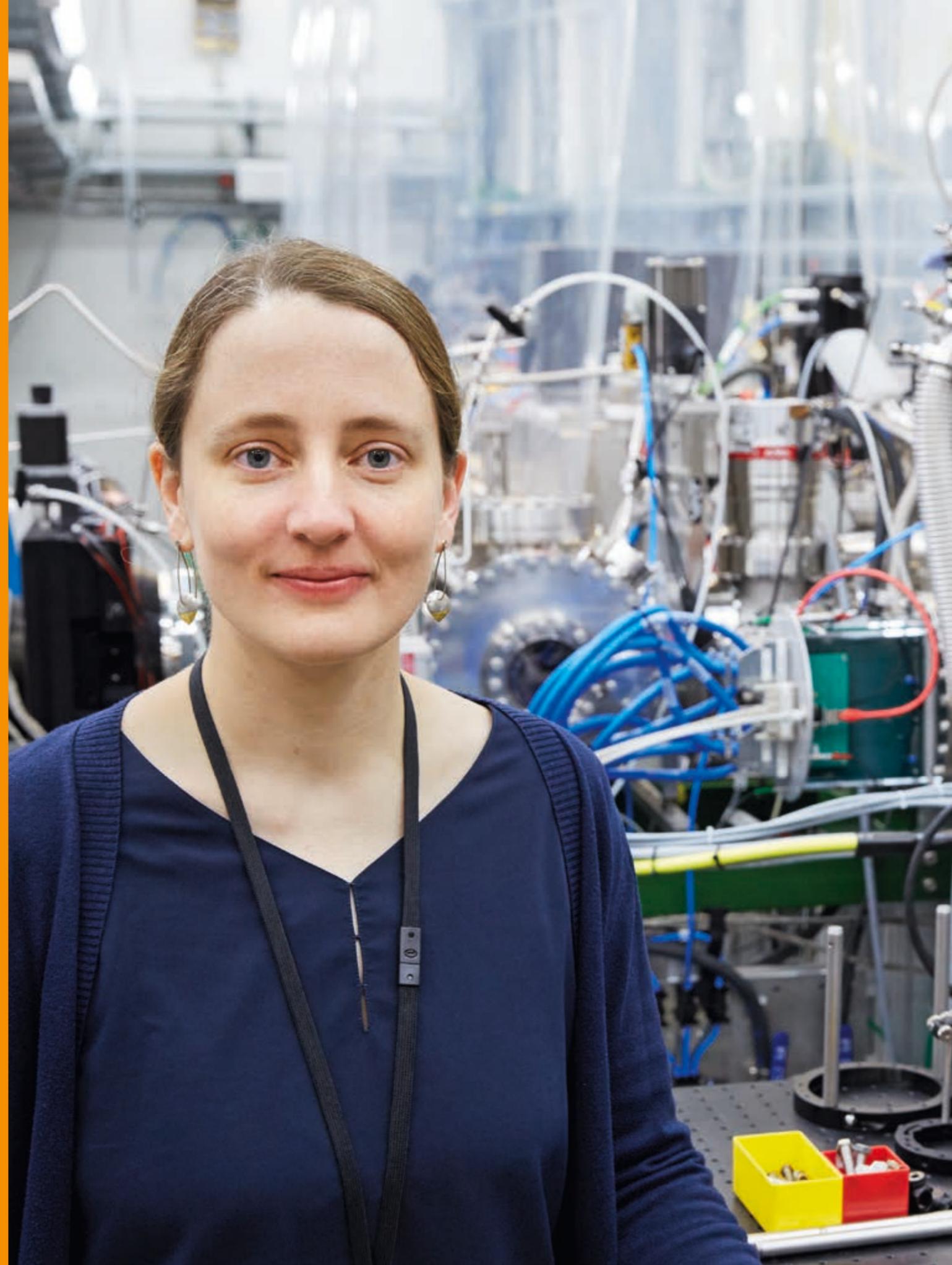
As a student, I had the chance to join an experiment at FLASH, DESY's free-electron laser. In this experiment, coherent diffraction images of single nanoparticles in free flight were taken for the first time ever. That was where my fascination started. I was intrigued by the beautiful patterns and I got hooked!

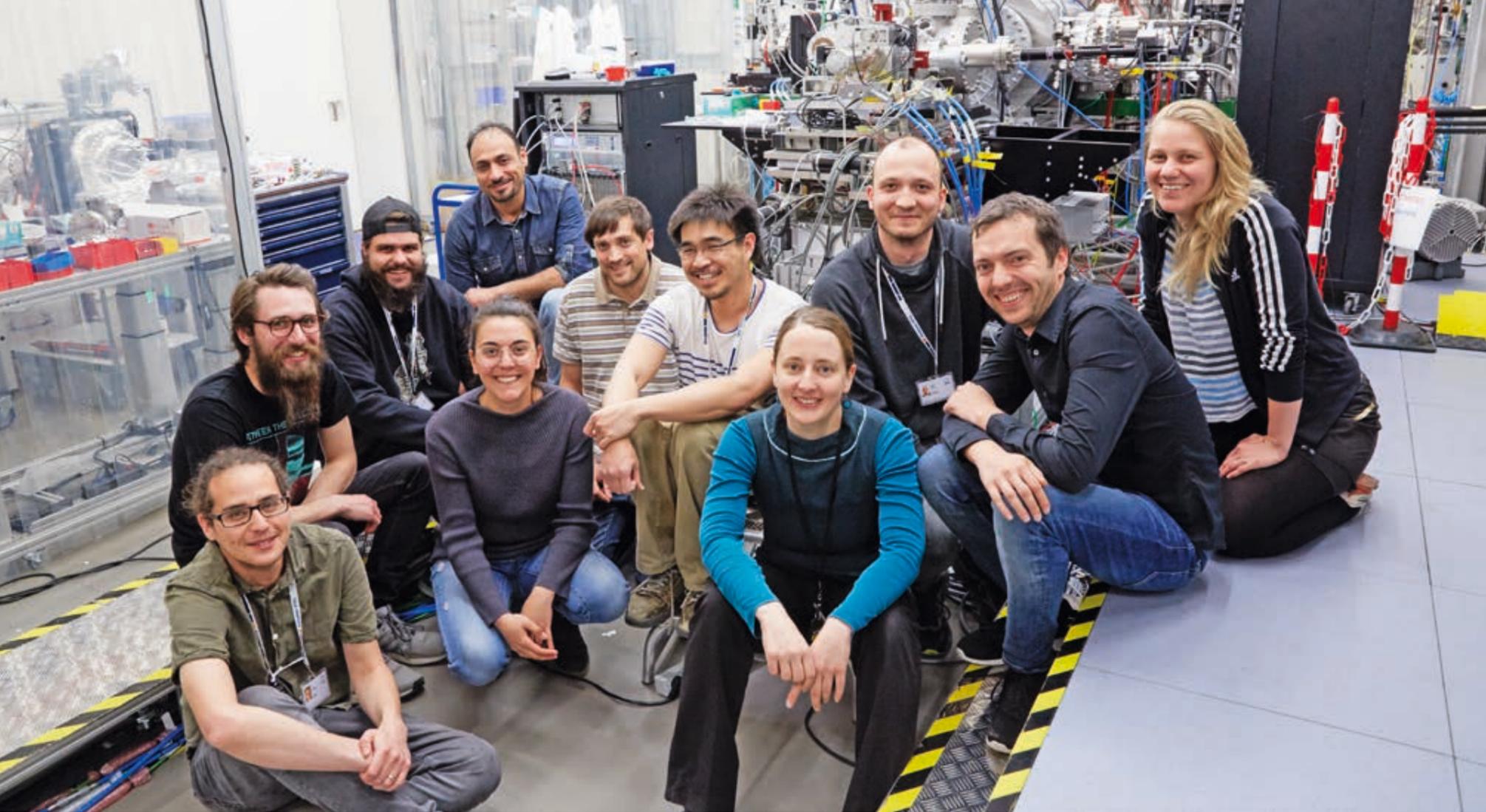
### What is your current experiment about?

We teamed up with colleagues from the TU Berlin, the University of Aarhus, the University of Southern California, the University of Rostock. The collaboration built around Rico Tanyag, Thomas Möller, Andrey Vilesov, Thomas Fennel, Karl-Heinz Meiwes-Broer, Henrik Stapelfeldt, and myself, is studying helium nano-droplets with tiny clusters and microstructures that grow inside them. The helium droplets are very special, so cold that they turn into a strange, superfluid state. In this state, the embedded atoms experience no friction inside the droplets and can assemble in special ways, forming nanostructures that cannot be created in any other way. Coherent diffraction imaging with the XFEL makes the structures and the process of their assembly visible. It's a unique method to study growth under these very extreme conditions.

### What kind of materials do you put into the droplets?

We use different materials. Each behaves differently inside the droplet, depending on their properties, for example on the





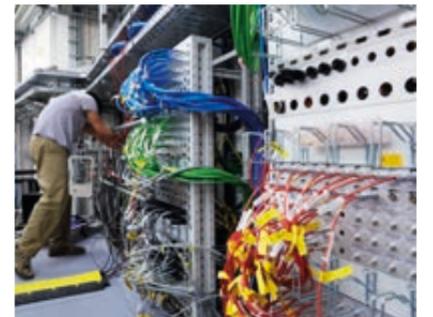
\_\_Damit die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Experiment präzise steuern können, muss alles richtig verkabelt sein. Auch am hochkomplexen European XFEL ist Handarbeit gefragt. Daniela Rupp diskutiert mit ihrem Team im Kontrollraum über das Experiment.

\_\_In order for the scientists to precisely steer the experiment, everything needs to be correctly wired. Even the highly complex European XFEL requires some manual work. Daniela Rupp discusses the experiment with her team in the control room.



\_\_Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Frühschicht haben sich an der Experimentierstation versammelt.

\_\_The scientists from the early shift gather together at the experiment station.



### Welche Arten von Materialien enthalten die Tröpfchen?

Wir verwenden verschiedene Materialien. Alle verhalten sich in den Tröpfchen unterschiedlich, je nach ihren Eigenschaften, wie beispielsweise in der Art und Weise, wie sich Bindungen bilden. Einige Materialien bilden kleine Cluster oder Nanodrähte. Andere bilden sehr seltsame Strukturen, Magnesium beispielsweise so etwas wie einen Schaum. Und auch Moleküle und Biomoleküle formieren sich in den Tröpfchen in anderen, ungewöhnlichen Anordnungen. Hier am European XFEL wollen wir untersuchen, welche Strukturen entstehen, wie sie sich ausbilden und wie wir das Ergebnis beeinflussen können.

### Was wird für so ein Experiment am European XFEL benötigt?

Wir brauchen sogenannte weiche Röntgenstrahlung in Form hochintensiver Blitze. Damit erreichen wir die

Auflösung, mit der wir die einzelnen Partikel erkennen können. Für diese Art von Forschung bietet die SQS-Experimentierstation einzigartige Voraussetzungen, auch durch die Kombination von Detektoren, wie beispielsweise der pnCCD-Kamera.

### Welche Anwendungen gibt es für diese Forschung?

In der Grundlagenforschung ist der Weg zu Anwendungen manchmal etwas weiter, aber es geht in diese Richtung. In unserer Forschungskollaboration überlegen wir, wie wir mit Hilfe der Heliumtröpfchen erreichen können, dass sich beispielsweise eine bestimmte Seite eines Moleküls mit einem anderen Molekül verbindet. Auf diese Weise könnte man beeinflussen, wo die chemische Bindung geknüpft wird, und dann versuchen, die Moleküle so zu bauen, wie man sie haben möchte. Das zu können, hätte beispielsweise für die Lebenswissen-

schaften und bei der Entwicklung von Nanomaterialien sehr viel Potenzial. Die neuen Möglichkeiten am European XFEL werden mit Sicherheit auch weitere Nutzergruppen anziehen, die an Anwendungen arbeiten.

### Ist es für neue Nutzer schwierig, in die Forschung mit Röntgenlasern einzusteigen?

Es ist eine Herausforderung, aber die Kolleginnen und Kollegen mit Erfahrung unterstützen Neueinsteiger, indem sie sie an Experimenten teilnehmen lassen. Das ist der beste Weg, um zu sehen, wie es läuft. Das SQS-Team hat sich beispielsweise von Anfang an darum bemüht, neuen Gruppen den Zugang zu ihrer Experimentierstation zu ermöglichen und sie mit einzubinden. Auf diese Weise sind die Leute gut vorbereitet. Wenn sie sich dann mit eigenen Forschungsvorhaben bewerben, haben sie bessere Chancen auf Strahlzeit und auf erfolgreiche Experimente.

binding mechanisms involved. Some form small clusters or rods. Magnesium, for example, forms very strange structures, something like a foam. Molecules may arrange in another, different way. Here at European XFEL, we want to see how those materials are growing together, what structures they form, and how we can influence structures and processes.

### Why do you need to do this experiment at European XFEL?

We need soft X-ray wavelengths in extremely bright flashes to have the resolution to see the individual particles. The SQS instrument, where we are doing this experiment, is crucial for our research as it combines all the setups and detectors, such as for example the pnCCD camera, for the type of experiments we want to do.

### What about applications?

In fundamental research, applications are often still a way off, but it will be going in this direction. In our collaboration we are for example thinking about aligning mole-

cules within helium droplets and thus guiding which side of the molecule will attach to another. This way, you could influence where the chemistry happens and therefore try to build molecules as you want them. This would be very relevant for life sciences and the development of nanomaterials. The new possibilities of the European XFEL will certainly also attract new user groups and communities working towards applications. **Is it difficult for new user groups to start XFEL science?**

It is a challenge, but the community supports newcomers by letting them join experiments. That is the best way to see how things work. For example, from the very beginning, the SQS group really made a great effort to get new groups interested in the research capabilities of the instrument. This way people are well prepared when they later apply to do their own experiments, have a better chance of being granted beamtime at European XFEL and to carry out successful experiments.

