

NEWS WISSENSCHAFT

## Dank ultraschneller Spektroskopie neue Einblicke in den Energiefluss im Halbleiter

21. JANUAR 2026

[Home](#) > News > **Dank ultraschneller Spektroskopie neue Einblicke in den Energiefluss im Halbleiter**

Ein Forschungsteam der Universität Basel unter der Leitung von Prof. Dr. Ilaria Zardo hat erstmals in bisher unerreichter Detailgenauigkeit beobachtet, wie Energie in einem Halbleitermaterial nach der Anregung mit extrem kurzen Laserpulsen weiterfließt. Da Halbleiter als Grundlage moderner Elektronik in Geräten wie Smartphones oder Laptops allgegenwärtig sind, bildet das Verständnis dieser Energieflüsse eine entscheidende Basis für die Entwicklung effizienterer elektronischer Bauteile und Computerchips.

Im Inneren dieser Materialien lösen Licht oder elektrische Spannung eine Kettenreaktion aus: Die angeregten Elektronen setzen das Atomgitter in Bewegung, wodurch kollektive Schwingungen – sogenannte Phononen – entstehen. Diese Gitterschwingungen stehen in ständiger Wechselwirkung mit den Elektronen und untereinander, wobei sie maßgeblich bestimmen, wie sich Energie und Wärme im Material ausbreiten. Dieses Wissen ist von großer Bedeutung, da die Kontrolle dieser Schwingungen darüber entscheidet, wie effizient Energie genutzt wird und wie stark sich ein Material erhitzt.

Durch die nun am Halbleiter Germanium durchgeföhrten Messungen gewinnen die Forschenden detaillierte Einblicke in die Mechanismen des Energieverlusts und der Überhitzung. Diese Erkenntnisse ermöglichen es, gezielt neue Materialien und Geräte zu entwerfen, die sich weniger stark erwärmen, schnellere Erholungszeiten aufweisen und präziser auf äußere Reize reagieren.

## Energiefluss nach ultrakurzer Anregung

Das Team hat eine innovative Technik entwickelt, die präzise Messungen der Bewegungen und des Energieaustauschs von Elektronen und Phononen ermöglicht. Die Untersuchung erfolgt nach einer Anregung durch ultrakurze Laserpulse mit einer Dauer von lediglich 30 Femtosekunden. Durch diesen Ansatz konnten die Forschenden detailliert aufzeigen, wie die Energie innerhalb des Kristallgitters fließt, übertragen und letztlich in Wärme umgewandelt wird.

Dr. Grazia Raciti erläutert: „Durch die Kombination von zwei Spektroskopie-Methoden ist es uns erstmal gelungen, in Echtzeit zu beobachten, wie die Energie Schritt für Schritt vom elektronischen System auf das Gitter übergeht. Zudem können wir beobachten wie sich die Frequenz, Intensität und Dauer der Gitterschwingungen nach der Anregung zeitlich verändern“.

## Analyse atomarer Gitterdynamik

In der experimentellen Forschung kommen zwei spezialisierte Verfahren zum Einsatz, um die Dynamik von Atomgittern zu untersuchen: Während die zeitaufgelöste Raman-Spektroskopie kleine Veränderungen in den Schwingungen des Gitters misst, analysiert die transiente Reflexionspektroskopie, wie sich das Lichtverhalten unmittelbar nach einer kurzen Anregung verändert.

Die besondere Schwierigkeit dieser Messungen liegt in der extremen Kürze der Zeitintervalle und der minimalen Stärke der Signale. Über einen Zeitraum von 48 Stunden wird das System im Mikrosekundentakt durch Laserpulse angeregt, während sich die eigentlichen physikalischen Reaktionen im Pikosekundenbereich vollziehen. Um diese Dimensionen greifbar zu machen, erläutert Dr. Begoña Abad Mayor: „Wenn wir uns vorstellen, dass die Zeitspanne zwischen zwei Laserpulsen (die eigentlich 1 Mikrosekunde beträgt) zehn Tage dauert, beträgt die Dauer der von uns erfasste Reaktion der Probe in dem Halbleiter nur eine Sekunde.“

Dank der enormen Empfindlichkeit der Methode können die Forschenden Intensitätsschwankungen von weniger als einem Prozent sowie Frequenzänderungen unter 0,2 cm<sup>-1</sup> identifizieren. Diese präzise zeitliche und energetische Auflösung auf atomarer Ebene ermöglicht es erstmals, unterschiedliche Mechanismen des Energieverlusts klar voneinander abzugrenzen. Das Team kombinierte diese Experimente zudem mit komplexen Computersimulationen. Dadurch gelang es ihnen, die physikalischen Prozesse, die den Messergebnissen zugrunde liegen, bis ins kleinste Detail wissenschaftlich nachzuvollziehen.

## Verständnis für Weiterentwicklung erforderlich

Das kombinierte Ergebnis liefert ein detailliertes Bild darüber, wie Energie in dem Halbleiter Germanium nach einer ultraschnellen Anregung verteilt und anschließend wieder abgebaut wird. Laut Ilaria Zardo ist diese Grundlagenforschung von entscheidender Bedeutung für das Verständnis und die Weiterentwicklung moderner Elektronik sowie neuartiger phononischer Bauelemente. Damit legt sie den Grundstein für die Optimierung von Chips, Sensoren und weiteren elektronischen Geräten.

## Quelle

Universität Basel (01/2026)

## Publikation

Grazia Raciti et al.

Unraveling Energy Flow Mechanisms in Semiconductors by Ultrafast Spectroscopy: Germanium as a Case Study

Advanced Science (2026), doi: 10.1002/advs.202515470

<https://doi.org/10.1002/advs.202515470>**DAS PORTAL FÜR LABOR, ANALYTIK UND BIOTECHNOLOGIE**

analytik.de ist ein für Besucher kostenfreies Online-Labormagazin und richtet sich insbesondere an Anwender und Entscheider in Analytik, Labor und Qualitätsmanagement.

## NEWS

Nachhaltigkeit

Produktneuheiten

Wissenschaft

Branchen-News

Labor 4.0

## SOCIAL MEDIA

Coming soon!