

MBI Interner Newsletter

Inhalte
Editorial
Personalinformationen
Betriebsrat
Forschungsergebnisse/Research Highlights
Projekteinwerbung
Allgemeines
EDV/IT

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

Editorial

Liebe MBI Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

Die externe Evaluierung im September wurde in den letzten Ausgaben des Internen Newsletter mehrfach thematisiert. Gleich zu Beginn des neuen Jahres haben die Wissenschaftler des MBI in intensiven Gesprächen und konstruktiven Meetings eine neue Projektstruktur ausgearbeitet und so einen weiteren Meilenstein auf diesem Weg setzen können.

Die neue Projektstruktur des Forschungsprogrammes wurde von 14 auf 10 Projekte zusammengefasst und deren Forschungsinhalte und -ziele im Einzelnen neu aufeinander abgestimmt bzw. weiter optimiert.

Der intensive Meinungs- und Gedankenaustausch der letzten Monate hatte zum Ergebnis, dass die abteilungs- und projektbezogenen Forschungsarbeiten effizienter gebündelt und enger miteinander verzahnt werden. Die dadurch deutlich verbesserte Aufstellung des MBI stärkt das Institut hinsichtlich der Evaluierung und darüber hinaus.

Die neue Forschungsstruktur wird in Kürze in die Finanz- und Haushaltsstruktur übertragen. Die reduzierte Anzahl der Projekte zieht konsequenterweise Veränderungen der verschiedenen Budgets nach sich und verlangt nach weiterem Abstimmungsbedarf in der Verwendung resp. Verteilung der Mittel innerhalb des Instituts.

Frau Kerstin Grundmann und ihr Team arbeiten gegenwärtig an den notwendigen Umstellungs- und Anpassungsarbeiten im SAP als auch in der MBI-Datenbank. Dies führt in nächster Zeit, wie von Frau Grundmann bereits mitgeteilt, zu Beeinträchtigungen der Budgetdarstellung im Intranet. Wir bitten dafür um Verständnis.

Wie in jedem Jahr, stellten die Wissenschaftler am MBI-Tag ihre Investitionsplanungen vor. Die Entscheidung über die einzelnen Bedarfe wird in Kürze getroffen und den Antragstellern mitgeteilt. Es zeichnet sich jedoch bereits ab, dass nicht allen Anträgen entsprochen werden kann, da dies das zur Verfügung stehende Budget sprengen würde. In diesem Sinne ist es erfreulich zu sehen, dass das Drittmittelvolumen im letzten Jahr zunahm. Wir möchten die wissenschaftlichen Teams ermutigen, die Option der Drittmittelfinanzierung weiterhin zu intensivieren.

Für das Direktorium / On behalf of the Direktorium,
Marc Vrakking

Dear members of the MBI,

The start of 2012 has brought us a step closer to the Institute Evaluation that will take place on September 4th and 5th. This very important external evaluation has to be carefully prepared for, and consequently MBI's scientists have in the recent months extensively discussed the main focal points of the MBI research program. The outcome has been the definition of a new project structure, where the number of research projects is reduced from 14 to 10, and where the scope and main research focus of each project has been newly optimized. In the Direktorium we are very happy with the new project structure, since our discussions have, on several occasions, made us realize how we can even further strengthen MBI's research by combining expertise that is distributed in different parts of the institute. In this sense, the new project structure not only prepares us better for the upcoming evaluation, but also for the years ahead.

The new project structure will soon be reflected in the financial management of the institute. There will be noticeable changes here, as the number of separate budgets will – like the number of projects – be reduced, thereby stimulating an active discourse about how the available funds should be used in different parts of the institute. At the moment, Kerstin Grundmann and her team are working hard to adapt the financial administration to the new project structure. We ask for your understanding that in the coming period some services that you are used to may at times not be working optimally, but are confident that, once completed, the new financial structure will help us to shape MBI the way that we would like to.

On the topic of finances, MBI's researchers presented their budgetary needs to each other on the "MBI-day" (February 14th). Decisions about which budget requests can be satisfied (and which cannot) will shortly be forthcoming. It already seems very clear, though, that the funds that are available from the institutional budget cannot provide everything that is needed for MBI's research. In this context it is gratifying to see that within the last year an increase has been observable in newly-acquired third-party projects, and accordingly, the third-party spending. It is absolutely vital that this upward trend is further continued, and therefore we urge all scientific teams to very seriously consider the options for attracting third-party funding that they may be available. The Direktorium, while doing its own part, will be happy to discuss these options with you.

MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

Personalinformationen

Neue MitarbeiterInnen im Max-Born-Institut

(Stand 07.02.2012)

Dr. Christian Wolff
Wissenschaftler A1
Telefon: n.n.
Email: wolff@mbi-berlin.de
Beginn: 01.02.2012

Prof. Dr. Kurt Busch
Gruppenleiter
Telefon: n.n.
Email: kurt.busch@mbi-berlin.de
Beginn: 01.01.2012

Nils Schuth
Gastwissenschaftler A1
Telefon: 1213
Email: schuth@mbi-berlin.de
Beginn: 12.12.2012

Dr. Fangyu Yue
Gastwissenschaftler C2
Telefon: 1444
Email: yue@mbi-berlin.de
Beginn: 01.12.2012

Dipl.-Phys. Christoph Martens
Doktorand A1
Telefon: n.n.
Email: martens@mbi-berlin.de
Beginn: 01.02.2012

Niels Ligterink
Diplomand A2
Telefon: 09.01.2012
Email: ligterin@mbi-berlin.de
Beginn: 09.01.2012

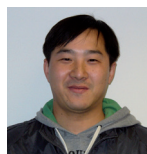
Chantal van Tour
stud./wiss. Hilfskraft C1
Telefon: 1414
Email: tour@mbi-berlin.de
Beginn: 01.02.2012



Ghotbi Masood, Dr.
Ymkje Huismans
Allinger Klaus
Bethge Jens Lutz, Dr.
Buchvarov Ivan, Prof.
Eickhoff Christian, Dr.,
Hilz Peter



Jit, Satybrata, Prof.
Johnsson Per
Kolker Dmitry, Dr.
Leitner Torsten
Panyutin Vladimir,
Rading Linnea
Schreitl Matthias, Dipl.-Ing.
Ter-Avetisyan Sargis, Dr.
Winkler Georg, Dipl.-Ing.
Szyk Lukasz, Dr.
Wagner Stefanie
Liebich Wilfried
Winterfeld Michael
Groß Torsten



Ausgeschiedene MitarbeiterInnen

(Stand 07.02.2012)

Wissenschaftler A3
Wissenschaftlerin A2
Gastwissenschaftler, B1
Gastwissenschaftler, C2
Gastwissenschaftler, A3
Gastwissenschaftler, A1
Gastwissenschaftler, B1
Gastwissenschaftler, C2
Gastwissenschaftler, A2
Gastwissenschaftler, A3
Gastwissenschaftler, A2
Gastwissenschaftler, A3
Gastwissenschaftlerin, A2
Gastwissenschaftler, A3
Gastwissenschaftler, B1
Gastwissenschaftler, A3
Doktorand, C1
Diplomandin
Techniker, B3
Physiklaborant
stud./wiss. Hilfskraft

Habilitationen/Abgeschlossene Dissertationen/ Master- & Diplomarbeiten

S. Wagner

Zwei-Photonen Photoemission an molekularen Schichten
Diplomarbeit Universität Konstanz

MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

Forschungsergebnisse

Erzeugung von Terahertz Strahlung durch ionisierende Zwei-Farben Femtosekunden Impulse in Gasen

Wissenschaftler des Max Born Instituts haben in Zusammenarbeit mit auswärtigen Kooperationspartnern den Grundmechanismus bei der Erzeugung von Terahertz-Strahlung in Gasen theoretisch aufgeklärt, einen experimentellen Nachweis für diesen erbracht sowie Möglichkeiten zur Kontrolle der THz Spektralparameter aufgezeigt.

Als Terahertz-Strahlung ($1 \text{ Terahertz} = 1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz} = 10^{12}$ Schwingungen pro Sekunde) bezeichnet man Licht mit einer extrem großen Wellenlänge von ungefähr 0.3 mm. Eine Frequenz von 1 THz ist ungefähr 50mal größer als die Frequenz, bei der Handys arbeiten. Terahertz-Strahlung findet heute breite Anwendung in der Technik, etwa bei der drahtlosen Datenübertragung oder der Analyse von Materialien. Auch der sog. 'Nacktschanner' an Flughäfen benutzt THz-Strahlung zum Durchleuchten von Gegenständen. In der Forschung werden THz-Impulse extrem kurzer Dauer verwendet, um grundlegende Eigenschaften von Festkörpern und Flüssigkeiten zu untersuchen, z.B. den Ladungstransport und den elektrischen Widerstand.

Diese Untersuchungen erfordern die Erzeugung kurzer THz-Blitze, wofür man die Ionisation von Gasen durch ultrakurze Laserimpulse ausnutzen kann. Unter den verschiedenen Quellen zeichnet sich die THz Erzeugung mittels Zwei-Farben Femtosekunden Impulse in einem Gas durch hohe Feldstärken (bis in den MV/cm-Bereich) und große Spektralbreiten (bis oberhalb von 100 THz) aus. Obwohl bereits im Jahre 2000 entdeckt und inzwischen in vielen Arbeiten untersucht und angewandt, wird der Grundmechanismus ihrer Entstehung in der Literatur immer noch kontrovers diskutiert. Anfangs durch Gleichrichtung (rectification) infolge der Nichtlinearität dritter Ordnung in Gasen interpretiert, wurde später die THz Erzeugung mit der Entstehung eines Plasma Stroms im Zwei-Farben Laserfeld in Verbindung gebracht. Unsere theoretische Untersuchung [1] und die damit im Zusammenhang stehenden Experimente am MBI [2] zeigten, dass die THz-Ausstrahlung untrennbar mit dem stufenförmigen Anwachsen der Plasmadichte bei der Tunnelionisation nahe den Maxima der Feldstärkeamplitude der Pumpimpulse zusammen hängt, wodurch ionisierte Elektronen in einer zeitlichen Folge diskreter Ionisationsereignisse im Attosekunden Bereich entstehen, die zur Ausstrahlung von THz Impulsen führt.

Ihr Spektrum wird deshalb durch die Interferenz der Beiträge verschiedener Ionisationsereignisse bestimmt, wodurch sich

Research Highlights

Generation of terahertz radiation by ionising two-color femtosecond pulses in gases

Scientists of the Max-Born-Institute have elucidated theoretically in cooperation with external partners the basic mechanism of the emission of Terahertz radiation in gases, provided an experimental evidence for this and opened new possibilities for the control of the Terahertz spectral parameters.

Terahertz radiation ($1 \text{ terahertz} = 1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz} = 10^{12}$ cycles per second) is light with extremely large wavelength of about 0.3 mm. A frequency of 1 THz is about 50 times higher than the working frequency of cell phones. Nowadays THz radiation finds broad applications, such as for wireless data transfer or for the analysis of materials. Also the full-body scanners at airports use THz radiation for the observations of objects. In research THz pulses of extremely short duration are used for the investigation of basic properties of solids and liquids, e.g. charge transport and electric resistance.

These investigations require the generation of short THz flashes which can be realized by the ionisation of gases with ultrashort light pulses. Among the various THz sources, employing two-color femtosecond pulses in gases provides striking performance in terms of high peak fields (up to the MV/cm range) as well as broad bandwidth (that can exceed 100 THz). Although already observed in the year 2000 and after that studied and applied in many papers, the physical mechanism behind the THz radiation is still controversy discussed in the literature. Initially, this process has been explained by rectification via third-order nonlinearity and later by the plasma current generated by the two-color laser field. Our theoretical study [1] and experiments at the MBI [2] related with this study show that THz generation in gases is intrinsically connected to the optically-induced stepwise increase of the plasma density near the maximum amplitudes of the pump fields due to tunneling ionisation leading to the associated emission of a discrete set of attosecond-scale, ultra-broadband bursts.

The spectrum is therefore determined by the interference of contributions arising from different ionisation events, showing a remarkable analogy to the linear diffraction theory of gratings. Comprehensive (3+1)-dimensional numerical simulations confirmed this model which offers simple explanations for recent experimental observations and opens new avenues for the governing of THz parameters and THz pulse shapes based on temporal control of the ionization events (such as by the frequency offset of the pump pulses) [1].

MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

eine bemerkenswerte Analogie mit der Beugungstheorie von Licht an einem Gitter ergibt. Umfassende (3+1)-dimensionale numerische Computersimulationen bestätigten dieses Modell, das nicht nur eine Erklärung einer Reihe von experimentellen Beobachtungen, sondern gleichzeitig neue Möglichkeiten für die Steuerung der THz Parameter und die Formung gewünschter THz Spektren durch die zeitliche Kontrolle der Ionisationsereignisse (z. B. durch eine Frequenzverstimmung der beiden Zwei-Farben Pumpimpulse) ermöglicht [1].

Die Realisierung von Experimenten am MBI [2] ermöglichte dieses neue Verständnis der THz Ausstrahlung durch experimentelle Beobachtungen zu testen. Die Messungen der THz Spektren zeigten in Übereinstimmung mit (3+1)-dimensionalen Simulationen eine empfindliche Abhängigkeit vom Gasdruck, wodurch sich wichtige Einsichten in den Grundmechanismus der THz Ausstrahlung und dem Einfluss von Ausbreitungseffekten der Pumpwellen ergaben. Dabei spielt eine Plasma-induzierte Blauverschiebung der Pumpimpulse eine Schlüsselrolle bei der Verbreiterung der THz Spektren mit anwachsenden Gasdruck. Dies liefert andererseits eine experimentelle Bestätigung für den oben beschriebenen Mechanismus, wobei die THz Ausstrahlung direkt mit der stufenförmigen Modulation des Ionisationsstroms zusammenhängt.

The implementation of experiments at the MBI enabled to test this new understanding of THz emission directly by experimental observations [2]. The measured strong broadening of the THz spectra with increasing gas pressure has shown, in good agreement with (3+1)-dimensional numerical simulations, a sensitive dependence on the gas pressure enabling important insight into the basic mechanism of THz emission and the prominent role of propagation effects of the pump pulses. Plasma-induced blueshifts of the driving pulses play a key role in the broadening of the THz spectra with increasing pressure, and also deliver an experimental evidence of the above described mechanism in which THz emission is associated with the step-wise modulation of the tunnelling ionisation current.

Veröffentlichungen / References

- [1] I. Babushkin, S. Skupin, A. Husakou, C. Köhler, E. Cabrera-Grenado, L. Berge and J. Herrmann, "Tailoring terahertz radiation by controlling tunnel ionisation events in gases", *New Journal of Physics* 13, 123029 (2011)
- [2] I. Babushkin, W. Kuehn, C. Köhler, S. Skupin, L. Berge, K. Reiman, M. Woerner, J. Herrmann and T. Elsaesser, "Ultrafast spatiotemporal dynamics of terahertz radiation by ionising two-color femtosecond pulses in gases", *Phys. Rev. Lett.* 105, 053903 (2010)

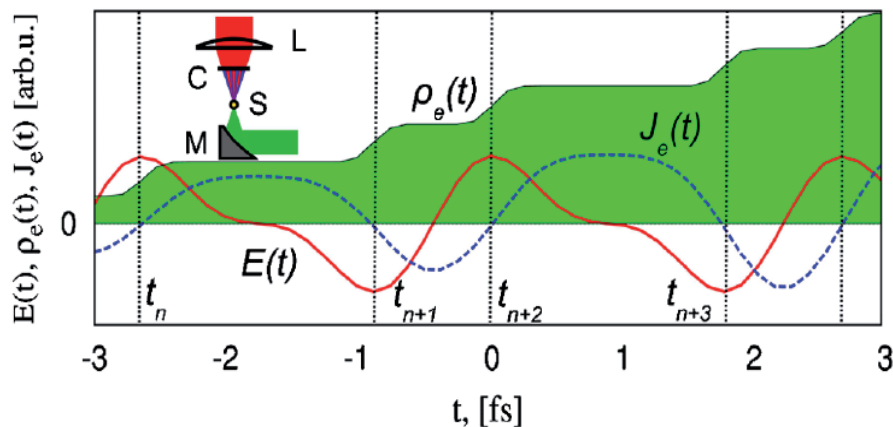


Abb.: Mechanismus der THz Emission. Das zwei-Farben Laserfeld $E(t)$ (rot) erzeugt freie Elektronen durch Tunnelionisation mit einer stufenförmigen Dichtemodulation (grün) nahe den Maxima der Feldamplitude. Dies führt zur Entstehung eines Stromes (blau punktiert), der als Quelle für die THz Emission wirkt. In der Einfügung wird die experimentelle Anordnung gezeigt.

Fig.: The mechanism of THz generation. The two-color field $E(t)$ (red) generates free electrons with a step-wise modulation of the electron density (green) near the field amplitude maximum via tunnelling ionisation. This leads to a current (blue pointed) which acts as a source of THz emission. Inset: scheme of the experimental setup.

Kontakt/Contact: J. Herrmann, Tel.:1278

MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

Forschungsergebnisse

Transientes Emissionsverhalten von Diodenlasern am Leistungslimit

Diodenlaser sind die effizientesten Quellen für das optische Pumpen von Lasern oder optischen Verstärkern. Beim Entwurf von solchen Systemen ist es erstrebenswert, die Anzahl der erforderlichen Pumplaser zu minimieren, die vorhandenen also bei möglichst hoher Leistung zu betreiben. Das widerspricht allerdings dem Streben nach maximaler Systemlebensdauer. Daher ist es für die Suche nach Kompromissen notwendig, das Verhalten solcher Bauelemente bei ultrahohen Leistungen sowie auch das Degradationsverhalten unter diesen Bedingungen zu erforschen.

Das transiente Verhalten des Nahfeldes der Emission (Filamentation) von Breitstreifenlasern wurde untersucht. Die Bauelemente wurden dabei mit 300 ns langen einzelnen Stromimpulsen angeregt, die Emission mit ps-Zeitauflösung mittels Streak-Kamera detektiert. Dabei wurden erstmals Pumpströme verwendet, welche die Laserschwelle um das 50-fache überstiegen. In solchen Strompulsen kommt es zu einer Erwärmung des Wellenleiters des Lasers um etwa 20 K, wodurch sich der Brechungsindex des Wellenleitermaterials um etwa 6×10^{-3} erhöht. Das bewirkt innerhalb des Pulses den kontinuierlichen Übergang von reiner Gewinnführung (d.h. keine laterale Lichtführung) zu hocheffektiver Indexführung des Laserlichtes in einem „thermisch erzeugten“ Wellenleiter. Dementsprechend konnte eine laterale räumliche Verengung des Nahfeldes beobachtet werden sowie die Erhöhung der charakteristischen Frequenz der Filamentation.

Bei weiterer Erhöhung des Pumpstromes kann es sogar zur Zerstörung des Auskoppelspiegels des Lasers kommen, dem „catastrophic optical damage“. Auch dieser Effekt wurde quantitativ erforscht. Die Auswertung der Daten erlaubt dabei sogar die Bestimmung der Geschwindigkeiten der Defektausbreitung in der Ebene des Quantengrabens (lateral und entlang der Laserachse). Dadurch ergibt sich die Möglichkeit des Vergleiches unterschiedlicher Architekturen von Gewinnmedien (Quantengraben-Wellenleiter-Kombinationen) bezüglich dieser Parameter.

Diese Arbeiten wurden von Martin Hempel, Jens W. Tomm und Thomas Elsaesser aus dem Bereich C in Kooperation mit Jayanta Mukherjee von der Universität Surrey (UK), Martina Baeumler und Helmar Konstanzer vom Fraunhofer IAF (Freiburg), Fabio La Mattina und Rolf Broennimann von der EMPA Dübendorf, und Ute Zeimer aus dem FBH durchgeführt. Ein diese Ergebnisse enthaltendes Manuskript wurde am 15.11.11 von AIP Advances ohne Änderungen zur Publikation angenommen. Es zählt zu den am meisten gelesenen Arbeiten in dieser

Research Highlights

Transient emission behavior of diode lasers operating close to their power limits

Diode lasers are the most efficient sources for optical pumping of lasers or amplifiers. For system design purposes one prefers to achieve required pump powers with as few as possible pump diodes. This calls for operation at high powers. Reliability issues, however, prompt the opposite. Thus a trade-off between these antipodal demands must be found and this calls for quantitative knowledge about the processes involved.

The transient behavior of the nearfield (filamentation) of broad area lasers has been investigated with ps temporal resolution. Single current pulses of 300 ns duration have been applied and the spatio-temporal emission behavior is monitored by a streak camera. For the first time, pump currents exceeding the laser threshold by factor of ~ 50 are applied. Under such conditions the diode lasers become heated by ~ 20 K. This heating causes an increase of the refractive index of the waveguide by $\sim 6 \times 10^{-3}$. Consequently the guiding properties are substantially modified, and a gradual turn from pure gain-guided to index-guided operation takes place within the laser pulse. This leads to lateral narrowing of the nearfield and an increased characteristic frequency of nearfield filamentation.

At further increased pump currents even the outcoupling mirror of the devices may suddenly degrade. This effect, called catastrophic optical damage, is also investigated. The data allow determining the lateral and longitudinal (along the laser axis) defect propagation velocities within the plane of the gain medium, namely the quantum well. Different gain media architectures are analyzed and their affinities to defect motion are compared.

Work was carried out by Martin Hempel, Jens W. Tomm, and Thomas Elsaesser, Division C, together with Jayanta Mukherjee of the University of Surrey (UK), Martina Baeumler and Helmar Konstanzer of the Fraunhofer IAF (Freiburg), and Fabio La Mattina and Rolf Broennimann of the EMPA Dübendorf, and Ute Zeimer of the FBH. A recent report with details has been accepted Nov. 15th, 2011 'as it is' for publication in AIP Advances, a new Journal of the AIP. The report belongs to the top downloaded papers; see <http://link.aip.org/link/doi/10.1063/1.3664745>

A more detailed study highlighting the particular aspect of defect creation and motion of defects in published earlier in 2011 in Semiconductor Science and Technology; see <https://iopscience.iop.org/0268-1242/page/Highlights%20of%202011>

This article has been selected by the journal's Editorial Board as a Highlight of 2011.

MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

Zeitschrift, siehe

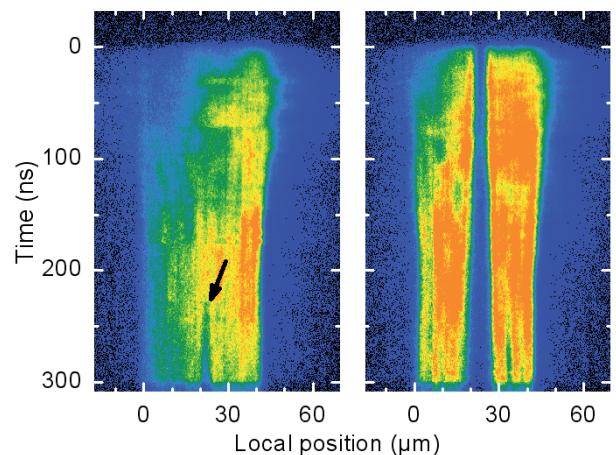
<http://link.aip.org/link/doi/10.1063/1.3664745>

Eine früher im Jahr 2011 in Semiconductor Science and Technology publizierte Arbeit zu diesem Thema, siehe

<https://iopscience.iop.org/0268-1242/page/Highlights%20of%202011>
wurde unlängst vom Editorial Board der Zeitschrift als „Highlight of 2011“ ausgewählt.

Raumzeitliche Entwicklung der Emission einer Laserdiode mit einer Emitterbreite von 50 μm in zwei aufeinander folgenden 10 A Strompulsen von 300 ns Länge. Die laterale Einengung der Emission im Zeitraum zwischen Impulsbeginn und Ende (0-300 ns) ist durch einen thermisch erzeugten Wellenleitereffekt zu erklären. Im ersten Puls (links) tritt der *catastrophic optical damage* Effekt auf (siehe Pfeil). Die Kinetik der Defektausbreitung wird sichtbar. Dieser Effekt setzt sich ab etwa 80 ns nach Pulsbeginn im nachfolgenden Strompuls fort. Diese Zeit ist notwendig um hinreichend Energie zu akkumulieren, damit der Prozess neu gezündet wird.

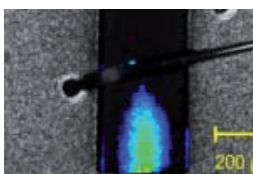
Spatiotemporal evolution of the emission from a diode laser with an aperture width of 50 μm during two subsequent current pulses of 300 ns duration and 10 A amplitude. The lateral narrowing of the emission pattern (from 0 to 300 ns) is caused by thermally-induced index guiding. Within the first pulse (left) *catastrophic optical damage* takes place; see arrow. The kinetics of the widening of the damaged site (at $\sim 22 \mu\text{m}$) is resolved. This continues in the second pulse (right) after about 80 ns. This time is necessary to accumulate sufficient energy in order to re-ignite the process.



Kontakt/Contact:

Jens. W. Tomm, Tel. 1453; email tomm@mbi-berlin.de

<https://iopscience.iop.org/0268-1242/page/Highlights%20of%202011>



Defect evolution during catastrophic optical damage of diode lasers

Martin Hempel, Fabio La Mattina, Jens W Tomm, Ute Zeimer, Rolf Broennimann and Thomas Elsaesser

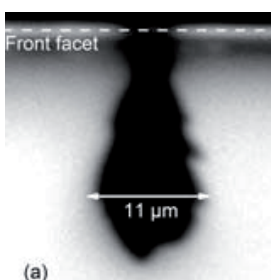
2011 *Semicond. Sci. Technol.* **26** 075020

doi: [10.1088/0268-1242/26/7/075020](https://doi.org/10.1088/0268-1242/26/7/075020)

Tag this article

[Abstract](#) [References](#) [Cited by](#) Full text PDF

http://aipadvances.aip.org/research_highlight_archive



Near-field dynamics of broad area diode laser at very high pump levels

Martin Hempel, Jens W. Tomm, Martina Baeumler, Helmer Konstanzer, Jayanta Mukherjee, and Thomas Elsaesser

At highest output powers, catastrophic optical damage is observed which is studied in conjunction with the evolution of time-averaged filamentary near-field properties. Dynamics of the process is resolved on a picosecond time scale.

AIP Advances **1**, 042148 (2011)

MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

Forschungsergebnisse

Schnelle negative Ionen aus einem Laser-Plasma-Beschleuniger

Auf den ersten Blick scheint die Erzeugung negativer Ionen in einem Laser erzeugten Plasma rätselhaft. Negative Ionen haben mindestens ein Elektron zu viel im Vergleich zur Zahl der Protonen, die das Atom zusammenhalten. Sie sind die instabilsten atomaren Teilchen überhaupt. Andererseits sind in Laser erzeugten Plasmen die elektrischen Feldstärken so riesig, dass neutrale Atome und positive Ionen, also die stabilsten atomaren Teilchen, leicht auseinander gerissen werden. Dennoch wurden in Laser-Plasma Experimenten mit einem Spray-Targetsystem zahlreiche negative Sauerstoff- und kürzlich auch Kohlenstoff- und Wasserstoffionen nachgewiesen. Das Spray-Target (MBI-Patent) ist als Ionenquelle für Laser-Teilchen Beschleunigung interessant, weil bestimmte Quellparameter nur damit realisiert werden können.

Im Experiment bestrahlen intensive (bis zu $5 \times 10^{19} \text{ W/cm}^2$) und bis zu 25 fs kurze Pulse unseres Ti:Saphir Lasers eine etwa 2mm ausgedehnte Spraywolke, die eine Dichte von $\sim 10^{11}$ Tröpfchen pro cm^{-3} hat. Einzelne Tröpfchen mit einem Durchmesser von 150 nm explodieren durch das elektrische Ladungsfeld der positiven Fragmente, die bei der Ionisierung entstehen. Der Laser bohrt einen ionisierten Kanal in die Wolke und erzeugt darin schnelle Ionen, die die Wolke in allen Richtungen verlassen. Hoch geladene positive Ionen, die den kalten ungestörten Teil der Wolke durchqueren, stoßen mit neutralen Atomen und entreißen ihnen Elektronen bis zur Sättigung (Neutralität) oder sogar darüber hinaus. [1]. Dieser Prozess ist so effektiv, dass nahezu gleiche Mengen einfach positiv und negativ geladener Sauerstoffionen gemessen wurden (s/Abb.)

Research Highlights

Fast negative ions from a laser-plasma accelerator

At first glance the generation of negative ions from a laser driven plasma source seems counterintuitive because the interaction of intense laser pulses with matter creates dominantly positive ions and electrons. Negative ions are very fragile and the weakly bound outer electron can be easily removed by strong fields acting in a plasma. Thus, the survival rate of negative ions would be extremely low. Nevertheless, we observed a high number of negative oxygen ions O^{1-} and very recently also C^{1-} and H^{1-} from laser interaction with a specific spray target system (MBI-patent). The obtained low emittance and high peak brightness of the ion beams represent values that are hardly accessible with usual plasma discharge sources used in conventional accelerator technology.

In the experiment an intense (up to $5 \times 10^{19} \text{ W/cm}^2$) 25 fs Ti:Sapphire-laser pulse interacts with a cloud consisting of $\sim 10^{11}$ droplets per cm^{-3} extended over 2 mm. Single droplets have a size of about 150 nm. The laser pulse creates an ionized channel in the cloud and therefore the interaction of the fast ions that leave the cloud becomes possible in two regions. Ions propagating along the laser direction interact mainly with a plasma. Ions with a significant velocity component perpendicular to the plasma channel pass the undisturbed cold part of the spray volume. Only these ion trajectories are seen to generate a negative ion signal such that almost similar branches of O^{1-} and O^{1+} distributions were detected while higher positive charge states are bleached out. (s/fig.)

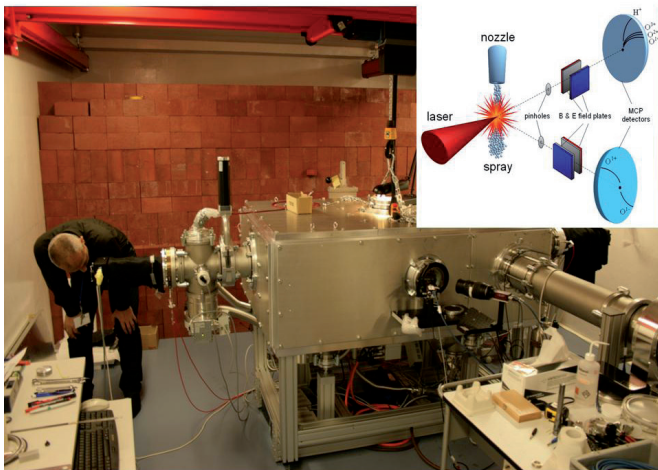


Figure:

Experimental interaction chamber in the Bunker HFL. Insert: Scheme of experiment with creation and detection of fast negative ions .

Abb.:

Experimentkammer im Bunker HFL. Einfügung: Experimentelles Schema mit der Erzeugung und Detektion schneller negativer Ionen.

MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

Dies erklärt nicht nur das Entweichen fragiler negativer Ionen aus dem „Sonnenfeuer“ des Laser-Plasmas, sondern weist den Weg zu neuen Anwendungen und Diagnostiken.

Diese Reaktionen sowie vorhergesagte schnelle neutrale Atome wurden in LASERLAB Kooperationsexperimenten mit der Universität Belfast vermessen. Dabei konnten der neue 100 TW Laser und der 40 TW Laser des MBI mit hoher Schußzahl im neuen strahlengeschützten Labor eingesetzt werden, ohne durch ionisierende Strahlung beim Experimentieren eingeschränkt zu sein.

In order to quantify the reaction processes in detail a new LASERLAB EUROPE campaign with the Queens University Belfast has been started at the end of 2011 and the beginning of 2012. This successful continuation of the previous experiments gives now proof of fast neutrals and data analysis will reveal relevant cross-sections. During this campaign we used the 100 TW and 40 TW laser of the MBI High Field Laboratory in the new Bunker- area which allowed already a large shot number being not limited due to safety issues of secondary ionizing radiation.

[1] S. Ter-Avetisyan et al., Appl. Phys. Lett. 99 (2011) 051501 /1-3

Kontakt/Contact: Matthias Schnürer, tel. 1315
email: schnuerer@mbi-berlin.de



MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

Prof. Dr. Kobayashi joins the MBI.



I feel very happy and a kind of reminiscence to do research in Max-Born-Institute. In the location of Max Born Institute, there was Academy of Science of the former East Germany and I was invited to give a talk in the place by my friends belonging to the Academy much before the unification.

I have been well acquainted with Prof. Thomas Elsaesser for more than 20 years. The first time I met him was in the Technical University of München, which was located in the downtown of München. I visited the group of Profs. Kaiser and Laubereau in the university after IQEC held in München, and Prof. Kaiser introduced a young scientist in his group. This was Thomas Elsaesser and he explained me the research in the group of Prof. Kaiser. Very frequently we met in many international conferences and it was very nice to listen to talks given by him and the members of his group.

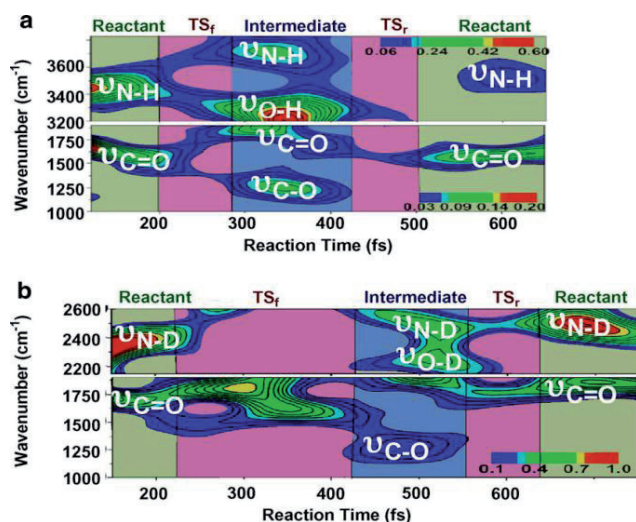
I have been studying time-resolved spectroscopy for almost forty years from the time when I was a graduate student of the University of Tokyo studying in the Institute for Solid-State Physics. At first I started experiment of nanosecond spectroscopy using home-made nanosecond lasers. Using such nanosecond source I studied the relaxation and energy transfer in molecules

and molecular Frenkel exciton systems. On these researches, I got master degree and PhD. Just after getting the degree I started to work in Research Institute of Physical and Chemical Research (Riken) in Saitama Prefecture (the suburb of Tokyo). During the time period between 1977 and 1979 I had been a temporary member of the Technical Staff in Bell Laboratories. In 1980, I joined the Department of Physics, University of Tokyo, as an associate professor and then a full professor. I have been working on ultrafast nonlinear processes and real-time vibrational spectroscopy. I have been studying the ultrafast processes in molecules, polymers, and biological systems using the non-collinear optical parametric amplifier and multi-channel lock-in amplifier.

In 2006 I retired from the Department of Physics of The University of Tokyo and moved to the Department of Applied Physics and Chemistry in the University of Electro-Communications. From 2006, I started to be a chair professor of National Chiao-Tung University and the director of the Advanced Ultrafast Laser Center.

Using the ultrashort pulse lasers and multi-channel deflectors, we are studying ultrafast relaxations of electronic excited states and vibrational dynamics. The real-time observation of molecular vibrational amplitudes helps us to observe the structural change in molecules during ultrafast chemical reactions.

Fig. 1



One example is shown in Fig. 1, which shows the instantaneous vibrational frequency change during the proton transfer in indigo carmine. Actually indigo carmine molecule is well-known to be stable against photoexcitation. We found that the proton transfer in the excited state through the a transition state (TSf) takes place partially to an intermediate it stops to proceed further and come back through another transit on state (TSr) to the original reactant molecule. Since in the group of Prof. Elsaesser, proton transfer is extensively studied by the members including Dr. Nibbering, using several methods including two-dimensional IR spectroscopy, I would like to collaborate with the group using complimentary method of ours.

MBI Interner Newsletter

3. Jahrgang - Ausgabe 6 - 24. Februar 2012

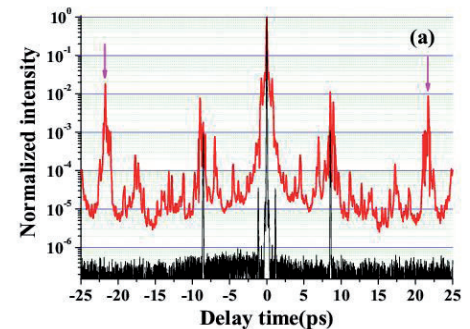
I have another subject to collaborate with the group of Prof. Elsaesser.

We keep doing research of the development of ultrafast lasers. We recently demonstrated for the first time the application of a self-diffraction (SD) process in a bulk Kerr medium to improve the temporal, spectral, and spatial qualities of femtosecond laser pulses. A proof-of-principle experiment succeeded in improving the temporal contrast of a femtosecond pulse by four orders of magnitude even in the picosecond region using a 0.5-mm-thick fused silica glass plate by this technique. The energy conversion efficiency from the incident pulses to the two first-order SD signals is about 12%. By the SD process, a laser pulse with smoother spectral shape, higher beam quality, and shorter pulse duration than those of the input pulse was generated. This technique is expected to be used to design background-free petawatt laser system in the future.

In fig. 2 red and black curves are the intensities of pulse before and after pulse cleaning, respectively. The contrast enhancement by this method is Fig.2 not limited by the extinction of the polarizer being used in a recently extensively used method of cross-polarized wave (XPW), the enhancement of our SD method can reach much better than XPW. I like to utilize this method to improve the efficiency of X ray generation being performed in the group of Prof. Elsaesser.

Contact: Prof. Kobayashi, tel.: 1404 - Email: kobayash@mbi-berlin.de

Fig. 2



Projekteinwerbung

Bereich A

Projektbezeichnung: DFG - RO 2074/7-2

Optisch erzeugte Sub-100-nm-Strukturen für biomedizinische und technische Applikationen

Laufzeit: 01.01.2012 - 31.12.2014

Projektleiter: Dr. Rosenfeld

Geldgeber: DFG

Projektbezeichnung: FUB - MBI Einsteinstiftung

Attosecond Electron Dynamics

Laufzeit: 01.09.2011 - 31.03.2012

Projektleiter: Prof. Vrakking, Dr. Smirnova

Geldgeber: Einsteinstiftung

Projektbezeichnung: DAAD PPP Italien

Projektbezogener Personenaustausch mit Italien - Programm VIGONI - aktuelles Projekt 2010/2011 Passive mode-locking of solid-state lasers around 2 micron

Laufzeit: 01.01.2010- 31.03.2012

Projektleiter: Dr. Petrov

Geldgeber: Stiftung

Projektbezeichnung: DAAD - PPP Frankreich

Charakterisierung von biaxialen nichtlinearen Kristallen,

2j ab 12 Procope

Laufzeit: 01.01.2012 - 31.12.2013

Projektleiter: Dr. Petrov

Geldgeber: Stiftung

Bereich C

Projektbezeichnung: DFG - GR 1782/14-1

Strahlformung mit mikromechanischen Axicons

Laufzeit: 01.01.2012 - 31.12.2014

Projektleiter: Dr. Grunwald

Geldgeber: DFG

Projektbezeichnung: DFG - RE 806/9-1

Ultrafast high-field transport in semiconductors

Laufzeit: 01.02.2012 - 31.01.2015

Projektleiter: Prof. Reimann

Geldgeber: DFG

Projektbezeichnung: CMDS 2012

6th International Conference on Coherent Multidimensional Spectroscopy

Laufzeit: 01.01.2012 - 31.12.2012

Projektleiter: Prof. Elsässer

Geldgeber: DFG