

Forscher sortieren einzelne Lichtquanten mit Höchstgeschwindigkeit

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Nanoschallwelle kontrolliert Photonen auf einem Chip – Meilenstein hin zu hybriden Quantentechnologien

Einem deutsch-spanischen Forscherteam aus Valencia, Münster, Augsburg, Berlin und München ist es gelungen, einzelne Lichtquanten mit höchster Präzision zu kontrollieren. In der Fachzeitschrift „Nature Communications“ berichten die Wissenschaftler, wie sie einzelne Photonen auf einem Chip mithilfe einer Schallwelle gezielt zwischen zwei Ausgängen mit Gigahertz-Frequenzen hin- und herschalten. Diese erstmals gezeigte Methode kann nun für akustische Quantentechnologien oder komplexe integrierte photonische Netzwerke angewandt werden.

Licht- und Schallwellen bilden das technologische Rückgrat moderner Kommunikation. Während Glasfasern mit Laserlicht das weltweite Internet aufspannen, werden Chips für Nanoschallwellen zur drahtlosen Datenübertragung mit Gigahertz-Frequenzen zwischen Smartphones, Tablets oder Laptops verwendet. Eine der drängendsten Fragen für die Zukunft ist daher, wie diese Technologien um Quantensysteme erweitert werden können, um beispielsweise abhörsichere Quantenkommunikationsnetzwerke aufzubauen.

„Lichtquanten oder Photonen spielen bei der Entwicklung von

Quantentechnologien eine ganz zentrale Rolle“, unterstreicht Physiker Prof. Dr. Hubert Krenner, der die Studie in Münster und Augsburg leitet. „Unserem Team ist es nun gelungen, einzelne Photonen auf einem daumennagelgroßen Chip zu erzeugen und dann mit bisher unerreichter Präzision exakt getaktet mit Hilfe von Schallwellen zu kontrollieren.“ Dr. Mauricio de Lima, der an der Universität Valencia forscht und die dortigen Arbeiten koordinierte, ergänzt: „Das Funktionsprinzip unseres Chips war uns zwar für ‚klassisches‘ Laserlicht bekannt. Doch jetzt ist uns mit Lichtquanten der langersehnte Durchbruch hin zu Quantentechnologien gelungen.“

In ihrer Studie fertigten die Forscher einen Chip, der mit winzigen „Leiterbahnen“ für Lichtquanten, sogenannten Wellenleitern, ausgestattet ist. Diese sind zirka 30-mal dünner als ein menschliches Haar. Zusätzlich enthielt dieser Chip Quanten-Lichtquellen, sogenannte Quantenpunkte. Dr. Matthias Weiß von der Universität Münster, der die optischen Experimente durchführte, erläutert: „Diese Quantenpunkte sind wenige Nanometer große Inseln im Inneren der Wellenleiter, die Licht als einzelne Photonen abstrahlen. In unserem Chip sind die Quantenpunkte mit eingebaut und wir müssen einzelne Photonen nicht erst kompliziert mit einer anderen Quelle erzeugen und mit den Wellenleitern koppeln.“ Dr. Dominik Bühler, der im Rahmen seiner Doktorarbeit an der Universität Valencia die Quanten-Chips entworfen hat, weist auf die Schnelligkeit der Technik hin: „Mithilfe der Nanoschallwellen ist es uns möglich, die direkt auf dem Chip erzeugten Photonen mit vorher nicht erreichter Geschwindigkeit während ihrer Ausbreitung in den Wellenleitern zwischen zwei Ausgängen hin und her zu schalten.“

Die Forscher sehen ihre Ergebnisse als einen Meilenstein auf dem Weg zu hybriden Quantentechnologien, da sie drei verschiedene Quantensysteme kombinieren: Quantenlichtquellen in Form der Quantenpunkte, die erzeugten Lichtquanten sowie Phononen, die Quantenteilchen der Schallwelle. Die an der

Universität Valencia entworfenen und am Berliner Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik mit Quantenpunkten der TU München hergestellten hybriden Quanten-Chips übertrafen die Erwartungen des Forschungsteams.

Das internationale Team hat einen weiteren entscheidenden Schritt hin zu akustischen Quantentechnologien gemacht. „Wir arbeiten bereits mit Hochdruck daran, unseren Chip zu erweitern, um den Quantenzustand der Photonen beliebig programmieren zu können oder sogar mehrere Photonen mit unterschiedlichen Farben zwischen vier oder mehr Ausgängen zu sortieren“, blickt Dr. Mauricio de Lima in die Zukunft. Physik-Professor Hubert Krenner fügt hinzu „Hier kommt uns eine einzigartige Stärke unserer Nanoschallwellen zugute. Da diese sich nahezu verlustfrei auf der Chipoberfläche ausbreiten, können wir elegant fast beliebig viele Wellenleiter mit einer einzigen Welle hochpräzise kontrollieren.“

Die Europäische Union hat die Forschungsarbeiten im Doktorandenkolleg ITN SAWtrain im Zuge des Rahmenprogramms „Horizon 2020“ (Marie-Skłodowska-Curie Grant Agreement 642688) gefördert.

Originalveröffentlichung

Dominik D. Bühler, Matthias Weiß, Antonio Crespo-Poveda, Emeline D. S. Nysten, Jonathan J. Finley, Kai Müller, Paulo V. Santos, Mauricio M. de Lima Jr., H. J. Krenner (2022): On-chip generation and dynamic piezo-optomechanical rotation of single photons. Nature Communications 13, Article number: 6998; DOI: 10.1038/s41467-022-34372-9

Weiterführende Informationen

Per Delsing et al. (2019): The 2019 surface acoustic wave roadmap. Journal of Physics D: Applied Physics 52, 353001; DOI: 10.1088/1361-6463/ab1b04

Pressestelle der Universität Münster
Schlossplatz 2, 48149 Münster
pressestelle@uni-muenster.de
+49 251 83-22232 o. -22233

upm – Mediendienst der WWU Münster
<http://www.uni-muenster.de/journalisten/upmabo/>

Links:

- Originalveröffentlichung
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-34372-9>
 - Originalveröffentlichung (share link)
<https://rdcu.be/cZPgX>
 - Video: SAWtrain-Doktoranden erklären SAW-Technologie
<https://youtu.be/H0MJstxNDQM>
 - Arbeitsgruppe von Prof. Krenner an der WWU
<https://www.uni-muenster.de/Physik.PI/Krenner/>
-

Quelle: Pressemitteilung / Pressestelle der Universität
Münster (upm)

Forscher geben neue Einblicke in die Photosynthese

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Pflanzliches Photosystem I zeigt ein bisher unbekanntes Gesicht / Molekulare Untersuchung in höchster Präzision

Die Photosynthese ist die wichtigste Grundlage des Lebens auf der Erde: Hierbei nutzen Pflanzen und einzellige Algen die Energie des Sonnenlichts und wandeln diese in Zucker und Biomasse um. Bei diesem Prozess wird Sauerstoff frei. Pflanzen-Biotechnologen der Universitäten Münster und Stockholm (Schweden) haben die Struktur eines neuen Proteinkomplexes aufgeklärt, der Energieumwandlungsprozesse in der Photosynthese katalysiert. Bei diesem Proteinkomplex handelt es sich um das Photosystem I, welches in Pflanzen als einzelständiger Proteinkomplex (Monomer) bekannt ist. Forscherinnen und Forscher um die Professoren Michael Hippler von der Westfälischen-Wilhelms-Universität (WWU) Münster und Alexey Amunts von der Universität Stockholm zeigten nun erstmals, dass zwei pflanzliche Photosystem-I-Monomere sich als Dimer zusammenlagern können und beschreiben die molekulare Struktur dieser neuartigen molekularen Maschine. Die Ergebnisse, die in der aktuellen Ausgabe der Fachzeitschrift „Nature Plants“ veröffentlicht sind, ermöglichen molekulare Einblicke in den Photosynthese-Prozess in nie zuvor gesehener Präzision. Sie könnten helfen, die Reduktionskraft (also die Bereitschaft, Elektronen abzugeben) des Photosystems I beispielsweise zur Produktion von Wasserstoff als Energieträger in Zukunft effizienter zu nutzen.

Zum Hintergrund: Es gibt zwei Photosynthese-Komplexe, Photosysteme I und II genannt, die bei Licht unterschiedlicher Wellenlänge optimal arbeiten. Die Aufnahme von Lichtenergie in die Photosysteme I und II ermöglicht den Elektronentransport innerhalb der molekularen „photosynthetischen Maschine“ und treibt damit die Umwandlung von Lichtenergie in chemische

Energie an. Dabei werden auch Elektronen vom Photosystem I auf das Protein Ferredoxin übertragen. In Grünalgen kann Ferredoxin bei der Photosynthese entstehende Elektronen auf ein Enzym namens Hydrogenase übertragen, welches dann molekularen Wasserstoff produziert. Dieser molekulare Wasserstoff entsteht also mithilfe von Lichtenergie, wird damit erneuerbar produziert und könnte als zukünftiger Energieträger dienen. Die Wissenschaftler fragten sich: Wie hängt die Produktion von photosynthetischem Wasserstoff mit der strukturellen Dynamik von monomerem und dimerem Photosystem I zusammen?

Die Ergebnisse im Detail

Das Photosystem-I-Homodimer aus der Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii* besteht aus 40 Proteinuntereinheiten mit 118 Transmembran-Helices, die ein Gerüst für 568 Photosynthesepigmente bieten. Mithilfe von kryogener Elektronenmikroskopie zeigten die Forscher, dass die Abwesenheit der Untereinheiten mit den Bezeichnungen PsaH und Lhca2 zu einer Kopf-an-Kopf-Orientierung von monomerem Photosystem I (PSI) und seinen assoziierten Lichtsammel-Proteinen (LHCI) führt. Das Lichtsammel-Protein Lhca9 ist dabei das Schlüsselement für die Vermittlung dieser Dimerisierung.

Die Wissenschaftler definieren in der Studie das genaueste verfügbare PSI-LHCI-Modell mit einer Auflösung von 2,3 Ångström (ein Ångström entspricht dem zehnmillionsten Teil eines Millimeters), einschließlich des flexibel gebundenen Elektronenüberträgers Plastocyanin, und weisen allen Pigmenten sowie 621 Wassermolekülen, die die Energieübertragungswege beeinflussen, die korrekte Identität und Orientierung zu.

Die gentechnisch vermittelte Herunterregulierung der Untereinheit Lhca2 führt im Zusammenhang mit dem Verlust eines zweiten Gens (*pgr5*) zu einer sehr effizienten Wasserstoffproduktion in der Doppelmutante. „Die Abreicherung

von Lhca2 fördert die PSI-Dimer-Bildung, sodass wir daraus ableiten, dass die Hydrogenase bevorzugt photosynthetische Elektronen vom PSI-Dimer abgreift, wie in unseren früheren Arbeiten vorgeschlagen“, betont Michael Hippler. „Die Struktur des PSI-Dimers ermöglicht uns nun durch gezielte gentechnische Eingriffe die Hypothese der verbesserten Wasserstoffproduktion durch das PSI-Dimer zu untersuchen.“

Originalveröffentlichung

Naschberger, A., Mosebach, L., Tobiasson, V., Kuhlger, S., Scholz, M., Perez-Boerema, A., Ho, T.T., Vidal-Meireles, A., Takahashi, Y., Hippler*, M., and Amunts*, A. (2022). Algal photosystem I dimer and high resolution model of PSI:plastocyanin complex. Nature Plants; DOI: 10.1038/s41477-022-01253-4

Weitere Literatur

Ho et al. (2022), DOI: 10.1093/plphys/kiac055; siehe auch PCT Patent Application No. PCT/IL2021/051282 "PHOTOSYNTHETIC MICROALGAE AND USE THEREOF FOR HYDROGEN PRODUCTION"

Links:

- Originalpublikation in Nature Plants
<https://www.nature.com/articles/s41477-022-01253-4>
- AG Prof. Dr. Michael Hippler an der WWU Münster
<https://www.uni-muenster.de/Biologie.IBBP/aghhippler/>

Quelle: Pressemitteilung / Pressestelle der Universität Münster (upm)

Astroseminar beleuchtet kosmische Boten und galaktische Phänomene

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Von Gravitationswellen, Galaxien und Antimaterie: Interessierte sind am 30. September und 1. Oktober an der Universität Münster willkommen

Wer etwas über Gravitationswellen, Galaxien und Antimaterie erfahren möchte, der ist beim 23. Astroseminar am 30. September (Freitag) und 1. Oktober (Samstag) an der Westfälischen Wilhelms-Universität (WWU) Münster genau richtig. Expertinnen und Experten beleuchten in Vorträgen im Hörsaal HS 1 an der Wilhelm-Klemm-Straße 10 allgemeinverständlich aktuelle Ergebnisse, Experimente und offene Fragen der Astrophysik. Interessierte erfahren, was sich alles in den unendlichen Weiten des Alls tummelt: von winzigen Neutrinos bis zur gigantischen Galaxie. Unter anderem geht es um die Frage, was man durch den Blick auf Neutrinos und andere kosmische Boten über den Weltraum lernen kann. Forscherinnen und Forscher der WWU geben Einblicke in ihre Labore und in aktuelle Experimente. Die Teilnahme am Astroseminar ist kostenlos. Eine Anmeldung ist lediglich für die Laborführungen zwingend erforderlich. Um eine unverbindliche Anmeldung auch für die Teilnahme an den Vorträgen wird jedoch gebeten. Weitere Informationen gibt es auf den Webseiten des Astroseminars unter

Links:

- Das Astroseminar an der WWU im Web
<https://www.uni-muenster.de/Physik.Astroseminar/>
-

Quelle: Pressemitteilung / Pressestelle der Universität
Münster (upm)

Supercomputer ermöglichen uns, begrenzt in die Zukunft zu schauen

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Der Geoinformatiker Benjamin Risse über den Nutzen des neuen Supercomputers „Levante“

Am 22. September wird am Deutschen Klimarechenzentrum in Hamburg der neue Supercomputer „Levante“ eingeweiht. Was einen Supercomputer ausmacht, wie wichtig diese Anlagen für die Forschung sind und was „Levante“ leisten kann, erklärt der Geoinformatiker *Prof. Dr. Benjamin Risse* im Interview mit

André Bednarz.

Was macht einen Supercomputer super?

Supercomputer zeichnen sich durch eine sehr große Prozessoranzahl aus, die es ermöglicht, sehr viele Berechnungen schnell und gleichzeitig durchzuführen. Der Durchsatz dieser Berechnungen wird in ‚Floating Point Operations Per Second‘ (FLOPS) gemessen, also der Anzahl an Gleitkommaoperationen pro Sekunde. Moderne Supercomputer erreichen mittlerweile mehrere Peta-FLOPS, eine Zahl mit 15 Nullen vor dem Komma – ein Peta-FLOP sind eine Billion Berechnungen pro Sekunde. Um diese extrem gute Rechenleistung nutzbar zu machen, wird neben Tausenden von Prozessoren auch sehr viel schneller Hauptspeicher verbaut, der den Transfer der Daten und (Zwischen-)Ergebnisse ermöglicht. Eine derartig auf Hochleistung getrimmte Hardware erfordert spezifische Programmierfähigkeiten, die sich ebenfalls stark von der Programmierung konventioneller Computer unterscheiden.

Oft ist in diesem Zusammenhang auch von Hochleistungsrechnern die Rede – ist damit das Gleiche gemeint wie mit Supercomputern?

Ja, aber es gibt einen kleinen Unterschied zwischen ‚Supercomputing‘ und ‚Hochleistungs-Computing‘: Ersteres beschreibt das Ausführen von Berechnungen auf Supercomputern, letzteres ist üblicherweise allgemeiner gefasst und kann auch den Einsatz von mehreren Supercomputern bedeuten.

In den meisten Fällen werden Supercomputer zu wissenschaftlichen Zwecken eingesetzt. Was macht diese Geräte so attraktiv für die Forschung?

Es gibt eine Vielzahl von wissenschaftlichen Fragestellungen, die das parallele und extrem schnelle Berechnen vieler Operationen erfordern. Häufig werden diese Berechnungen in Form von Computersimulationen, wie sie zum Beispiel in der Quantenmechanik erforderlich sind, durchgeführt. Andere

populäre Einsatzgebiete sind Simulationen von Molekulardynamiken, die Kryptographie und – zunehmend wichtig – Algorithmen aus dem Bereich des maschinellen Lernens. Zudem werden Supercomputer auch in der Klimaforschung oder für Wettervorhersagen genutzt.

Es gibt eine weitere interessante Entwicklung in der Wissenschaft: Man versucht nicht mehr nur, ein besseres Verständnis für ein biologisches, chemisches oder physikalisches System zu erlangen, sondern auch möglichst genaue und weitreichende Vorhersagen für dieses System zu treffen. Da diese Vorhersagen, beispielsweise in der Klimaforschung, häufig auf zahlreichen komplexen Berechnungen basieren, können diese nur auf Supercomputern durchgeführt werden. Etwas überspitzt könnte man sagen, dass Supercomputer das wissenschaftliche Äquivalent zur nicht wissenschaftlichen Glaskugel sind und sie es uns ermöglichen, zumindest begrenzt in die Zukunft zu schauen.

Bei „Levante“ handelt es sich um den einzigen allein für die Klimaforschung genutzten Supercomputer in Deutschland. Was erwarten Sie als Geoinformatiker von „Levante“ und ähnlichen Anlagen zur Klimaforschung?

Der Einsatz von Supercomputern im Bereich der Klimaforschung ist nicht neu, vielmehr gehört dieses Einsatzgebiet zu den Wegbereitern dieser Anlagen. Eine Herausforderung für diese Systeme ist jedoch die räumliche Auflösung, also die Feingranularität von den zu berechnenden Klimaphänomenen: Um die globale Klimadynamik berechnen zu können, muss die Erdoberfläche in viele Abschnitte unterteilt werden. Je kleiner diese Abschnitte gewählt werden können, desto exakter können Vorhersagen getroffen werden. Darüber hinaus lassen sich diverse Klimaphänomene auch erst ab einer gewissen Auflösung sinnvoll berechnen. Das ist eine zentrale Stärke von ‚Levante‘, da dank dieses Supercomputers die Auflösung um ein Vielfaches verfeinert und damit detailreicher dargestellt werden kann.

Haben Sie ein Beispiel dafür?

Wenn ein Münsteraner zum Markt spazieren möchte, will er die Regenwahrscheinlichkeit für Münster wissen, nicht die für ganz Nordrhein-Westfalen. Das ist auch mit existierenden Supercomputern bereits möglich, jedoch verdeutlicht dies den Mehrwert für die Klimaforschung, der sich aus einer höheren Auflösung ergibt. Zudem können dank des größeren Speichers mehr Daten miteinbezogen werden, und es werden wesentlich exaktere Berechnungen ermöglicht.

Welche Entwicklungen auf dem Gebiet der Supercomputer können wir in (naher) Zukunft erwarten?

Die Supercomputer für die Klimaforschung werden zunehmend leistungsstärker. Auch werden in naher Zukunft mehr und mehr auf maschinellem Lernen basierende Systeme zum Einsatz kommen. Das Training dieser Systeme erfordert ebenfalls viele Berechnungen, sodass auch für dieses Einsatzgebiet optimierte Supercomputer erforderlich sein werden. Aus diesen Gründen erwarte ich neben einer Steigerung der möglichen Peta-FLOPS, dass es immer mehr Supercomputer geben wird, die für eine Vielzahl verschiedener Algorithmenklassen eingesetzt werden können.

Langfristig vermute ich, dass sich die Bauweise von Supercomputern verändern wird. Insbesondere wegen des hohen Energieverbrauchs und diversen physikalischen Grenzen von halbleiterbasierten Computern werden wir in Zukunft vielleicht vermehrt alternative Bauweisen von Supercomputern sehen. So haben erste Experimente mit optischen Bauteilen bereits vielversprechende Ergebnisse gezeigt. Der Supercomputer, der zuverlässig die Zukunft von Supercomputern selbst vorhersagen kann, muss aber erst noch gebaut werden. Im Ernst: Wohin sich diese Systeme entwickeln werden, kann man nicht vorhersagen – es bleibt aber in jedem Fall ein spannendes Forschungsfeld mit viel Potenzial.

Links:

- Prof. Dr. Benjamin Risse an der WWU
<https://www.uni-muenster.de/Geoinformatics.cvmls/people/risse.shtml>
- Die Website des Deutschen Klimarechenzentrums
<https://www.dkrz.de/de>

Quelle: Pressemitteilung / Pressestelle der Universität
Münster (upm)

Chemiker nehmen siliziumbasierte Feststoffbatterien unter die Lupe

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

BMBF fördert Verbundprojekt zur Verbesserung von Anodenmaterialien in Batterien

Die Bedeutung von Elektromobilität und der Gewinnung erneuerbarer Energien wächst – und damit auch die

Notwendigkeit optimaler Stromspeicher. Vor diesem Hintergrund fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ein neues Verbundprojekt, in dem sich die Partner aus Industrieunternehmen und Forschungsinstituten vor allem auf die Verbesserung der in Batterien zum Einsatz kommenden Anodenmaterialien konzentrieren. Von der Westfälischen Wilhelms-Universität (WWU) Münster ist die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Wolfgang Zeier vom Institut für Anorganische und Analytische Chemie beteiligt. Das Projekt mit dem Titel „Silizium-basierte Kompositanoden zur Anwendung in sulfidischen Feststoffbatterien (SilKompAs)“ erhält 2,3 Millionen Euro für eine Laufzeit von drei Jahren.

Im Fokus stehen siliziumbasierte Feststoffbatterien als Alternative zu herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterien mit Flüssigelektrolyten. Batterien mit einem Feststoffelektrolyten erscheinen derzeit als adäquate Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Batterien. Dies liegt zum einen daran, dass die mit einem Flüssigelektrolyten verbundenen Sicherheitsrisiken wegfallen. Zum anderen wird die Möglichkeit eröffnet, Anodenmaterialien hoher Energiedichte einzusetzen, für die eine Flüssigelektrolytbatterie keine optimale Umgebung darstellt. Dadurch kann neben der Sicherheit auch die Energiedichte der Batterien erhöht werden.

Silizium statt Lithium als Material für die Anode

Ziel des Projektes SilKompAs ist die Evaluierung und kritische Betrachtung der Umsetzbarkeit einer siliziumbasierten Feststoffbatterie gegenüber der Variante mit Lithiummetall-Anoden. Der Hintergrund: Lithiummetall bietet sich als einfaches Anodenmaterial mit hoher Energiedichte an. Jedoch sind derzeit verfügbare Festelektrolyte nicht optimal geeignet für den Einsatz einer Lithiummetallanode. Siliziumbasierte Feststoffbatterien können eine sinnvolle Alternative sein: Durch die Verwendung von Silizium als Aktivmaterial in der Anode kann eine sehr hohe theoretische Kapazität erreicht werden. Da hierbei auf metallisches Lithium verzichtet wird,

werden gleichzeitig die damit verbundenen Sicherheitsrisiken reduziert. Ein großes Optimierungspotenzial liegt in der Prozessierung der Anodenmaterialien.

Folgende Partner sind an dem Projekt beteiligt: EL-CELL GmbH, das Institut für Anorganische und Analytische Chemie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, das Institut für Partikeltechnik der TU Braunschweig, das Physikalisch-Chemische Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen, SGL Carbon GmbH, Thermo Fisher Scientific sowie die M. Braun Inertgas-Systeme GmbH als assoziierter Partner.

Links:

- Arbeitsgruppe Prof. Zeier an der WWU
https://www.uni-muenster.de/Chemie.ac/forschung/ak_zeier/index.html
 - Forschungsschwerpunkt "Batterieforschung" an der WWU
<https://www.uni-muenster.de/forschung/profil/schwerpunkt/batterieforschung.html>
-

Quelle: Pressemitteilung / Pressestelle der Universität Münster (upm)

Umfrage: Welchen Web-Browser

hast Du verwendet?

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Umfrage:

Welchen Web-Browser hast Du verwendet?

- Apple Safari
- Brave
- Google Chrome
- Konqueror
- Lynx
- Mozilla Firefox
- MS Edge
- MS Internet Explorer
- NCSA Mosaic
- Netscape Navigator
- Opera
- SeaMonkey
- SWWare Iron
- UC Browser
- Vivaldi
- Yandex.Browser
- _Andere

Abstimmen

Ergebnisse anzeigen



Wird geladen ...

Abstimmungsergebnisse:

Welchen Web-Browser hast Du verwendet?

- Google Chrome (20%, 9 Stimmen)
- MS Edge (18%, 8 Stimmen)
- MS Internet Explorer (16%, 7 Stimmen)
- Mozilla Firefox (16%, 7 Stimmen)
- Netscape Navigator (13%, 6 Stimmen)
- Opera (7%, 3 Stimmen)
- SeaMonkey (7%, 3 Stimmen)
- UC Browser (2%, 1 Stimmen)
- Brave (2%, 1 Stimmen)
- Yandex.Browser (0%, 0 Stimmen)
- SWWare Iron (0%, 0 Stimmen)
- Apple Safari (0%, 0 Stimmen)
- Vivaldi (0%, 0 Stimmen)
- Konqueror (0%, 0 Stimmen)
- NCSA Mosaic (0%, 0 Stimmen)
- Lynx (0%, 0 Stimmen)
- _Andere (0%, 0 Stimmen)

Wähler insgesamt: **9**

Abstimmen



Wird geladen ...

Umfrage: Welches Microsoft Windows Server Betriebssystem hast Du verwendet?

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Umfrage:

Welches Microsoft Windows Server Betriebssystem hast Du verwendet?

- MS Windows 2000 Server
- MS Windows 2003 R2 Server
- MS Windows 2003 Server
- MS Windows 2008 R2 Server
- MS Windows 2008 Server
- MS Windows 2012 R2 Server
- MS Windows 2012 Server
- MS Windows 2016 Server
- MS Windows 2019 Server
- MS Windows 2022 Server
- MS Windows NT 3.1 Server
- MS Windows NT 3.5x Server
- MS Windows NT 4.0 Server

Abstimmen

Ergebnisse anzeigen



Wird geladen ...

Abstimmungsergebnisse:

Welches Microsoft Windows Server Betriebssystem hast Du verwendet?

- MS Windows 2019 Server (33%, 3 Stimmen)
- MS Windows 2000 Server (22%, 2 Stimmen)
- MS Windows 2016 Server (22%, 2 Stimmen)
- MS Windows NT 3.1 Server (11%, 1 Stimmen)
- MS Windows NT 4.0 Server (11%, 1 Stimmen)
- MS Windows 2012 R2 Server (0%, 0 Stimmen)
- MS Windows 2012 Server (0%, 0 Stimmen)
- MS Windows 2008 R2 Server (0%, 0 Stimmen)
- MS Windows 2008 Server (0%, 0 Stimmen)
- MS Windows 2003 R2 Server (0%, 0 Stimmen)
- MS Windows 2003 Server (0%, 0 Stimmen)
- MS Windows NT 3.5x Server (0%, 0 Stimmen)
- MS Windows 2022 Server (0%, 0 Stimmen)

Wähler insgesamt: 3

Abstimmen

 Wird geladen ...

**Umfrage: Welches Microsoft
Windows Desktop**

Betriebssystem hast Du verwendet?

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Umfrage:

Welches Microsoft Windows Desktop Betriebssystem hast Du verwendet?

- MS Windows 10
- MS Windows 11
- MS Windows 2000
- MS Windows 7
- MS Windows 8.x
- MS Windows NT 3.1
- MS Windows NT 3.5x
- MS Windows NT 4.0
- MS Windows Vista
- MS Windows XP

Abstimmen

Ergebnisse anzeigen



Wird geladen ...

Abstimmungsergebnisse:

Welches Microsoft Windows Desktop Betriebssystem hast Du

verwendet?

- MS Windows 11 (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows 10 (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows 2000 (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows XP (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows 7 (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows NT 4.0 (8%, 2 Stimmen)
- MS Windows 8.x (8%, 2 Stimmen)
- MS Windows Vista (4%, 1 Stimmen)
- MS Windows NT 3.1 (4%, 1 Stimmen)
- MS Windows NT 3.5x (0%, 0 Stimmen)

Wähler insgesamt: 4

Abstimmen

 Wird geladen ...

Umfrage: Welches Microsoft Windows Betriebssystem hast Du verwendet?

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Umfrage:

Welches Microsoft Windows Betriebssystem hast Du verwendet?

- MS Windows 1.x
- MS Windows 2.x
- MS Windows 3.x
- MS Windows 95
- MS Windows 98
- MS Windows 98 SE
- MS Windows für Workgroups 3.x
- MS Windows ME

Abstimmen

Ergebnisse anzeigen

 Wird geladen ...

Abstimmungsergebnisse:

Welches Microsoft Windows Betriebssystem hast Du verwendet?

- MS Windows 95 (19%, 5 Stimmen)
- MS Windows 98 SE (19%, 5 Stimmen)
- MS Windows 3.x (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows für Workgroups 3.x (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows 98 (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows ME (15%, 4 Stimmen)
- MS Windows 1.x (0%, 0 Stimmen)
- MS Windows 2.x (0%, 0 Stimmen)

Wähler insgesamt: 5

Abstimmen

 Wird geladen ...

Computer Geschichte: Doku: C64 Computerfieber (1984)

geschrieben von Andreas Potthoff | 22. November 2022

Computerfieber – Die neue Lust im deutschen Familienalltag
(00:43:21), BR 1984