

Editorial

Der Sonderforschungsbereich 747 „Mikrokaltumformen“ wurde von der DFG für weitere vier Jahre bewilligt, hierüber freuen wir uns sehr. Die Bewilligung umfasst auch vier Transferprojekte, in welchen gemeinsame Fragestellungen mit unseren Partnern aus der Industrie untersucht werden, weitere Zusammenarbeiten sind in den nächsten vier Jahren angestrebt. Die Forschungen konzentrieren sich bis 2018 auf die Hochskalierung der Stückzahl beim Umformen von Mikrobauteilen und die damit verbundenen Fragestellungen. Vielen Dank an die DFG, die Berichtersteller und Gutachter für das Feedback, an unseren Industriearbeitskreis für die wertvollen Impulse und an die Mitarbeiter/innen im SFB und in den beteiligten Instituten für ihren großen Einsatz und ihr Engagement.

Das SFB Team wünscht Ihnen besinnliche Weihnachten und ein gesundes und erfolgreiches Jahr 2015!

Das SFB 747 Team

Forschungsprogramm 3. Phase

Ausblick 2015-2018

Das übergeordnete Ziel des Sonderforschungsbereichs „Mikrokaltumformen“ ist die wissenschaftliche Erarbeitung von Grundlagenwissen zu Methoden und Prozessen für die systematische Auslegung und den Prozesssicheren Einsatz von Umformprozessen zur industriellen Herstellung metallischer Mikrobauteile. Die in der 3. Phase betrachtete Hochskalierung soll im Sinne der Herstellung großer Stückzahlen (Losgrößen in Mio. Stück) verstanden werden, die sich aufgrund verstandener und dadurch stabiler Prozesse erzielen lassen sowie der Übergang zu mehrstufigen Umformprozessen. Die sich daraus ergebenden Herausforderungen, die in den einzelnen Teilprojekten (siehe Projektübersicht in Bild 4) mit unterschiedlicher Gewichtung zu lösen sind, bestehen insbesondere in der Verkürzung der Prozesszeiten, der Erhöhung der Umformgeschwindigkeit, der Veränderung der Tribologie und des Wärmehaushalts. Nachfolgend wird das Forschungsprogramm der Teilprojekte kurz vorgestellt:

Für die Bereiche Massiv- und Blechumformung werden beispielhaft

ausgewählte Prozesse in Hinblick auf die Mikrobauteilherstellung untersucht. Das Mikrotiefziehen wird als Referenzprozess betrachtet, der es ermöglicht, grundlegende Untersuchungen zum Werkstück- und Werkzeugverhalten zu realisieren. Projekt **B3 Werkzeuglebensdauer** untersucht u.a. den Einfluss der Temperatur auf Tribologie und Standzeit und deren Kontrolle beim Umformprozess bei Taktraten von bis zu 400 Teilen/Minute mit und ohne Schmierstoff. Ziel des **Projekts B7 Prozessstabilität** ist die Identifikation der stärksten Einflussgrößen der Werkzeuggeometrie auf die Prozessstabilität eines mehrstufigen Mikroziehprozesses. Die Untersuchungen dienen der Vorhersagbarkeit von zulässigen Fertigungs- und Verschleißtoleranzen der Werkzeuggeometrie. Das Projekt **A3 Stoffanhäufen** befasst sich mit einer alternativen Prozesskette zur Erzeugung von Nebenformelementen bei der Massiv- und Blechumformung. Ziel in der 3. Phase ist die Verringerung der Zykluszeit, sodass das Verfahren in der Massenfertigung einsetzbar ist. Die Bestimmung von Prozessparametern und Bestrahlstrategien soll durch eine erweiterte Finite-Elemente-Simulation erfolgen.

Inhaltsverzeichnis

- 01 Forschungsprogramm 3. Phase
- 03 C4: Simultaneous Engineering
- 03 nanoMan2014
- 04 Japanische Delegation
- 04 Kooperationen/Gäste
- 04 Gymnasium Horn: mikromobil
- 04 Termine



Bild 1: Kalibrierte Zwischenform, $D=300\mu\text{m}$

Im Bereich der Massivumformung wird als Ziel im Projekt **A4 Stoffverdrängen** die Steigerung der Produktivität beim Rundkneten durch die gezielte Steuerung des Werkstoffflusses während der Umformung im Fokus stehen. Einerseits soll durch mehrfache Umformung in einem Werkzeug die Taktrate erhöht werden, andererseits soll eine neue Verfahrenstechnologie erforscht werden, mit der durch Überwindung bisheriger Grenzen wesentlich höhere Prozessgeschwindigkeiten ermöglicht werden sollen.

Zur Bauteilherstellung werden homogene Werkstoffeigenschaften gefordert, um eine reproduzierbare Herstellung mit hoher Qualität bezüglich Geometrie und mechanischen Eigenschaften sicherstellen zu können. Hierzu wurde im SFB eine Methode entwickelt, über ein PVD-Abschleifverfahren Bleche herzustellen. In der dritten Antragsphase konzentriert sich die Forschung im Projekt **A1 „PVD-Bleche“** auf die Entwicklung eines kontinuierlichen PVD-Beschichtungsprozesses bis zu $15\mu\text{m}$ dünner Aluminium/Stahl bzw. Stahl/Stahl Bimetallfolien mit beson-

ders hoher Tiefziehfähigkeit, die über konventionelles Walzen nicht her-

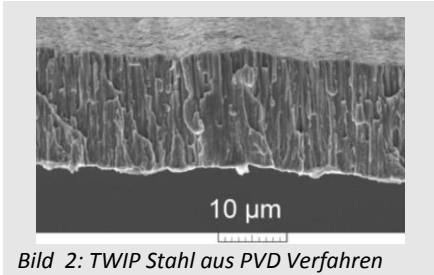


Bild 2: TWIP Stahl aus PVD Verfahren

stellbar sind. Eine gezielte Einstellung von Materialeigenschaften der Halbzeuge und Bauteile kann im Mikrobereich durch den im **Teilprojekt A2 Wärmebehandlung** entwickelten Fallrohröfen erfolgen. In der 3. Phase soll der Prozess optimiert und automatisiert werden, um eine minimale Takt rate zu finden, mit der ein sicheres Erreichen der gewünschten Wärmebehandlungsergebnisse gewährleistet ist. An die Werkzeugwerkstoffe werden hohe Anforderungen an Zerspanbarkeit, Maßhaltigkeit bei hoher Verschleißfestigkeit und Strukturierbarkeit gestellt. Durch das „Co-Spray-Verfahren“ in **C6 Sprühgradierte Werkzeugstähle** werden aus zwei Werkzeugstahlschmelzen Verbunde mit einem Gradienten sprühkompaktiert und geeignet warmumgeformt, um die lokalen Eigenschaften des Werkzeuges insbesondere den Anforderungen der Mikrokaltumformung bezüglich abrasivem und adhäsivem Verschleiß, Zähigkeit und Druckfestigkeit anzupassen.

Die spezifischen Aspekte der Werkzeugherstellung für die Fertigung von Mikrobau teilen sind ein wesentlicher Forschungsinhalt. Das Projekt **A5 Laserkontur** befasst sich mit der Werkzeugherstellung mittels lasergestütztem chemischen Abtrag (Laser-Jet-Verfahren). Das Ziel in der 3. Phase besteht darin, die Prozessfähigkeit zu sichern und somit eine Reduzierung der Fertigungsabweichungen und Unregelmäßigkeiten zu erreichen. Um dies sicherzustellen, sind eine Erweiterung des Automatisierungsgrades sowie eine integrierte Qualitätsprüfung zu implementieren.

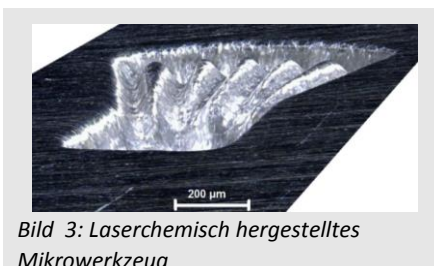


Bild 3: Laserchemisch hergestelltes Mikrowerkzeug

A: Prozesse	B: Charakterisierung	C: Optimierung	T: Transfer
A1 PVD-Bleche Zoch, Mehner	B3 Werkzeuglebensdauer Vollertsen	C2 Oberflächenoptimierung Riemer, Maaß	T2 Refining Kuhfuß
A2 Wärmebehandlung Zoch	B4 Bauteilfestigkeit Zoch, Clausen	C4 Simultaneous Engineering Lütjen	T3 Mikrokavität Bergmann, Lütjen
A3 Stoffanhäufen Vollertsen, Schmidt	B5 Sichere Prozesse Bergmann, Goch, Lütjen	C5 Teileverbunde Tracht, Kuhfuß	T4 Mikrogräste Dentalprodukte Riemer, Maaß
A4 Stoffverdrängen Kuhfuß	B7 Prozessstabilität Vollertsen	C6 Sprühgradierte Werkzeugstähle Schulz	T5 TEC - Pro Vollertsen
A5 Laserkontur Goch, Vollertsen			
A6 Reibungspolieren Brinksmeier			

Bild 4: Projektbereiche des SFB 747 in der 3. Förderphase (2015 bis 2018)

Das übergeordnete Ziel des Teilprojektes **A6 Reibungspolieren** besteht in dem Verständnis und der Verbesserung des Reibungspoliervorgangs, was zur Erhöhung der Standzeit sowohl von monokristallinen als auch diamantbeschichteten Mikroumformwerkzeugen führt. Neben dem Polieren von Diamantoberflächen sollen definierte Mikrostrukturen in die Diamantoberfläche eingebracht und tribologisch analysiert werden, um für den Umformprozess günstige Diamantoberflächenstruktur bei Metall/Diamant-Kontakt zu ermitteln. Ziel von Teilprojekt **C2 Oberflächenoptimierung** ist die Erarbeitung von Verfahren zur Bereitstellung von über den bekannten Stand der Technik hinausgehenden leistungsfähigen, verschleißbeständigen metallischen Mikroumformwerkzeugen. In der 3. Phase soll das mikrobearbeitbare Werkstoffspektrum um Hartmetalle erweitert werden und die Auswirkungen des Mikrofräsprozesses auf die Randzone der gefertigten Werkstücke analysiert werden. Um die optimierten Eingangsgrößen für die Fertigung tribologisch optimierter Mikroumformwerkzeuge ableiten zu können, wird das analytische Prozessmodell um Verschleißkenngrößen erweitert.

Neben den Herstellungsprozessen, die direkt mit der Fertigung verknüpft sind, kommt der Mess- und Prüftechnik aufgrund der engen Toleranzfelder bei der Mikroumformung eine besondere Bedeutung zu. Im Teilprojekt **B5 Sichere Prozesse** wird ein kalibriertes auf digitaler Holografie basierendes 3D-Messsystem zur schnellen, flächenhaften 100% Qualitätsprüfung erstellt, das die Geometrie der sichtbaren Bauteiloberfläche automatisiert und vollständig erfasst und ausgewertet. Durch Parallelisierung beschleunigte automatisierte Trennungsalgorithmen

und Klassifikationsmodelle, die unbekannte Fehlermodelle adaptieren, werden Bauteildefekte mittels künstlicher neuronaler Netze klassifiziert

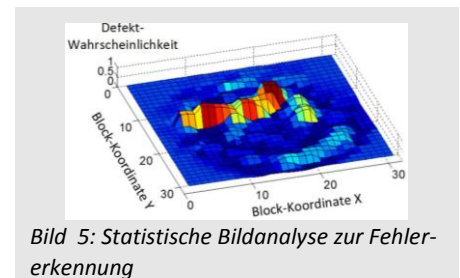


Bild 5: Statistische Bildanalyse zur Fehlererkennung

und Qualitätsabweichungen berechnet. Das Arbeitsprogramm des Teilprojektes **B4 Bauteilfestigkeit** besteht aus der Entwicklung einer Prüfvorrichtung zur Serienprüfung von kleinen Näpfen und der statistischen Auswertung von Prüfergebnissen bezüglich Werkstoff- und Bauteileigenschaften von Bauteilen, Teileverbunden und Halbzeugen. Dabei werden die auftretenden Versagensmechanismen ermittelt und untersucht. Die Dauerfestigkeit als Gebrauchseigenschaft der erzeugten Bauteile wird untersucht und eine Versagensanalyse durchgeführt.

Um den gesamtheitlichen Aspekten der Mikrofertigung mit besonderem Bezug auf die Mikroumformtechnik Rechnung zu tragen, werden auch übergreifende Themenbereiche der Fertigungsplanung und des Fertigungslayouts betrachtet. Das Teilprojekt **C5 Teileverbunde** erforscht Fertigungssysteme zur Massenproduktion in Teileverbunden und zur Synchronisation unterschiedlicher Verbundarten. Durch erweiterte Förder- und Positioniertechnik sowie Schaffung geeigneter Speichertechnologien soll eine hohe Taktrate erreicht werden. Gezieltes Toleranzfeldmatching bei der Synchronisation soll die Gutteil ausbringung zusätzlich steigern.

Im Teilprojekt **C4 Simultaneous Engineering** werden Methoden zum (teil-)automatisierten Modellentwurf im Rahmen der entwickelten Planungs- und Simulationethodik μ -ProPIAn untersucht und erarbeitet. Wesentliches Element der dritten Phase ist die Entwicklung einer Methode zum geometrieorientierten Prozesskettenentwurf, welche mikro-spezifische Charakteristika berücksichtigt und zur Rekonfiguration bzw. Generierung alternativer Prozessketten eingesetzt werden kann.

In den Transferprojekten werden folgende Inhalte adressiert: Im Transferprojekt **T2 Refining** soll das Potenzial der Halbzeugvorbereitung durch Rundkneten für das anschließende Fileßpressen erforscht werden. Von besonderem Interesse sind schwer umformbare Werkstoffe, z.B. Ti-/ bzw. Ni-Basislegierungen. Ziel des Transferprojektes **T3 Mikrokavität** ist die Entwicklung einer 2D-/3D-Messtechnik, mit der eine In-Line Erfassung und Qualitätsprüfung von Funktionsflächen innerhalb von Kavitäten möglich wird. Ziel des Projektes **T4 Mikrogefräste Dentalprodukte** ist die Vermeidung prozessbedingten Ausschusses und die Verbesserung der Fertigungsqualität bei der 5-Achs-Fräsbearbeitung von Zahnersatz. Hierzu sollen die im SFB 747 entwickelten zerspantechnischen und mathematischen Methoden auf die Fertigung von Zahnersatz übertragen werden. Das Transferprojekt **T5 TEC-PRO** befasst sich mit der Herstellung von Mikroumformwerkzeugen mittels lasergestütztem chemischen Abtrag (Laser-Jet-Verfahren). Das Ziel besteht in der Identifizierung, Charakterisierung und Anpassung der reaktiven Medien an die industriellen Erfordernisse sowie die Identifizierung des für die chemische Reaktion optimalen Temperaturbereiches.

Auch das PR- und Nachwuchsförderprojekt **mikromal** wurde abermals bewilligt. Hier werden die Inhalte des SFB außerhalb der wissenschaftlichen Fachwelt sichtbar gemacht, um so ein positives Umfeld für die Mikroumformtechnik zu schaffen. Das Projekt nutzt dabei die neuen Medien wie Facebook und eine SFB-App. ■

Eine Simultaneous Engineering Methodik für mikrofertigungstechnische Prozessketten

Daniel Rippel

Teilprojektleiter des Projekts C4 Simultaneous Engineering ist Prof. Dr.-Ing. Bernd Scholz-Reiter. In der dritten Projektphase übernimmt Dr.-Ing. Michael Lütjen die Leitung des am BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH angesiedelten Projektes.

Daniel Rippel

Bearbeiter dieses Teilprojekts ist Daniel Rippel, der seit 2009 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA im Bereich Intelligente Produktions- und Logistiksysteme forscht. Seit Mitte 2012 bearbeitet er das Teilprojekt C4.



Bild 6: Daniel Rippel

Eine Simultaneous Engineering Methodik für mikrofertigungstechnische Prozessketten

Die wirtschaftliche Fertigung von Mikrobautteilen zeichnet sich durch ein komplexes Zusammenspiel von Material-, Prozess- und Steuerungsparametern aus. Schon geringe Parameteränderungen in einzelnen Prozessschritten können sich erheblich auf die Fertigungskosten und -qualitäten der Prozesskette auswirken. Im Teilprojekt C4 wird eine Methode zur wirtschaftlichen Auslegung von Mikroprozessketten entwickelt, mit deren Hilfe Prozessabläufe und technische Wirkzusammenhänge integriert modelliert und simuliert werden können (Bild 7).

Im Vordergrund der 2. Projektphase stand die Analyse der technischen Wirkzusammenhänge entlang der Prozesskette. Hierzu wurden die Wirknetze um eine quantitative Modellierung mittels statistischer Modelle und maschineller Lernverfahren erweitert. Zudem erfolgte die Zusammenführung der Fertigungs- und Prozesssteuerung durch die Integration logistischer Parameter in die Wirknetze. Implementiert in dem Planungswerkzeug μ -ProPIAn können Pa-

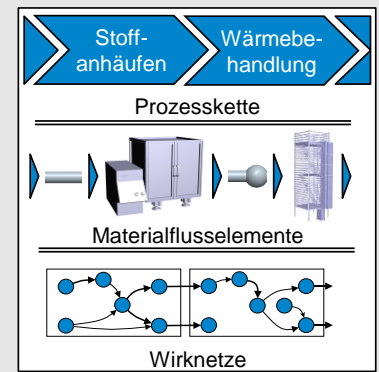


Bild 7: Modellierungsebenen von μ -ProPIAn

rameteränderungen entlang der gesamten Prozesskette propagiert und Fertigungskonzepte sowohl aus logistischer als auch fertigungstechnischer Sicht integriert simuliert und bewertet werden. Anhand dieser Methode wurde bspw. für das Rundkneten untersucht, in wie fern sich eine Veränderung der Stellparameter (Vorschub, Hubfrequenz und Keilposition) auf die logistische Leistungsfähigkeit des Prozesses auswirkt. Hierbei zeigte sich, dass durch die Variation der Stellparameter ein breites Spektrum an Enddurchmessern für die Drähte erzielt werden kann, ohne das Werkzeug zu wechseln. Simulativ konnte in einem Szenario mit Fertigungsaufträgen für Drähte zwischen 300 μ m und 600 μ m (jeweils in Schritten von 50 μ m) eine Reduktion der Rüstzeiten um bis zu 34% erzielt werden, indem nicht für jeden Auftragsstyp ein eigenes Werkzeug, sondern eine angepasste Parametrisierung gewählt wurde. ■

nanoMan2014 in Bremen

Rückblick

Durch die Organisation einer internationalen Session „Mikroumformtechnologien“ bei der vom 7. – 11. Juli 2014 in Bremen stattfindenden etablierten 4. International Conference on Nanomanufacturing 2014 (nanoMan2014) der International Society for Nanomanufacturing (ISNM) konnte der SFB 747 das Mikroumformen auf internationaler Ebene explizit adressieren. Als besonderes Highlight konnten die Organisatoren sechs weltweit ausgewiesene Professoren aus den USA, China, Australien, Großbritannien und Deutschland gewinnen.

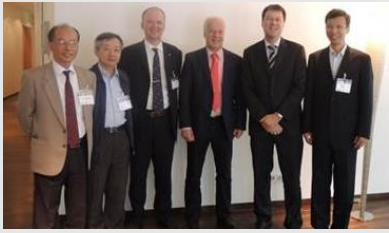


Bild 8: v.l. Keynote-Speaker Prof. Zhang (AUS), Prof. Tian (CHN), Prof. Bergmann (D), Chairmen Prof. Brinksmeier (D) u. Dr. Riemer (D), ISNM-Präsident Prof. Fang (CHN)

Daneben konnten die aus insgesamt elf verschiedenen Ländern angereisten über 100 Teilnehmer sich in 74 Einzelvorträgen und 18 technischen Präsentationen einen vertiefenden Einblick über internationale Forschungen in Bereichen der Mikroumfarmung und Präzisionsabformung, der Mikro- und Nanofertigung sowie deren Materialien und Werkzeugsystemen verschaffen sowie eine Industrieausstellung besuchen. Außerdem konnte sich Bremen u.a. mit einer Laborführung durch sieben Institute der Universität Bremen als Industrie- und Forschungsstandort präsentieren. Der SFB 747 unter Sprecher Prof. F. Vollertsen wurde für die nächste nanoMan zur Mitorganisati-on und weiteren Etablierung der Mikroumfarmtechnik im Rahmen der Veranstaltung eingeladen. Die nächste nanoMan findet 2016 auf Hawai statt. ■

Japanische Industriedelegation beim SFB 747

Rückblick

Am 10. November 2014 besuchte eine 10-köpfige Delegation der japanischen Medizingeräte-Industrie aus Nagano den SFB 747.



Bild 9: Japanische Industriedelegation

Vertreter des BIAS, des bime und des LFM stellten wesentliche relevante Ergebnisse ihrer Arbeiten vor und es wurden erste Anknüpfungspunkte für mögliche gemeinsame Aktivitäten identifiziert. ■

Kooperationen/Gastwissenschaftler

Cooper Hennick, Brodan Richter, Ryo Yamaguchi

Die Kooperation der Universität und des SFB 747 mit Prof. Frank E. Pfefferkorn, University of Wisconsin-Madison, USA wurde durch den dreimonatigen Forschungsaufenthalt von zwei Studenten in Bremen intensiviert. Von Mai bis Anfang August 2014 hat Cooper C. Hennick den SFB 747 in Teilprojekt A3 „Stoffanhäufen“ unterstützt.



Bild 10: v.l. Prof. Vollertsen, Prof. Pfefferkorn, Cooper Hennick, Heiko Brüning

Brodan Richter, der durch das Austauschprogramm BISIP der Universität Bremen ebenfalls für 3 Monate finanziert wird, forscht u.a. im Projekt C2 zur Tribologie von mikrostrukturierten Formeinsätzen für die Trockenumformung.

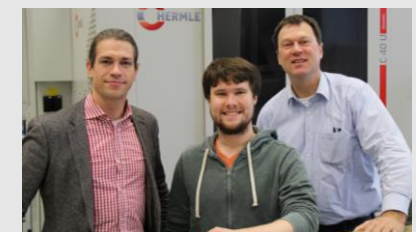


Bild 11: v.l. Florian Böhmermann, Brodan Richter, Dr.-Ing. Oltmann Riemer. Foto: I. Harder (IWT)

Seit Anfang Oktober 2014 bis Mitte März 2015 wird das Team des SFB 747 von Ryo Yamaguchi unterstützt. Herr Yamaguchi ist derzeit Student an der Tokyo Metropolitan University mit den Studienschwerpunkten „Mechanics and Electronics“ sowie „System Design“.

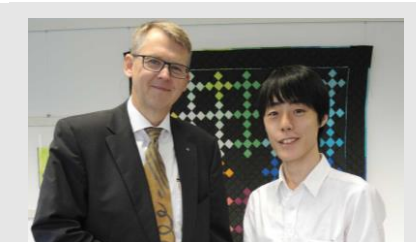


Bild 12: Prof. Frank Vollertsen und Ryo Yamaguchi

Die Möglichkeit, das SFB 747-Team zu verstärken, ergab sich aus einer Kooperation zwischen Prof. Ming Yang von der Tokyo Metropolitan University und Prof. Frank Vollertsen von der Universität Bremen. Herr Yamaguchi unterstützt den SFB 747 in der Analyse der Eigenschaften von Werkstoffen bei unterschiedlichen Dehnraten. ■

Mikro-Mobil am Gymnasium Horn

Rückblick

„Leistungskurs Physik – ist das was für mich?“ Ein Projekttag am 18. Juli 2014 gab interessierten Schülerinnen und Schülern des Gymnasiums Horn die Möglichkeit, diese Frage für sich zu beantworten. Unser Nachwuchsförderprojekt „mikromal“ durfte hierzu einen Beitrag leisten und war zu Gast im Unterricht. Nach einer kurzen Einweisung in die Materialkunde stand das Konstruieren und Bauen von Mikro-Mobilen in den Kategorien Land, Wasser und Luft auf dem Programm. Unser Wissenschaftler Dipl.-Math. Mischa Jahn hat die Aktion mit vorbereitet und beantwortete den Schülerinnen und Schülern gerne ihre Fragen.

Termine 2015

03.11.2015

7. Industriekolloquium „Mikrokaltumformen“

16. und 17.11.2015

Kolloquium „Mikroproduktion“

Beteiligte Institute



Impressum

Herausgeber: SFB 747

Sprecher:

Prof. Dr.-Ing. Frank Vollertsen

Klagenfurter Straße 2

28359 Bremen

Telefon +(49) 0421 / 218 58001

Telefax +(49) 0421 / 218 58063

Web: www.sfb747.uni-bremen.de

<https://www.facebook.com/Sonderforschungsbereich747>

[Sonderforschungsbereich747](https://www.facebook.com/Sonderforschungsbereich747).

Redaktion: Dr.-Ing. Sybille Friedrich

