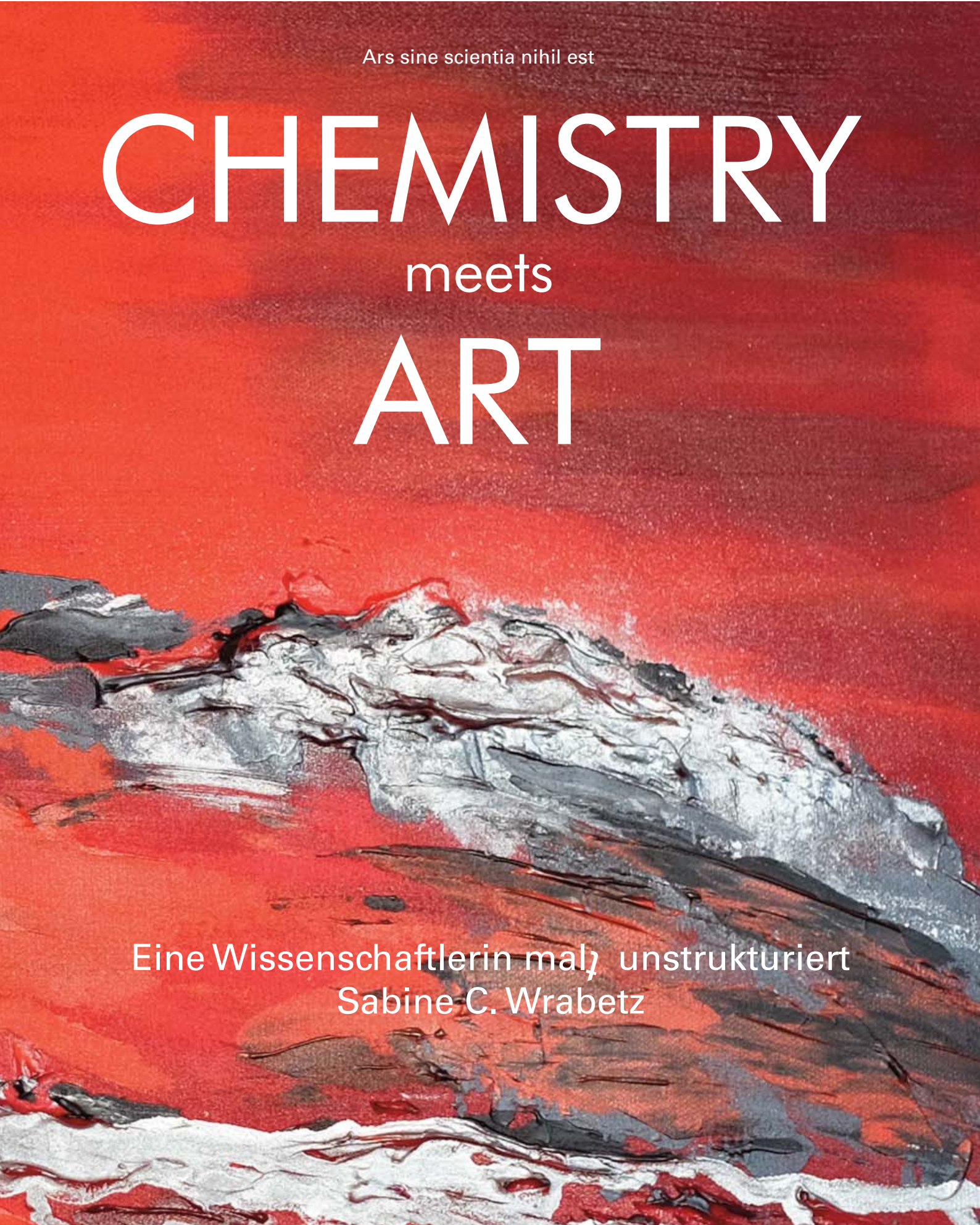
Ars sine scientia nihil est

CHEMISTRY meets ART



Eine Wissenschaftlerin malt unstrukturiert
Sabine C. Wrabetz

GDCh
Gesellschaft Deutscher Chemiker

Wolfgang Johannes Hönle-Stiftung
"Kunst und Chemie"

Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe

Unterstützung
Support
Wolfgang Johannes Hönle - Stiftung „Kunst und Chemie“
https://www.gdch.de/gdch/stiftungen/wolfgang-j-hoenle-stiftung.html
Die Stiftung wird treuhänderisch verwaltet von der
Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt a.M.
https://www.gdch.de/

© 2019 Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V., alle Rechte vorbehalten

Urheberecht 2019 Dr. Sabine C. Wrabetz
Alle abgebildeten Bilder und deren Beschreibungen sind urheberrechtlich geschützt.
Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei
Sabine C. Wrabetz.
Die Reproduktion oder Übernahme von Teilen daraus, in der dargestellten oder
veränderten Ausführung, ist nur in Absprache mit Sabine C. Wrabetz erlaubt.
Alle Rechte vorbehalten.

Cover: High temperature catalysis on Pt (2017)

Latein: “Ars sine scientia nihil est“
Deutsch: “Die Kunst ist nichts ohne die Wissenschaft”
Englisch: “Art without science is nothing“
attributed to Jean Mignot, 14th Century

CHEMISTRY
meets
ART

Eine Wissenschaftlerin malt unstrukturiert
Sabine C. Wrabetz

Ausstellung *Exhibition*	Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe Nöthnitzer Str. 40, 01187 Dresden
Vernissage *Vernissage*	Donnerstag, 19. September 2019, 16.00 Uhr *Thursday, September 19th 2019 at 4 p.m.*

GDCh
Gesellschaft Deutscher Chemiker

Wolfgang Johannes Hönle - Stiftung „Kunst und Chemie“

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR CHEMISCHE PHYSIK FESTER STOFFE

Inhaltsverzeichnis *Content*

	Seite / *Page*	
Zum Geleit	3	*Foreword*
Die Künstlerin im Porträt	5	*Portrait of the artist*
Ausstellungsstücke		*Exhibits*
In situ ESEM von grenzflächenmodifiziertem Wachstum von Cu-Oxid auf Cu	7	*In situ ESEM of free and constrained growth of Cu oxide on Cu*
Heterogene Katalyse	8	*Heterogeneous Catalysis*
Hochtemperatur-Katalyse mit Pt	9	*High temperature catalysis on Pt*
Exothermie 2	10	*Exothermicity 2*
Endothermie 2	11	*Endothermicity 2*
Reaktion	12	*Reaction*
Schwarzes Loch Jetstream 1	13	*Black hole jet stream 1*
Schwarzes Loch – Die Gravitations-Singularität	14	*Black hole – Gravitational singularity*
Schwarzes Loch Jetstream 2	15	*Black hole jet stream 2*
Polkappen-Desaster	16	*Polar caps disaster*
Polkappen-Desaster 2	17	*Polar caps disaster 2*
Anreicherung	18	*Enrichment*
Tiefgang	19	*Depth*
Trockene Erde	20	*Dry earth*
Biokatalyse-Enzyme	21	*Biocatalysis-Enzymes*
Metall-Partikel auf SBA-15	22	*Metal particles on SBA-15*
Synergistische Kern-Schale-Struktur für die photokatalytische Wasserspaltung	23	*Synergistic core-shell structure for photocatalytic water splitting*
Oxidation eines polykristallinen Cu-Films	24	*Oxidation of a polycrystalline Cu film*
Flüssigphasenkatalysator	25	*Liquid-phase catalyst*
Vanadium auf CNT	26	*Vanadium on CNT's*
Grüne Chemie	27	*Green Chemistry*
Ausstellungsplan (MPI CPfS)	28	*Exhibition map (MPI CPfS)*

Zum Geleit
Foreword

Ich freue mich sehr, dass die Wolfgang Johannes Hönle-Stiftung „Kunst und Chemie", die wir im September 2017 bei der Gesellschaft Deutscher Chemiker eingerichtet haben, nun mit Leben gefüllt wird. Kunst und Kultur auf der einen Seite und chemische Wissenschaft und Forschung auf der anderen Seite sollen sich gegenseitig befruchten, sollen voneinander lernen und profitieren, das ist der Zweck der Stiftung.
Auch der Chemiker und Philosoph Wilhelm Ostwald, Mitbegründer der Physikalischen Chemie und Nobelpreisträger 1909 war ein Grenzgänger, zwischen Chemie und Physik, zwischen Naturwissenschaften und Philosophie. In seinem Geiste wurde die Stiftung gegründet, denn auch der Stifter, Dr. Wolfgang Johannes Hönle, arbeitete viele Jahre im Bereich der Physikalischen Chemie und Festkörperforschung und ist damit ein Grenzgänger zwischen Chemie und Physik.
Es passt daher sehr gut, dass das erste geförderte Projekt der Wolfgang Johannes Hönle-Stiftung der Ausstellung einer Künstlerin gilt, die gleichzeitig als Wissenschaftlerin am Berliner Fritz-Haber-Institut tätig ist. Dr. Sabine Wrabetz greift in ihren Werken immer wieder Themen aus der Chemie, etwa Katalyse, auf und verknüpft daher die beiden Elemente Kunst und Chemie auf ideale Weise.

Dr. Matthias Urmann
Präsident der Gesellschaft Deutscher Chemiker 2018-2019

Es ist für mich eine besondere Freude und auch Ehre, an diesem Institut, an dem ich die letzten Jahre (seit 1996 bis 2012) meiner Tätigkeit bei der MPG verbrachte, nunmehr das erste Projekt meiner Stiftung realisiert zu sehen. Freude deshalb, weil ich gerne in Dresden tätig war und jetzt das Glück habe, nach einigen Jahren, hierher nochmal kommen zu können.
Die Alleinstellungsmerkmale der Stiftung werden dadurch charakterisiert, dass sie ganz im Sinne eines Disziplinen übergreifenden Brückenschlages nach Wilhelm Ostwald und auch einer Grenzen überschreitenden Interaktion im Sinne meines Doktorvaters H. G. von Schnering agiert, aber auch eine unbürokratische Förderung für junge Wissenschaftler ermöglicht, wie ich es bei meiner 37-jährigen Tätigkeit in der Max-Planck-Gesellschaft erfahren durfte. Daher ist es nicht verwunderlich, dass dieses Institut nicht nur mir, sondern auch meinem Doktorvater und den früheren Kollegen, sehr am Herzen liegt.

Was lag daher näher, als den Vorschlag eines Weggenossen bei der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft aufzugreifen und dem einstimmigen Votum des Stiftungsbeirates zu folgen, die Ausstellung „Chemistry meets Art“ einer begeisterten Künstlerin und Wissenschaftlerin an diesem Ort auszurichten.
Die wissenschaftliche Mitarbeiterin des Fritz-Haber-Institutes Berlin, Frau Dr. Sabine Wrabetz, verkörpert in ihren Arbeiten genau das Leitthema der Stiftung, nämlich Kunst und Chemie zu einem symbiotischen Miteinander zu vereinen.

Es ist nicht die erste Ausstellung am Institut, aber sie ist vielleicht der Beginn einer neuen Ausstellungsserie, die trotz zahlreicher Wechsel und damit einhergehender Pausen hoffentlich auch in Zukunft fortgeführt wird.
Gewiss ist so eine Ausstellung nicht ohne Weiteres auf die Beine zu stellen, sondern erfordert die Mitwirkung zahlreicher Beteiligter, denen ich an dieser Stelle für ihr unermüdliches Engagement danken möchte. Insbesondere sei dem Institut herzlich gedankt, das selbstlos die Organisation und Gestaltung übernahm und somit wesentlich zum Gelingen der Ausstellung beiträgt.

Dr. Wolfgang Hönle
Wolfgang Johannes Hönle-Stiftung “Kunst und Chemie”

It is a pleasure to welcome to our Institute this exhibition sponsored by the Wolfgang Johannes Hönle Foundation for Art and Chemistry. Herr Hönle is well known to us all from his time here at the Institute, and his Foundation does many good things for young scientists. We also strongly support the ethos of both the Foundation and the art that will be exhibited, namely the fact that art and science have strong links. These can come to be overlooked all too easily, so it is particularly important that exhibitions like these take place, and particularly appropriate that our Institute contributes to hosting them. We hope that everyone enjoys, and learns from, the experience.

Prof. Dr. Andrew P. Mackenzie
Geschäftsführender Direktor / Managing Director MPI Chemische Physik fester Stoffe

Dr. Sabine C. Wrabetz

In Berlin geboren und ausgebildet, gesamtes Familien- und Arbeitsleben in Berlin, verheiratet, 2 Söhne (1991, 1996)

born in Berlin, studied, works and lives there
married, 2 sons (1991, 1996)

Mein wissenschaftliches Leben
My scientific part of life

Nach meiner Berufsausbildung als Chemielaborantin und dem Abitur arbeitete ich zunächst als Laborantin in der chemisch-pharmazeutischen Industrie, bevor ich ein Studium der Verfahrenstechnik aufnahm. Nach meinem Diplom trat ich in ein Ölfilter- und Kunststoffrecycling-Unternehmen ein, um praktische Erfahrungen zu sammeln. Ich merkte jedoch, dass mein Herz der Wissenschaft gehört und wurde Doktorandin am Fritz-Haber-Institut (FHI) der Max-Planck-Gesellschaft, Abteilung Anorganische Chemie, und schrieb meine Doktorarbeit (1994 - 1999) über "Structure activity relationship of Ru exchanged zeolite-Y for ammonia synthesis". Mein Doktorvater ist Prof. Robert Schlögl.
Seit 1999 arbeite ich als Wissenschaftlerin am FHI auf dem Gebiet der Oberflächencharakterisierung von heterogenen Katalysatoren mit Mikrokalorimetrie und Spektroskopie, in situ und operando. Darüber hinaus fungiere ich als administrative Stellvertreterin des Abteilungsleiters.

After my vocational education as a chemical laboratpry assistent and the high school, I first worked as a laboratory assistant in chemical/pharmaceutical industry before taking up studies of process engineering. After my diploma, I joined an oil filter and plastics recycling company to get some practical experience. However, I learnt that my heart is with science and I became a PhD student at Fritz-Haber-Institut (FHI) of the Max Planck Society, Department of Inorganic Chemistry and wrote my thesis (1994 - 1999) about "Structure activity relationship of Ru exchanged zeolite-Y for ammonia synthesis" (supervision by Prof. Dr. R. Schlögl, 1994-1999)
Since 1999, I have been working as a senior scientist at FHI in the field of surface characterization of heterogeneous catalysts with microcalorimetry and spectroscopy, in situ and operando. Furthermore, I act as the administrative deputy to the Department Director.

Mein künstlerisches Leben
My artistic life
www.beegallery.de

Nachdem die Kinder auf eigenen Füßen standen, bin ich auf der Suche nach neuen Herausforderungen fast zufällig auf die Malerei gestoßen. Mein Mann hatte dann mein aufkommendes Interesse sofort aufgegriffen und mir ein kleines Atelier in einem der nun frei gewordenen Kinderzimmer eingerichtet. Von dieser Stunde an war ich in jeder freien Minute in MEINEM KLEINEN ATELIER.

Searching for new challenges after the children grew up and became independent, I came across painting more or less by chance. As my husband learnt of my new interest, he immediately arranged for a small studio in one of children's rooms that were now free. Henceforth, I spent every free moment in MY LITTLE STUDIO.

Kunstrichtung - abstrakte Malerei (seit 2015)
Art movement - abstract painting (since 2015)

Materialien	Acryl (Pasten, Spray, Stifte, spezielle Mischungen) und Materialien (Sand aus fernen Regionen, Gewebe, Metall, Strukturpasten, Glas, Glasbruch aus dem Chemielabor, Plastik, Katalysator-Materialien usw.)
Techniken	Pinsel, Airbrush, Spachtel, Natur-Schwämme, Haushaltsgeräte usw.
Themen	Heterogene Katalyse, aktuelle Themen wie „Black Holes" oder „Plastic Pollution", mein Berlin, Musik, Akte, Landschaften usw.
Materials	*Acrylic (pastes, spray, pencils, and special mixtures) and materials (sand from remote countries, tissue, metal, structure pastes, glass, laboratory cullet, plastic, catalyst material etc.)*
Applied techniques	*paintbrush, airbrush, palette-knife, sponges, use of household appliances*
Main topics	*Heterogeneous Catalysis, topical issues such as „Black Holes" or „Plastic Pollution", My Berlin, Music, Nudes, Landscapes etc.*

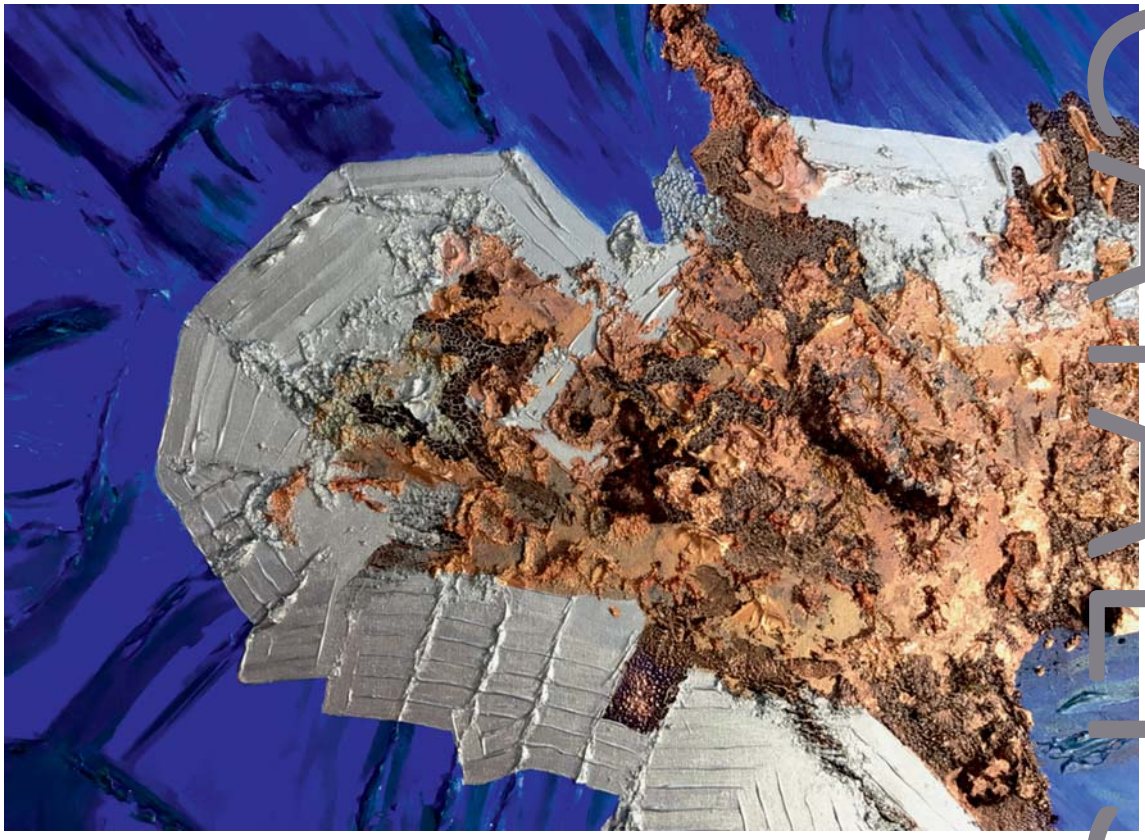
Ausstellungen
Exhibitions

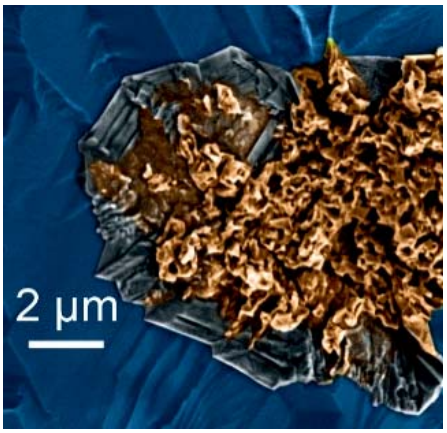
- seit 2016	Thema „Berlin", Fritz-Haber-Institut der MPG
- 2016	Thema „Musik": Fit in Musik; Berlin-Zehlendorf
- Sept. 2017	Thema „Katalyse", Thermodynamik Kolloquium TU Dresden
- 2017	Eröffnung der „Bungalow Gallery" in Berlin-Dahlem
- seit 2017	Thema „Katalyse", Fritz-Haber-Institut der MPG
- Jan. 2018	Thema „It´s time", Fritz-Haber-Institut der MPG
- Sept. – Dez. 2018	Thema „3. Oktober", Fritz-Haber-Institut der MPG
- Dez. 2018 – Apr. 2019	Thema „Berlin", Kulturhaus Spandau in Berlin
- 14.09.2018	Thema „Catalysis meets Art" & „Plastic pollution" MPG-Tag im Festsaal Kreuzberg, https://wonachsuchstdu.mpg.de/

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Robert Schlögl, der mich motiviert hat, meine wissenschaftlichen Bilder in unserem Institut der Öffentlichkeit zu präsentieren.
Dank an unsere Chemielaborantin, Frau Jasmin Allan, die für meine Kunst geeigneten Chemie-Glasbruch gesammelt hat. Dank an den ehemaligen Werkstattleiter, Herrn Petrik Bischoff, der für "BIOKATALYSE-ENZYME" die verschiedenen Metallspäne hergestellt hat.

CATALYSIS



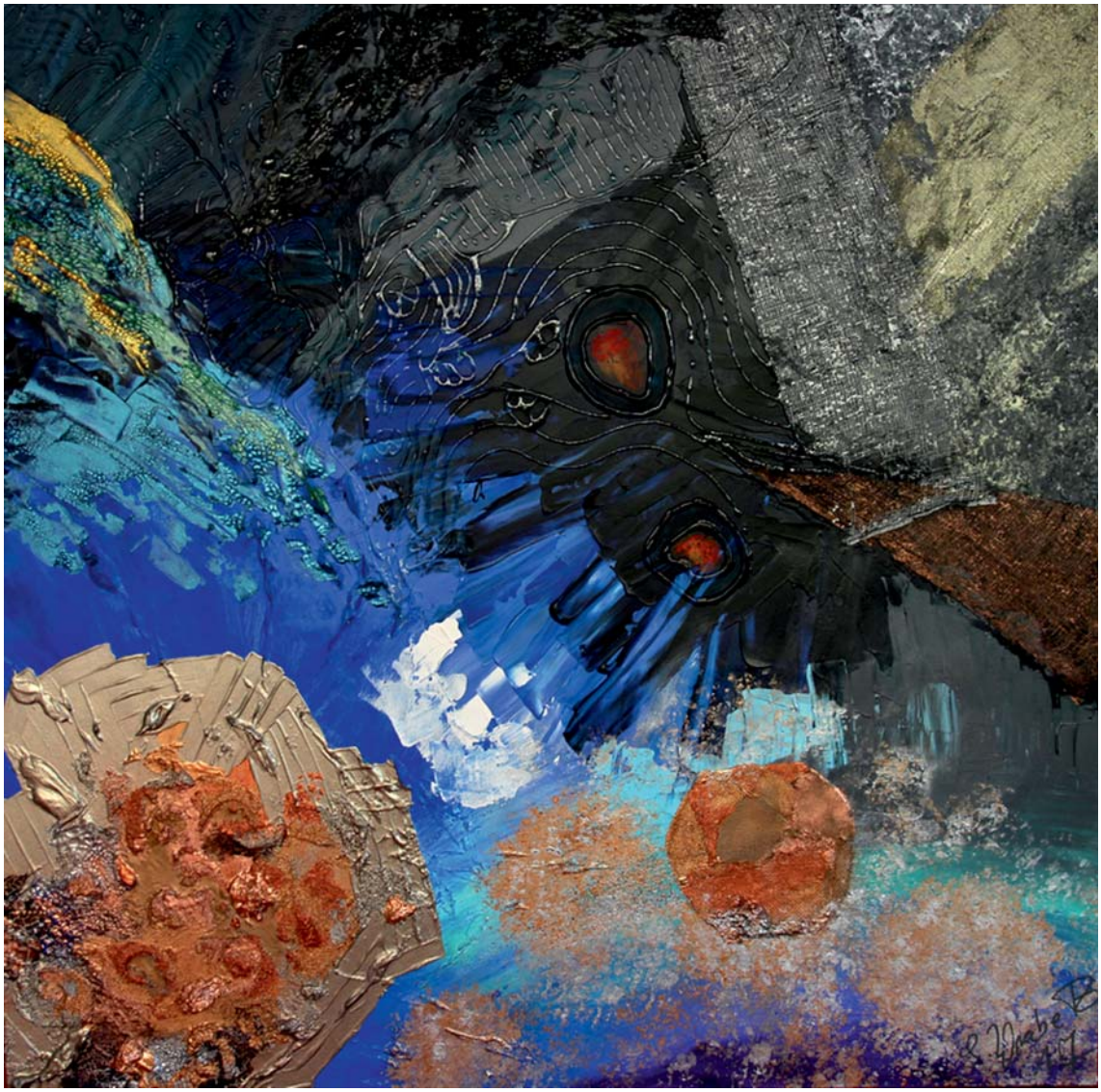


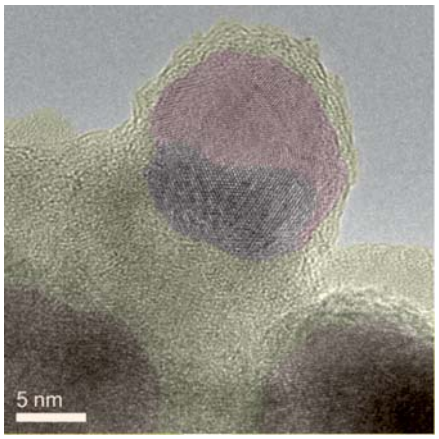
Die Oxidation von Kupfer-Katalysatoren während der Ethylen-Epoxidierung.

The oxidation of copper catalysts during ethylene epoxidation.

Phys.Chem.Chem.Phys. 17, 2015, 25073-25089.

IN SITU ESEM VON GRENZFLÄCHENMODIFIZIERTEM WACHSTUM VON CU-OXID AUF CU (2017)
IN SITU ESEM OF FREE AND CONSTRAINED GROWTH OF CU OXIDE ON CU (2017)
Acryl, Kupfer, Kupferoxid, Strukturpaste, Spachteltechnik, Spezialpaste
800x500 mm





TEM-Aufnahme eines Cu-Partikels
TEM image of a Cu particle

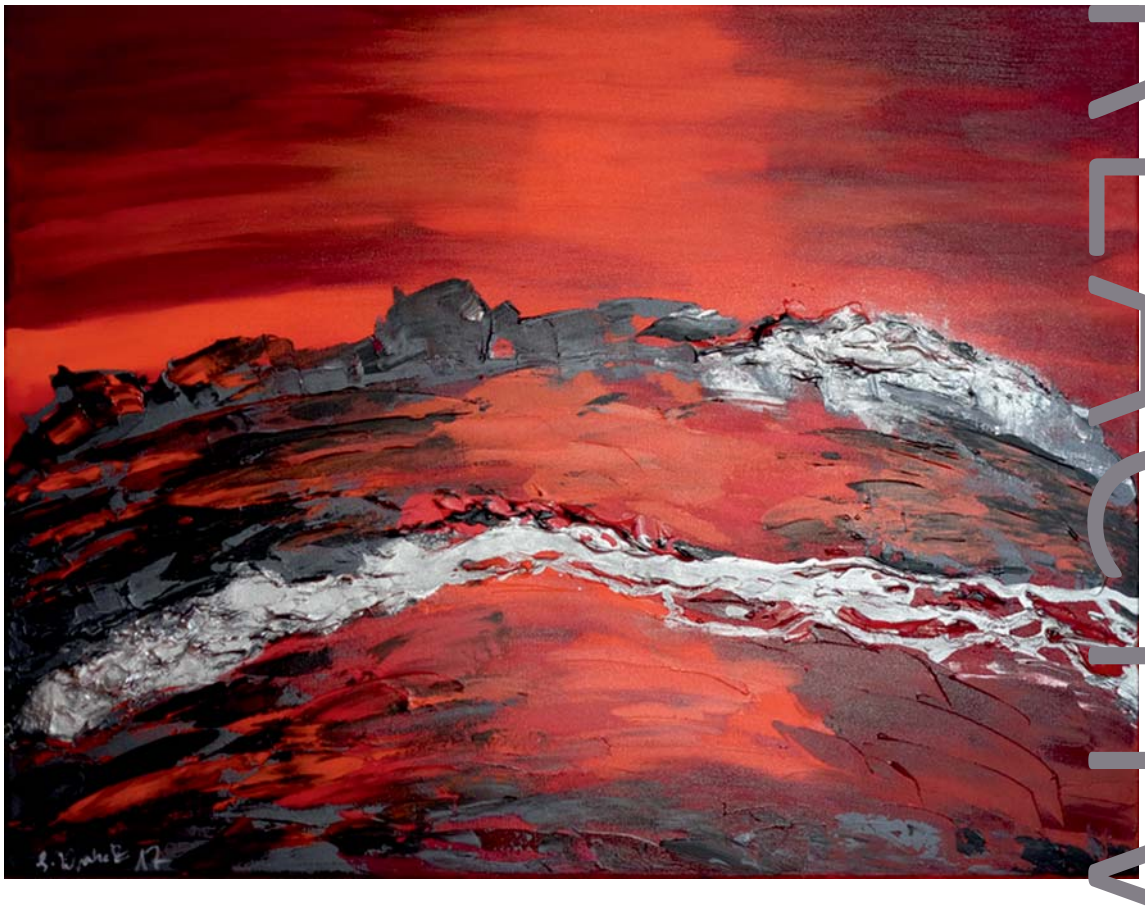
Dieses Gemälde zeigt einen Ausschnitt eines Cu,Zn-basierten Katalysators während der Methanolsynthese.

This painting shows an excerpt from Cu-Zn-based catalyst during methanol synthesis.

The Active Site of Methanol Synthesis over $Cu/ZnO/Al_2O_3$ Industrial Catalysts.
Science 18 May 2012: Vol. 336, Issue 6083, pp. 893-897
DOI: 10.1126/science.1219831

HETEROGENE KATALYSE (2017)
HETEROGENEOUS CATALYSIS (2017)
Acryl, Strukturpaste, Spezialpasten, Stoffgitter, Window Color, Metalle, Spachteltechnik
1000x1000 mm

REACTIVITY



Untersuchung der katalytischen Partialoxidation von Methan an Platin mittels Messung ortsaufgelöster Reaktorprofile, räumlich aufgelöster Spektroskopie und mikrokinetischer Modellierung.

Catalytic partial oxidation of methane on platinum investigated by spatial reactor profiles, spatially resolved spectroscopy, and microkinetic modeling.

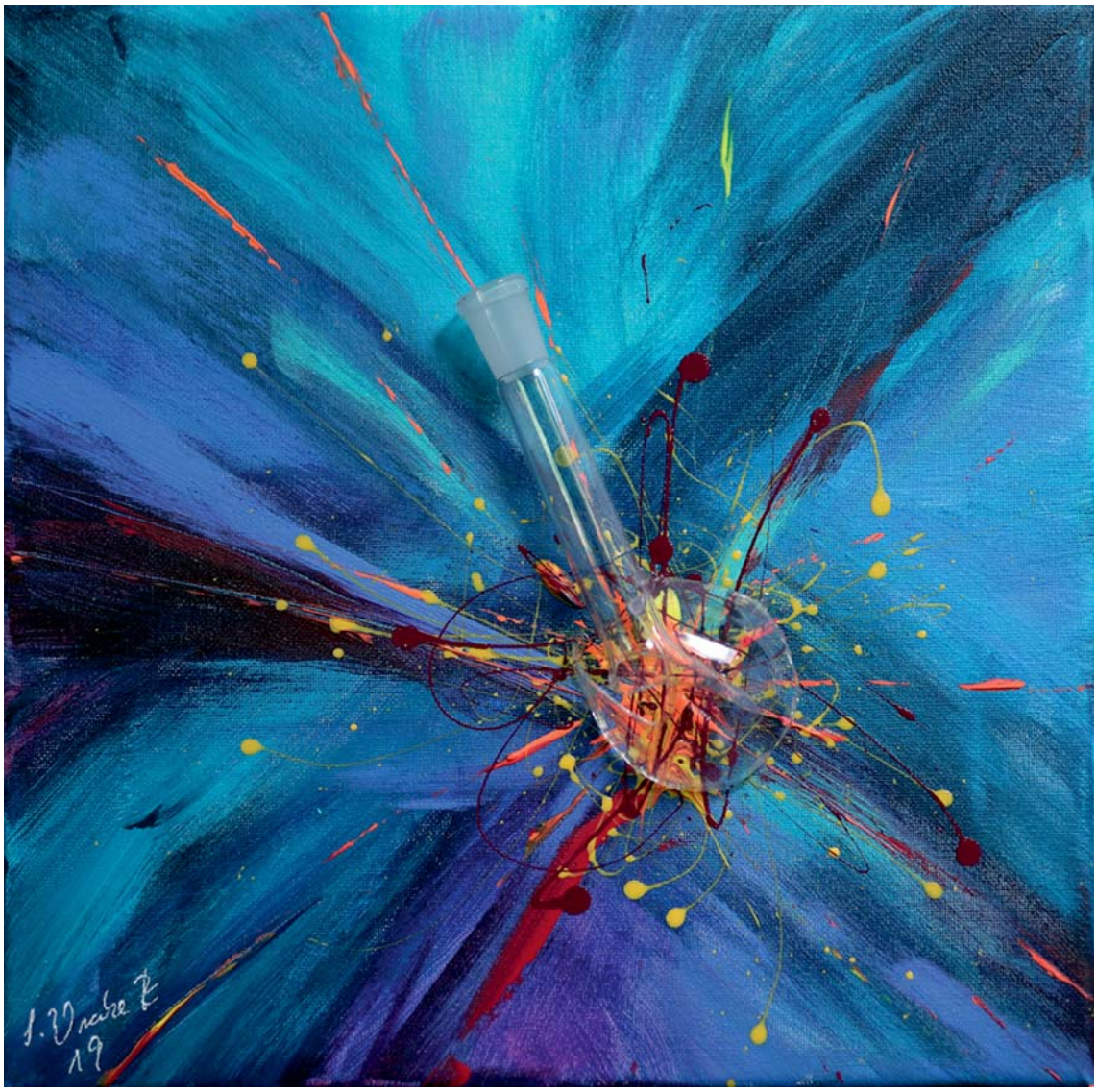
Journal of Catalysis 297 (2013) 1–16.

HOCHTEMPERATUR-KATALYSE MIT PT (2017)
HIGH TEMPERATURE CATALYSIS ON PT (2017)
Acryl, Silber, Strukturpaste, Spachteltechnik, Spezialpasten, Glasbruch
700x500 mm

Als exotherm bezeichnet man in der Thermodynamik Prozesse oder Reaktionen, bei denen Energie in der Regel in Form von Wärme, Licht, Strom oder Schall vom betrachteten System an die Umgebung abgegeben wird.

In thermodynamics the term exothermic process describes a process or reaction that releases energy from the system to its surroundings, usually in the form of heat, but also in a form of light, electricity or sound.

EXOTHERMIE 2 (2019)
EXOTHERMICITY 2 (2019)
Acryl, Gewebe, Glasbruch, Farbpulver, Window Color-Transparent
300x300 mm



Ein endothermer Prozess ist jeder Prozess, bei dem die Energie in der Regel in Form von Wärme aus der Umgebung aufgenommen wird.

An endothermic process is any process which requires or absorbs energy from its surroundings, usually in the form of heat.

ENDOTHERMIE 2 (2019)
ENDOTHERMICITY 2 (2019)
Acryl, Gewebe, Glasbruch, Farbpulver, Window Color-Transparent
300x300 mm

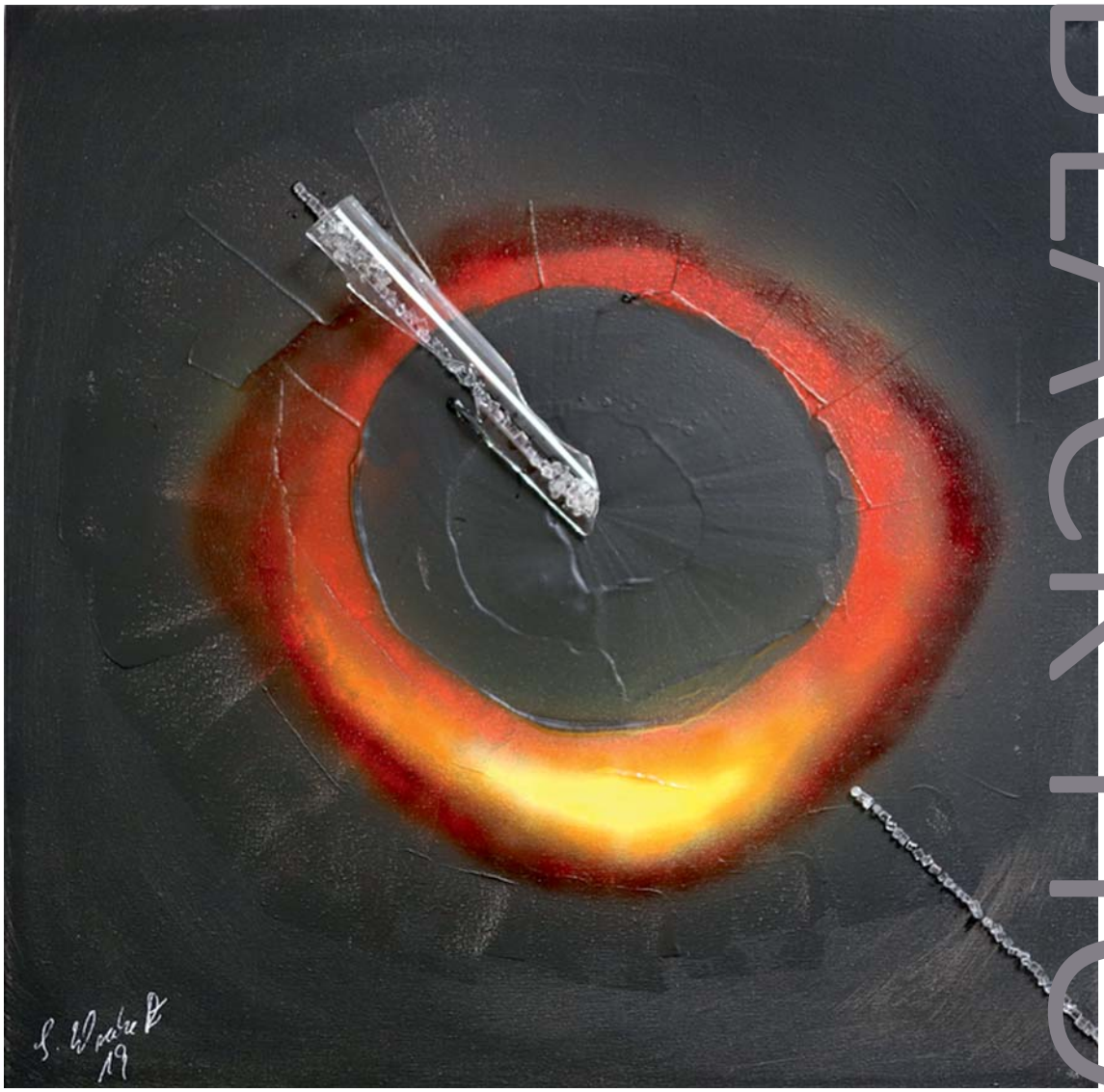
Eine chemische Reaktion ist ein Prozess, bei dem eine oder meist mehrere chemische Verbindungen in andere umgewandelt werden.

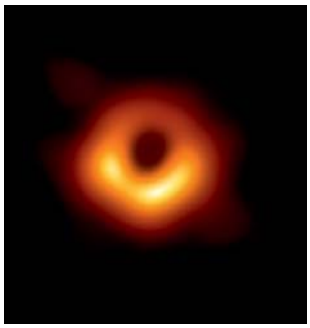
A chemical reaction is a process that leads to the chemical transformation of one set of chemical substances to another.

IUPAC, Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book") (1997). Online corrected version: (2006–) "chemical reaction". doi:10.1351/goldbook.C01033

REAKTION (2019)
REACTION (2019)
Acryl, Glas, Polyurethan, Window Color-Transparent
300x300 mm

BLACK HOLES



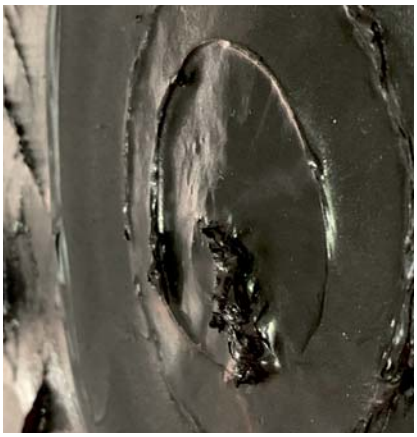


Wissenschaftler haben mit Hilfe des Event Horizon Teleskops das erste Bild eines Schwarzen Lochs im Zentrums der Galaxie M87 aufgenommen. Im Zentrum eines Schwarzen Lochs befindet sich eine Gravitations-Singularität, ein eindimensionaler Punkt, in dem sich eine riesige Masse auf unendlich kleinem Raum befindet, wo Dichte und Schwerkraft sowie die Raum-Zeit-Kurven unendlich werden und wo die Gesetze der Physik, wie wir sie kennen, aufhören zu wirken.

Scientists have obtained the first image of a black hole, using Event Horizon Telescope observations of the center of the galaxy M87. In the center of a black hole is a gravitational singularity, a one-dimensional point which contains a huge mass in an infinitely small space, where density and gravity become infinite and space-time curves infinitely, and where the laws of physics as we know them cease to operate.

Event Horizon Telescope Collaboration
https://eventhorizontelescope.org/

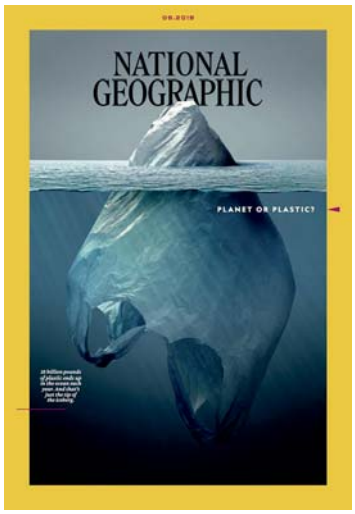
SCHWARZES LOCH JETSTREAM 1 (2019)
BLACK HOLE JET STREAM 1 (2019)
Acryl, Airbrush, Spachtel, Schwamm, Glasbruch
400x400 mm



SCHWARZES LOCH - DIE GRAVITATIONS-SINGULARITÄT (2019)
BLACK HOLE - GRAVITATIONAL SINGULARITY (2019)
Acryl, Strukturpaste, Acrylpaste, Spachtel
500x500 mm

SCHWARZES LOCH JETSTREAM 2 (2019)
BLACK HOLE JET STREAM 2 (2019)
Acryl, Spachtel, Glasbruch, Gewebe
400x400 mm

PLASTIC WASTE

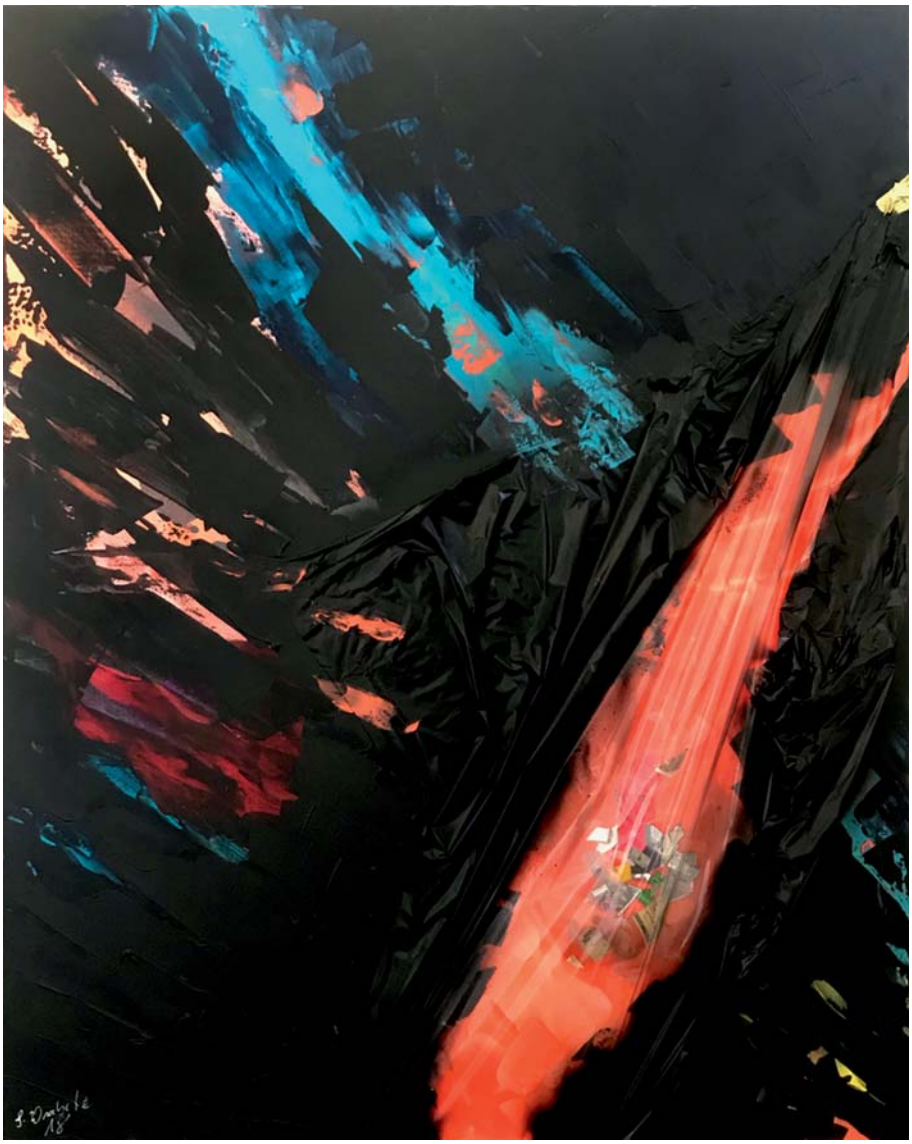


"Planet or Plastic" ist die Titelgeschichte in der Juni-Ausgabe des "National Geographic Magazine" des Jahres 2018.

"Planet or Plastic" is the cover story on the June 2018 issue of "National Geographic Magazine.

POLKAPPEN-DESASTER (2018)
POL CAPS DISASTER (2018)
Acryl, Spachtel, gebrauchte Plastiktüte
600x600 mm

POLKAPPEN-DESASTER 2 (2018)
POL CAPS DISASTER 2 (2018)
Acryl, Spachtel, gebrauchte Plastiktüte
600x600 mm



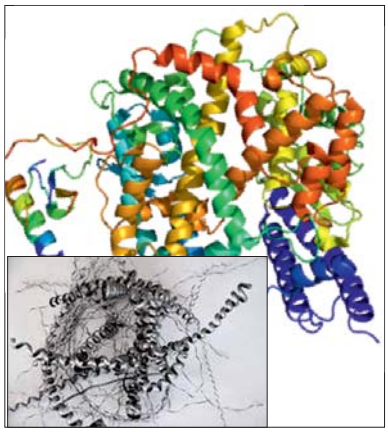
Albatros auf den Midway-Atoll
Foto: Chris Jordan (CCBY 2.0);
global-Magazin für nachhaltige Zukunft

ANREICHERUNG (2018)
ENRICHMENT (2018)
Acryl, Spachtel, Acrylspray, Autolack, originale Plastikverpackung dieses Keilrahmens, Plastikmüll, Metallgitter, Window Color-Transparent, Goldpulver
800x1000 mm

TIEFGANG (2018)
DEPTH (2018)
Acryl, Spachtel, Acrylspray, Autolack, Goldpulver, originale Plastikverpackung dieses Keilrahmens, Spiegelglasscherben, Heat Transfer-Perlen
600x600 mm

TROCKENE ERDE (2018)
DRY EARTH (2018)
Acryl, Acrylpaste, Spachtel, Acrylspray, Autolack, originale Plastikverpackung dieses Keilrahmens, getrocknete Pflanzen aus China
600x600 mm

CATALYSIS

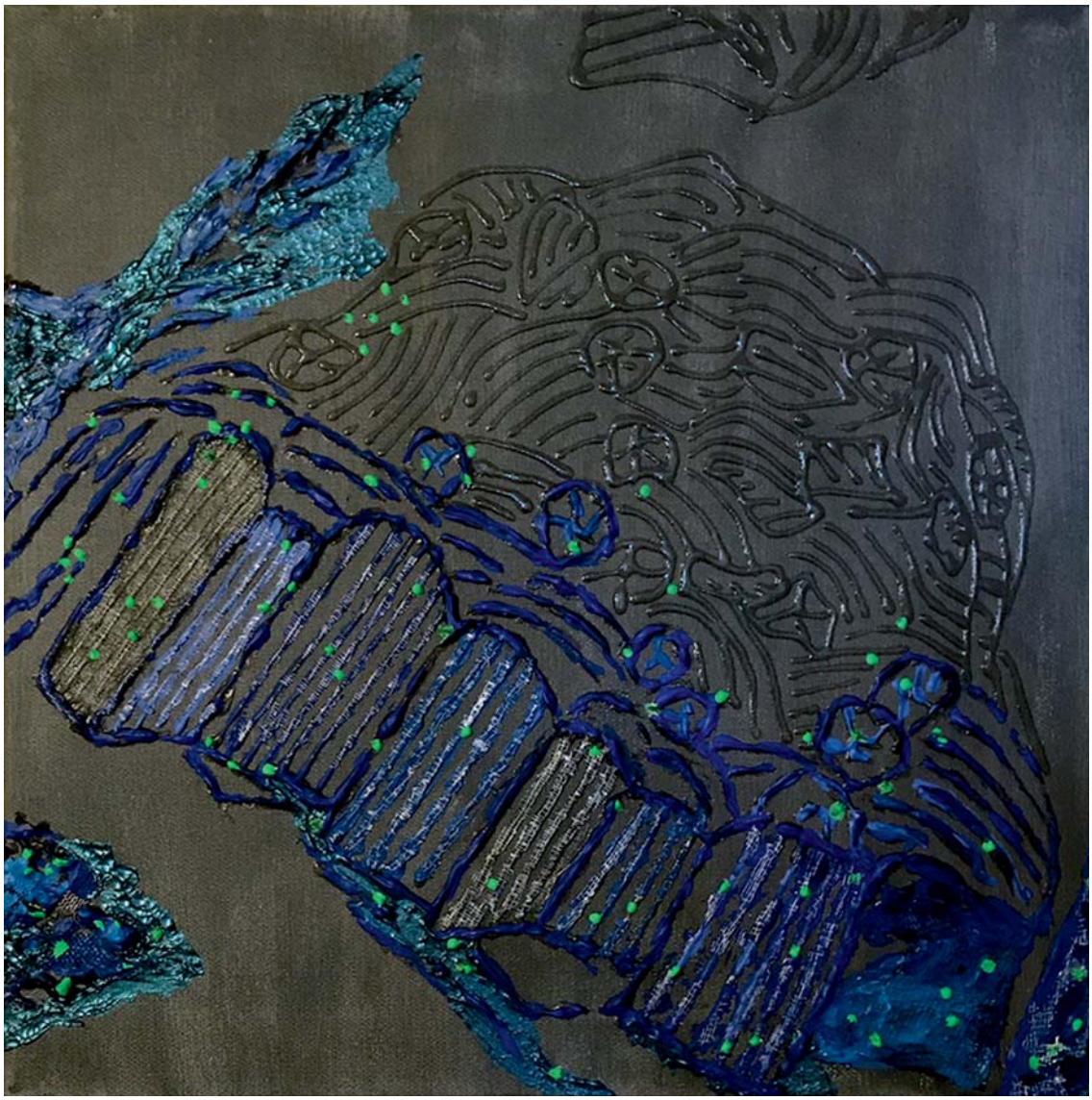


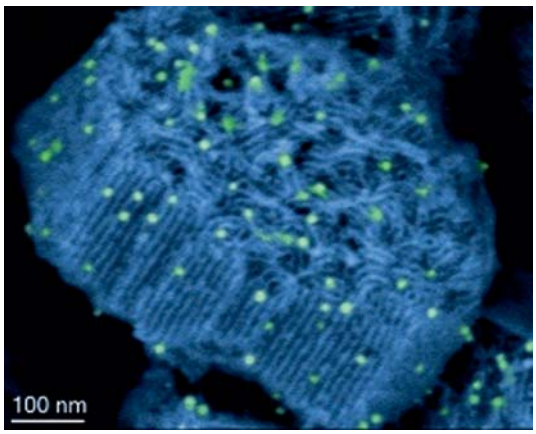
Das Angiotensin konvertierende Enzym 2 (ACE 2) ist eine exo-Peptidase, die die Umwandlung von Angiotensin I zum Nonapeptid-Angiotensin oder zum Angiotensin katalysiert. ACE 2 hat direkte Auswirkungen auf Herzfunktion, was sich überwiegend in den vaskulären Endothel-Zellen des Herzens und der Nieren bemerkbar macht.

Angiotensin converting enzyme 2 (ACE 2) is an exopeptidase that catalyses the conversion of angiotensin I to the nonapeptide angiotensin, or the conversion of angiotensin I to angiotensin. ACE 2 has direct effects on cardiac function, and is expressed predominantly in vascular endothelial cells of the heart and the kidneys.

Originally published Sep 2000; https://doi.org/10.1161/01.RES.87.5.e1

BIOKATALYSE-ENZYME (2017)
BIOCATALYSIS-ENZYMES (2017)
Acryl, Spezialpasten, Metallspäne, Palmenholz aus Orlando
300x300 mm



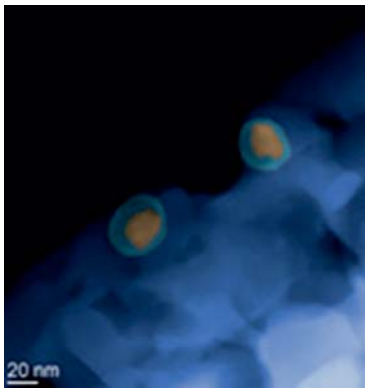


Ursprüngliche TEM-Aufnahme
Original TEM image

SBA-15 ist ein interessantes mesoporöses Siliciumdioxidmaterial mit hochgeordneten Nanoporen und einer großen Oberfläche, das als Katalysatorträger weit verbreitet ist.

SBA-15 is an interesting mesoporous silica material having highly ordered nanopores and a large surface area, which is widely employed as catalyst supports.

METALLPARTIKEL AUF SBA-15 (2017)
METAL PARTICLES ON SBA-15 (2017)
Acryl, Window Color, Spezialpasten, Stoffgitter
400x400 mm



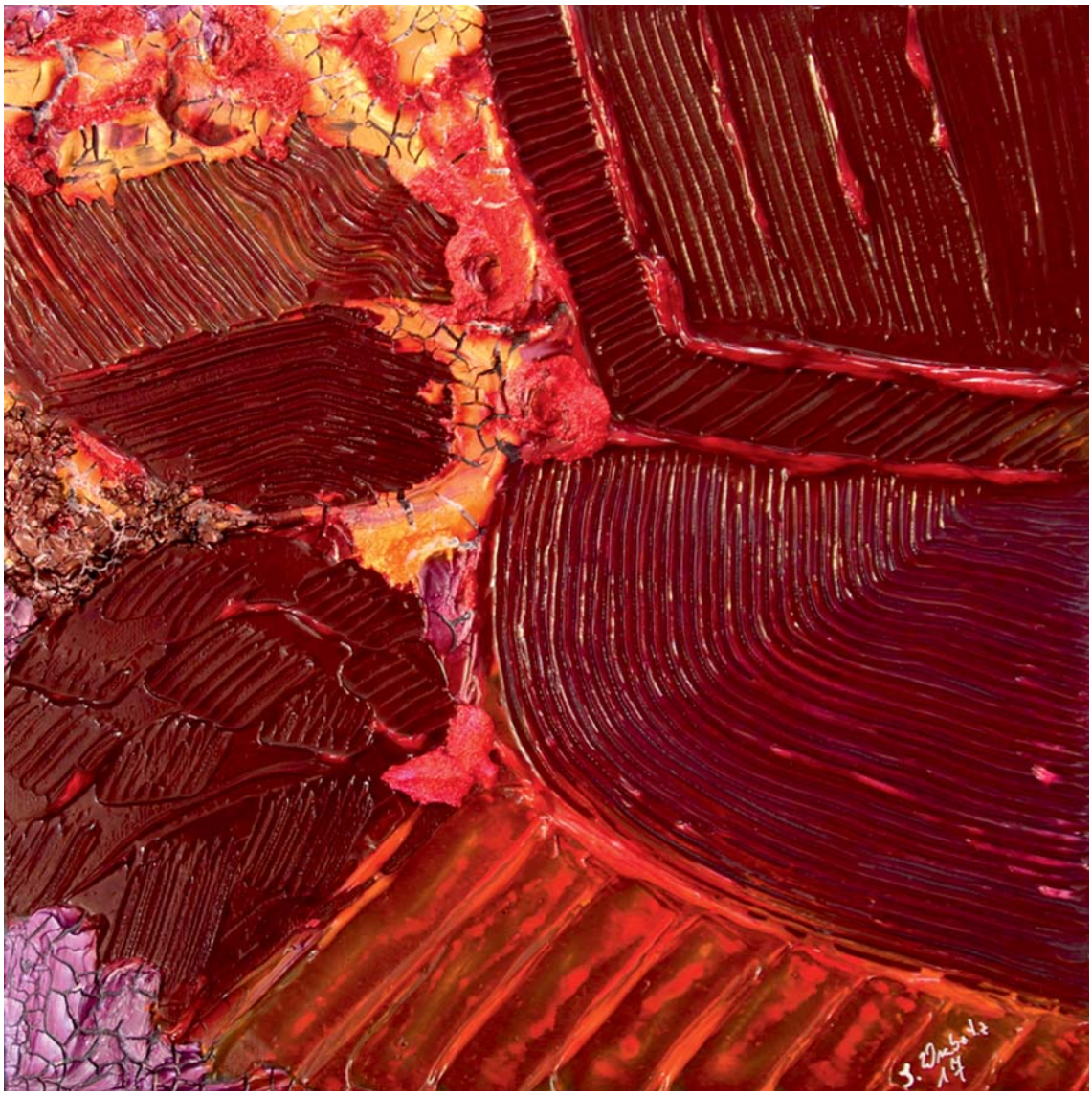
Ursprüngliche TEM-Aufnahme
Original TEM image

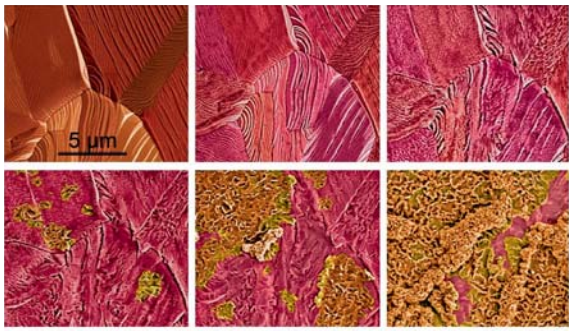
Photodeposition von Kupfer und Chromoxid auf Galliumoxid: Die Rolle von Co-Katalysatoren bei der photokatalytischen Wasserspaltung.

Photodeposition of Copper and Chromia on Gallium Oxide: The Role of Co-Catalysts in Photocatalytic Water Splitting.

ChemSusChem 2014, 7, 1030-1032.
DOI: 10.1002/cssc.201301065

SYNERGISTISCHE KERN-SCHALE STRUKTUR FÜR DIE PHOTOKATALYTISCHE WASSERSPALTUNG (2017)
SYNERGISTIC CORE-SHELL STRUCTURE FOR PHOTOCATALYTIC WATER SPLITTING (2017)
Acryl, Window Color, Spachteltechnik
400x400 mm

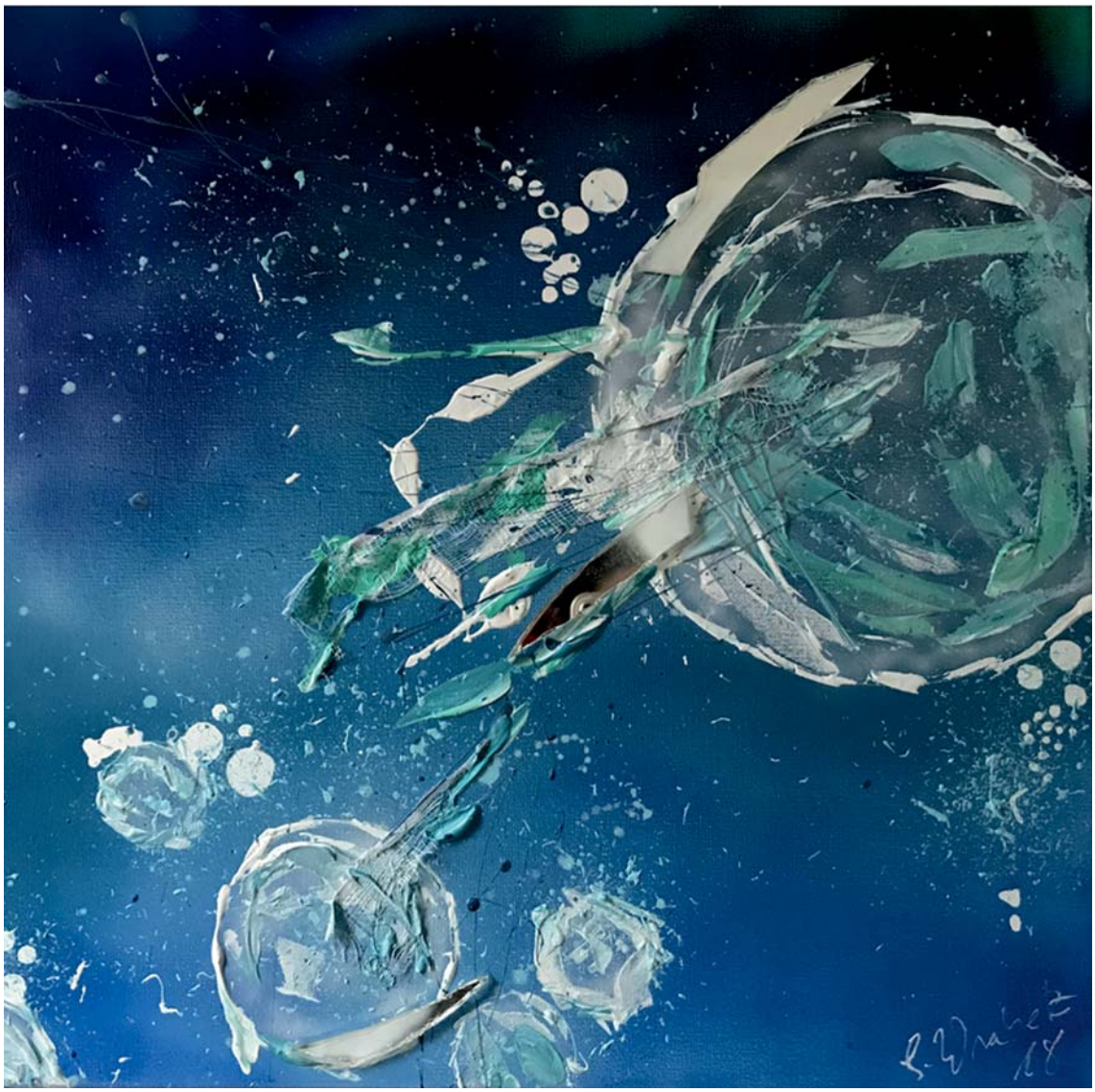


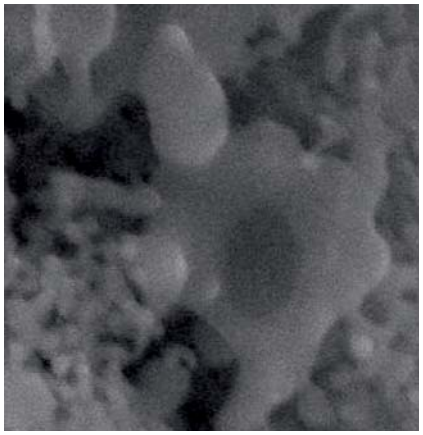


SEM von der Oxidation eines polykristalinen Cu-Films.
SEM of the oxidation of a polycrystalline Cu-film.

Cao, J. (2019) Dynamics of metal catalysts under reaction conditions studied by ESEM. PhD Thesis, TU-Berlin

OXIDATION EINES POLYKRISTALLINEN CU-FILMS (2017)
OXIDATION OF A POLYCRYSTALLINE CU FILM (2017)
Acryl, Strukturpaste, Airbrush
400x400 mm





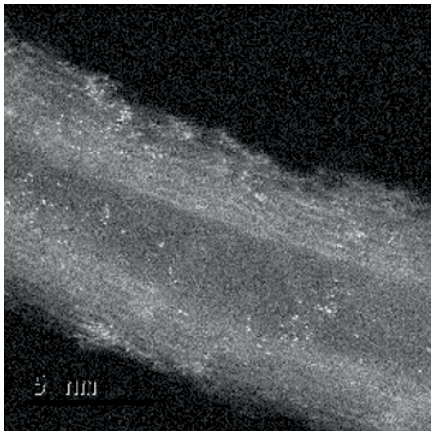
ESEM-Aufnahme des K-V/Aerosils in synthetischer Luft bei 449 °C
Original ESEM image of K-V/Aerosil under syn air at 449°C

Dieses Gemälde zeigt einen Siliziumdioxid-geträgerten Vanadium-Flüssigphasenkatalysator für die oxidative Dehydrierung von Propan (ODP).

This painting reflects a silica-supported vanadia-based liquid phase supported liquid phase (SLP) catalyst for the oxidative dehydrogenation of propane (ODP).

Ahi, H. (2017): Liquid phase catalysts.
PhD Thesis, TU-Berlin

FLÜSSIGPHASENKATALYSATOR (2018)
LIQUID-PHASE CATALYST (2018)
Acryl, Airbrush, Spachteltechnik, Spiegel, Gewebe
400x400 mm



Ursprüngliche TEM-Aufnahme
Original TEM image

Atomar disperses Vanadiumoxid auf mehrwandigen Kohlenstoffnanoröhren, erhalten durch Atomlagenabscheidung: Eine Multiparameter-Optimierung.

Atomically dispersed vanadium oxide on multiwalled carbon nanotubes via atomic layer deposition: A multiparameter optimization.

Journal of Vacuum Science & Technology A36, 01A126 (2018)
DOI: 10.1116/1.5006783

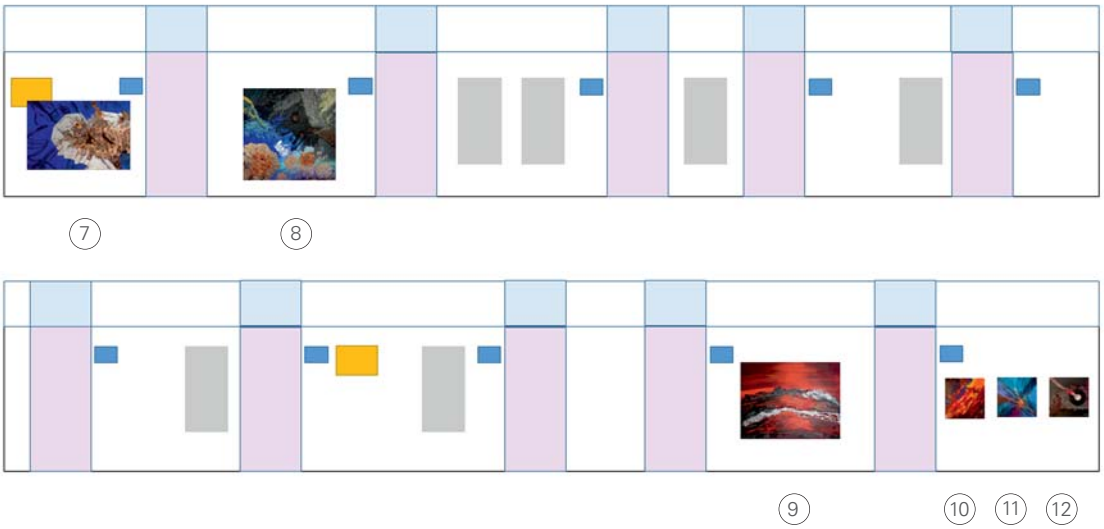
VANADIUM AUF CNT (2017)
VANADIUM ON CNT'S (2017)
Acryl, Tupftechnik, Stoffgitter
400x400 mm

GRÜNE CHEMIE (2019)
GREEN CHEMISTRY (2019)
Acryl, spez. Acrylmischung, Spachtel, defektes Glas aus dem Chemielabor, Polyurethan aus der Exp.-Vorlesung, Plastik aus dem Krankenhaus, Mohnblume vom Ind.-Gelände der BASF Mai 2019, Korn von der Domäne-Dahlem
700x500 mm

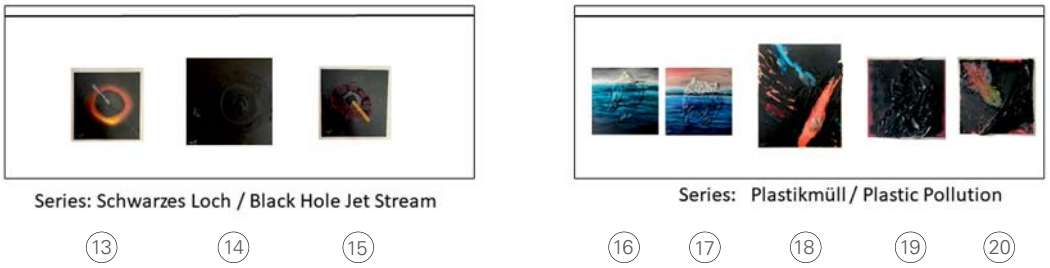
Ausstellungsplan am MPI CPfS
Exhibition plan at the MPI CPfS

○ Seitennummer
○ *page number*

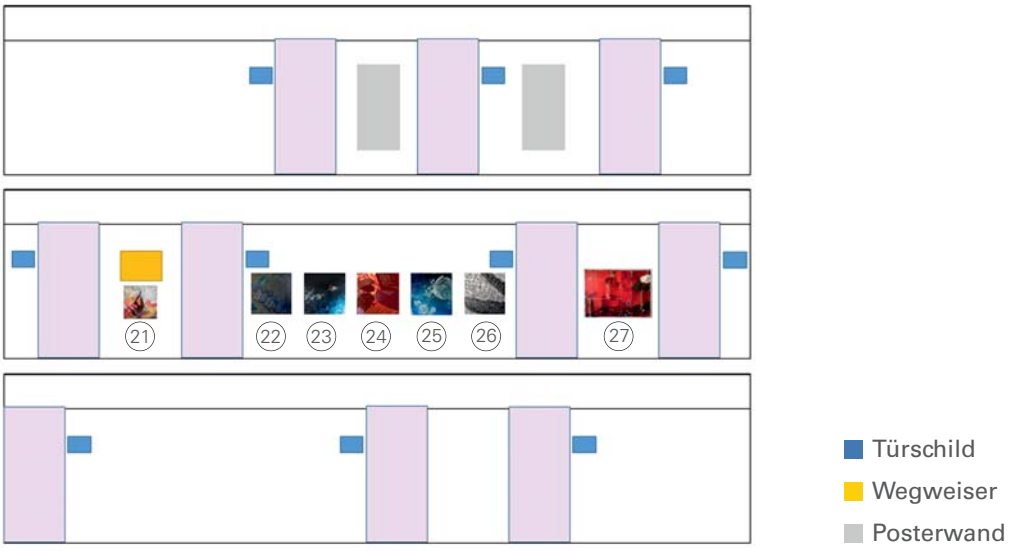
Erdgeschoss (Ebene 2)



Erdgeschoss (Ebene 2), Wintergartenfront



2. Obergeschoss (Ebene 4)



ISBN 978-3-947197-14-9