

Masterarbeit

Ultrastrukturelle Untersuchungen an galvanisch abgeschiedenem Kupfer

zur Erlangung des akademischen Grades Master of Arts (MA)
an der Universität für angewandte Kunst Wien
Institut für Bildende und Mediale Kunst

Vorgelegt von Mag. rer. nat. Leon Ploszczanski

Matrikelnummer: 0106633

Studienrichtung: Angewandte Mediengestaltung - Art & Science Visualization

Studienkennzahl: S 066 776

Betreuer: Univ. Prof. Virgil Widrich

Wien, im Mai 2011

„Denn wahrhaftig steckt die Kunst in der Natur, wer sie heraus kann reißen, der hat sie.“
– Albrecht Dürer, Vier Bücher von menschlicher Proportion, 1528

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Abstract	1
Einleitung	2
Zu den galvanischen Arbeiten von Tassilo Blittersdorff	5
Visualisierung	7
Material und Methoden	8
Bildträger	8
Versuchsaufbau	8
Auswertung	9
Ergebnisse	10
Versuch auf glattem Karton vom 07.04.2011	12
Versuch auf rauhem Karton vom 07.04.2011	20
Versuch auf glattem Karton vom 11.04.2011	28
Versuch auf rauhem Karton vom 11.04.2011	36
Versuch auf glattem Karton vom 13.04.2011	44
Versuch auf rauhem Karton vom 13.04.2011	52
Versuch auf glattem Karton vom 18.04.2011	60
Versuch auf rauhem Karton vom 18.04.2011	68
Literatur	75
Abbildungsnachweis	76
Danksagung	80
Curriculum vitae	81

Zusammenfassung

Im Verlauf eines galvanischen Prozesses scheiden sich auf einem im Elektrolytbad befindlichen Halbleiter Kupfermoleküle ab. Dieser Vorgang ist in sich chaotisch und nur beschränkt steuerbar. Im Rahmen des Versuchsaufbaus werden durch Veränderung von Stromquelle, Oberflächentextur des Papiers und Zusatz eines Glanzbildners die Strukturvariationen in der Kupfermorphologie beeinflusst. Die anschließend entnommen Proben werden mit dem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Die Schichtdicke und die Oberflächenstruktur des abgeschiedenen Kupfers bestimmen die Farbpalette der Bilder (Endprodukt des Versuchsaufbaus)), die Oxidation der Oberfläche und die, dort nachweisbaren Kupferverbindungen (Cu_2O , CuO , CuSO_4 , CuCl , CuCN) scheinen in dieser Hinsicht eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Abstract

In the course of a galvanic process in an electrolytic bath, copper molecules precipitate on a sheet of paper coated with graphite as a semiconductor. This process is inherently chaotic and can only be controlled to a limited degree. Within the parameters of the experiment, structural variations of copper morphology can be influenced by changing the power source, the surface texture of the paper or by adding a brightening agent. Samples are subsequently examined under the scanning electron microscope. The thickness and the surface structure of the deposited copper primarily determines the colour range of the images (result of the experiment setup). The oxidation of the surface and the detectable copper compounds (Cu_2O , CuO , CuSO_4 , CuCl , CuCN) seem to play a minor role within this context.

Einleitung

Mich interessierte, wie sich durch Experimente künstlerische Objekte herstellen lassen, die sowohl die Ästhetik befriedigen als auch die wissenschaftliche Neugier wecken. Diese Objekte stellen nicht nur chemische und physikalische Fragen in den Raum, sondern berühren auch philosophische Fragen der Chaostheorie. Ich wollte daher diese galvanischen Kunstwerke, die für mich eine Synthese von Kunst und Wissenschaft darstellen unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten mit aktueller Labortechnologie genauer untersuchen. Glücklicherweise sah Tassilo Blittersdorff meine Bitte mir Arbeiten für diese Diplomarbeit zur Verfügung zu stellen, als eine Erweiterung seines ursprünglichen Konzepts, gab mir sein Einverständnis und ermöglichte mir selbst Probeblätter anzufertigen. Ich führe damit jetzt ein, vor über 20 Jahren, von jemand anderem begonnenes, sehr offenes Konzept weiter, kann in die Mikrostruktur dieser Kunstwerke eindringen und exakte Meßergebnisse dazu liefern.

Die Geschichte der Galvanotechnik beginnt Ende des 18. / Anfang des 19. Jhd., als Luigi Galvani während seiner Froschschenkelexperimente um 1780 auf das Phänomen der „fließenden“ Elektrizität aufmerksam wurde. Inspiriert durch die Erkenntnisse Galvanis entwickelte der italienische Physiker Alessandro Volta um 1800 eine erste galvanische Zelle. Diese Voltasche Säule kann als erste funktionierende galvanische Zelle angesehen werden. Eine galvanische Zelle wirkt wie eine Batterie und verwandelt chemische in elektrische Energie.¹

1936 wurden in der Nähe von Bagdad Reste eines Tongefäßes mit einem korrodierten Eisenstab, der mittels eines Teerpfropfens in einem unten geschlossenen Kupferzylinder gehalten wurde, gefunden. Wenn sich diesem Zylinder tatsächlich ein Elektrolyt befunden hat, wäre das die älteste Batterie der Welt.

Als Elektrolyt könnte z.B.: Zitronensäure, Essig, oder vergorener Wein gedient haben, auch Kupfersulfat war damals schon bekannt. Der damals in Bagdad tätige Archäologe Wilhelm König hat diese Fundstücke als erster publiziert² und sie der Zeit zwischen 248 und 226 vor unserer Zeitrechnung und der Kultur der Parther, die damals den heutigen Irak beherrschten, zugeordnet. König hat sich auch als erster vehement dafür ausgesprochen, daß diese Fundstücke ursprünglich als Batterie, mit deren Hilfe Schmuckstücke galvanisch vergoldet wurden, verwendet wurden.³

1 Kanani, N.: „Die Batterie der Parther“ Leuze (2005), S. 7-12

2 König, W.: „Ein galvanisches Element aus der Partherzeit?“ Forschungen und Fortschritte, 14 (1938) 1, S. 8-9

3 König, W.: „Ein galvanisches Element aus der Partherzeit?“ Technische Blätter. Wochenschrift zur Deutschen Bergwerks-Zeitung, (1938) 3, S. 80

Das Abscheiden von Metallionen aus einer Metallsalzlösung durch einen galvanischen Prozess ist die logische Weiterführung des Prinzips der galvanischen Zelle. Das Abscheiden von Kupfer aus einer Kupfersulfatlösung durch Gleichstrom wurde 1838 von dem Physiker Moritz Hermann von Jacobi in St. Petersburg das erste Mal beschrieben.⁴ Jacobi erfand auch die Galvanoplastik, die später von dem Chemiker Rudolf Christian Böttger verbessert wurde und im 19. und frühen 20. Jh. als Kunstgewerbetchnik eine große Rolle spielte. Böttger entwickelte noch verschiedene Verfahren zur galvanischen Beschichtung von Metallen.⁵

Im späten 19. und im Verlauf des 20. Jhs. wandelte sich das galvanische Beschichten von Metallen vom handwerklich-gewerblichen Prozess zur Technik der industriellen Oberflächenbeschichtung. Ihre Produkte weisen gleichmäßige Metallüberzüge auf und sind heutzutage als viel benutzte Bestandteile unserer Zivilisation überall verbreitet.

Der bildende Künstler Tassilo Blittersdorff begann ab 1989 mit elektrochemischen Prozessen sich selbstgestaltende Bilder auf grafitbeschichteten Trägern herzustellen. Das Zusammenwirken vieler Komponenten - von der Molekularstruktur der Grafitsschicht bis zu unterschiedlichen Spannungen und Stromstärken im elektrischen Feld bedingen, daß die Oberflächen unregelmäßig von Metallablagerungen bedeckt werden.⁶ Blittersdorff experimentierte viel mit kupferhaltigen Elektrolyten, unterschiedlich geformten Elektroden und variierenden Stromstärken im niedrigen Bereich bis 30V. Vor allem bei punktförmigen Kathoden entstanden dabei stark verästelte, vegetabil anmutende Gebilde mit variierenden Färbungen.

Da ich Tassilo Blittersdorff mehrmals bei galvanischen Installationen assistierte, konnte ich sein elektrochemisches Bilderzeugungsverfahren sehr gut kennenlernen.

Da ich während meines Zoologiestudiums viel mit dem Rasterelektronenmikroskop arbeitete, war es naheliegend, auch galvanische Metallabscheidungen unter dem Elektronenmikroskop zu untersuchen. Die ersten Ergebnisse davon begeisterten mich, wegen ihrer Reliefstruktur.

Deshalb beschloss ich auch für meine Diplomarbeit galvanische Bilder unter dem Mikroskop zu untersuchen.

Gemeinsam mit Tassilo Blittersdorff entwickelte ich eine Versuchsanordnung um möglichst unterschiedliche mikroskopische Resultate zu erreichen. Innerhalb dieser Versuchsreihe wurden insgesamt 8 Blätter Austria A4 Zeichenkarton, die in zwei Varianten mit Grafit beschichtet waren für jeweils eine Stunde in ein galvanisches Bad gelegt. Die dabei verwendete Kupfersulfatlösung wurde nach jedem Blatt aufgefrischt. Auch bei den Stromquellen wurden zwei Varianten verwendet.

4 Jelinek, Thomas W.: „Praktische Galvanotechnik“ Leuze (2005), S. 249

5 Knott, R.: „Böttger, Rudolph Christian“ Allgemeine Deutsche Biographie, Band 47 (1903), S. 143–144

6 Schmickler, Wolfgang.: „Grundlagen der Elektrochemie“ Vieweg (1996) S.126-140

Folgende Variationen wurden alternierend durchgeführt:

Unterschiedliche Oberflächentexturen der beschichteten Kartons

Unterschiedliche Spannungsquellen (12V Trafo, Autobatterie)

Zugabe von Zucker als Glanzbildner

Da in der industriellen Fertigung die Konzentration des Kupfersulfats und der Säure bis zu zehnmal höher⁷ ist als in den hier durchgeführten Versuchen, kommt es hier zu einer langsamen und chaotischen Abscheidung des Kupfers. Im Gegensatz zu der in der Industrie erstrebten glatten Oberfläche haben die bei diesen Versuchen entstandenen Bilder differenzierte Oberflächen und unterschiedliche Farbvariationen.

Es ergab sich daraus folgende Hypothese: Ist es möglich den galvanischen Prozess mittels oben beschriebener Methoden zu beeinflussen und eine Veränderung der Ultrastruktur festzustellen?

Die Versuche wurden ausschließlich mit Kupfer als Reagenz durchgeführt, da es mit seiner elektrischen Leitfähigkeit und dem in den Versuchen im Vergleich zu anderen Metallen wie Eisen und Blei ein breiteres Farbspektrum zu bieten hat.

Kupfer ist ein chemisches Element, es hat die Ordnungszahl 29 und gehört zur Gruppe der Metalle im Periodensystem, es hat eine relative Atommasse von 63,546 u, sein Schmelzpunkt liegt bei 1357,77 K (1084,62 °C), seine Dichte beträgt 8,92 g/m³.

Kupfer ist ein duktiler, mechanisch leicht zu bearbeitendes weiches Metall von rötlicher Farbe und ein sehr guter Leiter für elektrischen Strom und für Wärme. Kupfer ist gegen Wasser, Salzlösungen und Säuren beständig unter der Voraussetzung, daß diese keinen gelösten Sauerstoff enthalten oder oxidierend wirken.⁸

Galvanisch abgeschiedene Kupferschichten sind allgemein härter als massives Kupfer. Es besteht von Elektrolyt zu Elektrolyt nur ein geringer Unterschied.⁹

Frisch abgeschiedene Kupferschichten unterliegen beim Lagern einem Erholungsvorgang, bei dem sich die Härte, die inneren Spannungen und auch die anderen mechanischen Eigenschaften auf einen niedrigeren Endwert einstellen. Dieser Vorgang benötigt bei Raumtemperatur Tage, Wochen oder Monate, bei höheren Temperaturen (200 bis 400 °C) kann er jedoch spontan erfolgen.

Der Erholungsvorgang hängt mit Versetzungen in der Gitterstruktur zusammen, zu denen es im Laufe der Elektrokristallisation kommt, und die sich während des Erholungsvorganges zurückbilden. Die Rekristallisation bei 120 °C bringt nach 1 Woche den Endzustand der Härte, während der gleiche Vorgang bei 400 °C spontan erfolgt.¹⁰ Unter dem Elektronenmikroskop sind solche Risse erkennbar.

7, 8, 9, 10 Jelinek, Thomas W.: „Praktische Galvanotechnik“ Leuze (2005), S. 253, 249, 272, 276

Zu den galvanischen Arbeiten von Tassilo Blittersdorff

Seit 1989 arbeitet der Konzeptkünstler Tassilo Blittersdorff mit elektrochemischen Prozessen. Eines der Motive bei der Bildherstellung für ihn, war es das ‚künstlerische Ego‘ zurückzunehmen. Dieser Wunsch kann teilweise als kritische Reaktion auf die Malereimode der 1970er und 80er Jahre gesehen werden: „Der Künstler versteht sich als Zauberlehrling, der alchemistische Versuche macht, durch die seine Bilder wie von selbst wachsen – das ist die Konzeption, die er postexpressionistischen Genievorstellungen entgegensetzt. Mit diesen Arbeiten gelingt Blittersdorff eine Neudefinition des Tafelbildes, ausgehend vom Entstehungsprozess in dem der programmierte Zufall eines chemisch-physikalischen Vorgangs ein entscheidendes Paradigma darstellt“.¹

Er arbeitet sowohl bilderzeugend, wie auch prozessbezogen. Seine Installationen sind Versuchsanordnungen, welche die elektrochemischen Vorgänge der galvanischen Metallabscheidung veranschaulichen. Ihre bildhaften Ergebnisse zeigen organisch anmutende Gebilde, die an Pflanzenwachstum erinnern. „Wenn sich also etwa in den Galvanisierungsarbeiten von T. Blittersdorff frappante Ähnlichkeiten zu fraktalem Wachstum zeigen, das wiederum an Zusammenhänge mit organischem Wachstum und dem Erscheinungsbild von Pflanzen mahnt, so führt das konkrete sinnliche Erleben dieser Objekte im Rahmen ihres Wachstumsprozesses zu einem derzeitigen Endpunkt von Kunst und Wissenschaft, an dem sich die Frage nach dem aktuellen Geltungsbereich beider Auseinandersetzungsfelder vehement stellt“.²

Blittersdorffs Konzept lässt sich nicht einfach einer Richtung zuschlagen, es steht zwischen dem handwerklich - praxisnahen Experimentieren der Wissenschaftspioniere des 18. und frühen 19. Jhs., der Kunst - Wissenschaftsdiskussion und dem aktuellen Kunstkontext. „Blittersdorffs Installation... will letztlich kein Versprechen einlösen, weder im Hinblick auf menschliche Assoziationsgewohnheiten – vgl. etwa die Prägnanz der rein optischen Gleichung – Pflanzenwachstum – galvanisches Wachstum – noch auf die traditionell naturwissenschaftliche Technik des Messens. Beide Bereiche werden im Verlauf des vom Künstler initiierten Wachstumsprozesses schließlich immer deutlicher in ihrer ironischen Zitatfunktion erkennbar, da sie in jedem Fall eine rein tautologische Situation aufzeigen – sowohl beim meßtechnischen Zugang wie auch bei der „stilkritischen“ Gleichsetzung von Bildern.

Die Redundanz dieser Informationen verweist auf einen Endpunkt, der jedoch wiederum eine neue Aufmerksamkeit auf die einzelnen Faktoren selbst richtet. Auch hier – wie bei der Installierung der galvanischen Wachstumsvoraussetzungen – fungiert der Künstler als Katalysator, der einen Prozeß in Gang bringt ohne jedoch selbst daran teilzunehmen.“³

1 Amanshauser, H.: In Blittersdorff, T. „Prozess, Oberfläche, Wachstum....“, Katalog, (1990)

2 Assmann, P.: In Blittersdorff, T. „Wechselbilder“, Katalog, Galerie im Stifterhaus, Linz (1992)

3 Assmann, P.: „Zeitpflanzen – eine elektrochemische Prozessinstallation“, Katalog, „Genetische Kunst - Künstliches Leben“, Ars Electronica, Linz (1993)

Blittersdorff beschäftigte sich bis Ende der 1990er Jahre intensiv mit elektrochemischen Prozessen und versuchte das damit verbundene Konzept auf zahlreiche, unterschiedliche Kontextsituationen anzuwenden. Später untersuchte er andere Darstellungsmethoden (zB: fotochemische), ab 2009 greift er wieder auf die Elektrochemie zurück. Ein Beispiel dafür ist die „Mikroskopaufnahme“⁴ (Fig. 1) aus der Katalogpublikation von 1990, sie zeigt eine deutliche Reliefstruktur und öffnet damit die Mikrowelt galvanischer Bilder. Gleichzeitig verweist sie auf naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden und manifestiert die von Blittersdorff intendierte Kunst – Wissenschaftsbeziehung. Für ihn war das elektrochemische Konzept von Anfang an, per definitionem nicht an die zentrale Rolle einer Künstlerpersönlichkeit fixiert und mit naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen verbunden. Aus diesem Grund war es für ihn eine logische Konsequenz, nach den vor 20 Jahren ersten entstandenen Galvanobildern mit mir eine temporäre Laborgemeinschaft einzugehen. Er brachte mir die Herstellung von elektrochemischen Bildern bei und half mir die Bildunterlagen für meine elektronenmikroskopischen Untersuchungen selbst herzustellen. Diese Produktion und ihre Publikation in meiner Diplomarbeit sieht er als langfristige Weiterführung bzw. Perfektionierung seines Konzepts an.

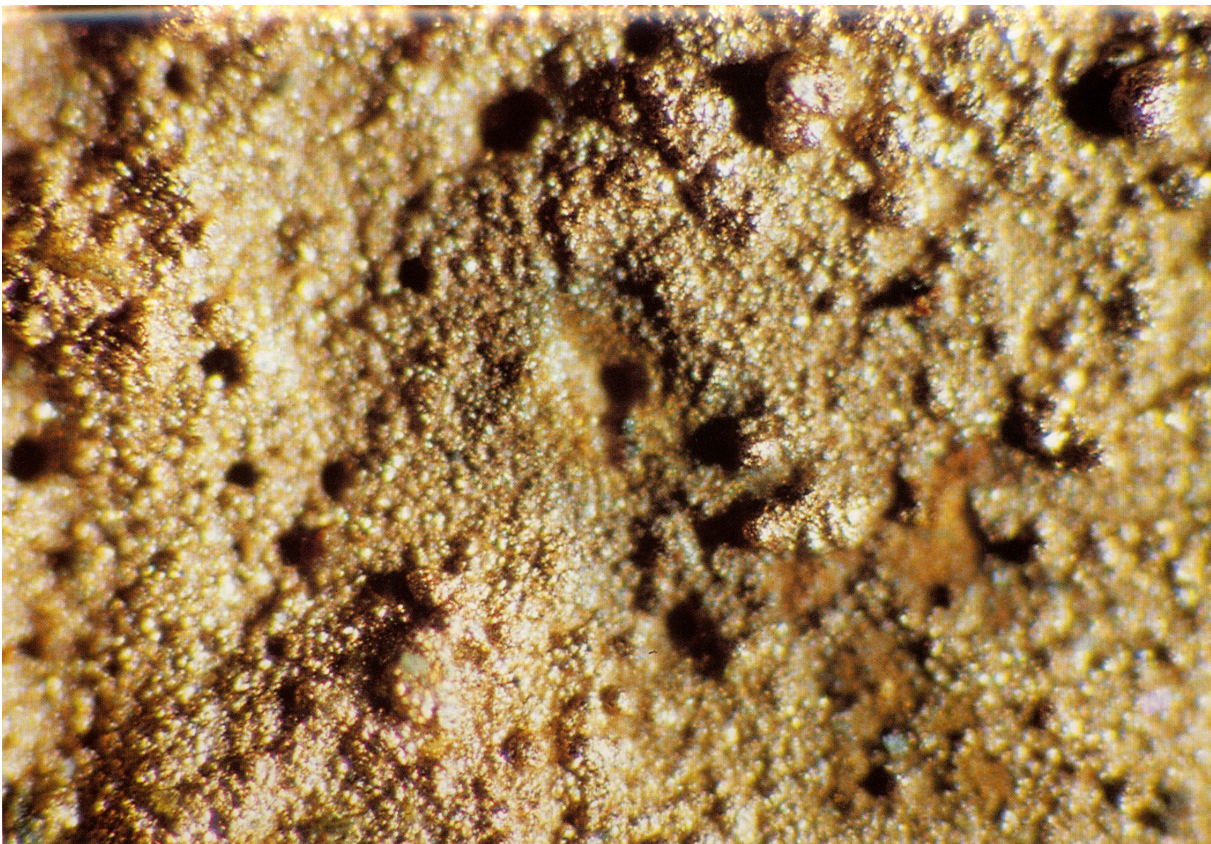


Fig. 1: 70x vergrößerte Oberfläche eines galvanischen Bildes, Foto von W. Reichmann aus „Tassilo Blittersdorff Arbeiten 1990“

4 Blittersdorff, T.: „Prozess, Oberfläche, Wachstum.....“, Katalog, (1990)

Visualisierung

Aufgabe der Visualisierung ist es die Zusammenhänge zwischen den elektrochemischen Vorgängen in den beiden Becken, sowie die Mikrostruktur der aus den galvanisierten Zeichenkarton entnommenen Proben darzustellen.

Es wurden deshalb zwei Becken gewählt, um mit jeweils unterschiedlichen Stromquellen (Trafo und Batterie) und unterschiedlich beschichteten Papieren (einmal mit Dispersionsbinder angerührtes und einmal durch Reiben aufgetragenes Grafitpulver) arbeiten zu können.

Die Becken und Stromquellen der Prozessinstallation werden auf Podeste bzw. Tische gestellt. Die blaugüne Kupfersulfatlösung mit den schwarzgefärbten Papieren in ihnen wirkt optisch zwar sehr gut, doch sollten die Becken aus Sicherheitsgründen mit Acrylglasplatten abgedeckt sein.

Die Ergebnisse dieser galvanischen Prozesse, 4 – 6 mit Kupferabscheidungen bedeckte Zeichenkartons werden mit je 2 Fotoklammern versehen und über dem Becken aufgehängt.

Eine Auswahl der in der Diplomarbeit beschriebenen Blätter und die daraus entnommenen Proben werden in einer Glasvitrine aufgelegt.

Die Abfolge der Mikroskopaufnahmen läuft auf einem Monitor (evtl. ein großes, älteres TV-gerät mit schwarzem Gehäuse).

Ein Film, der einen Galvanisationsvorgang in Zeitlupe zeigt wird an die Wand gebeamt.

Material und Methoden

Bildträger

Als Trägermaterial dienten 200g/m² Austria Zeichenkartons, die durch eine aufgetragene Grafitschicht zum halbleitenden Medium wurden. Die Kartons sind unterschiedlich beschichtet. Grafitpulver wurde mit Dispersionsbinder, Weißleim und Wasser gemischt und die Hälfte der Kartons damit bestrichen, auf der anderen wurde die Grafitschicht durch Reiben (Polieren) aufgebracht. In beiden Fällen sind Papierfasern als Strukturbildner weitgehend ausgeschaltet, die polierte Fläche wirkt glatter, die bestrichene zeigt Pinselstrichspuren.

Versuchsaufbau

Für das Elektrolyt wurden 500 ml Wasser, 5g Kupfersulfat und 5 ml Essigessenz vermischt, in späterem Verlauf kamen noch 5g Zucker als Glanzbildner hinzu.

Das präparierte Papier wurde in ein flaches Plastikbecken gelegt und vollständig mit dem Elektrolyten bedeckt.

Als Kathode wurde ein vergoldeter Bananenstecker auf einer Schmalseite des Beckens positioniert. Ein, die ganze Breite des Beckens ausfüllendes Kupferrohr wurde auf der gegenüberliegenden Seite befestigt.

Die Konstellation, der punktförmigen Kathode und der stabförmigen Anode wird bei der gesamten Versuchsserie beibehalten.

Die Kathode wurde mit dem negativen Pol der Stromquelle verbunden, die Anode mit dem positiven. Folgende Stromquellen wurden bei dem Versuchsaufbau verwendet:

Eine Autobatterie: Varta GTV1, 440 A bei 12V

Ein Transformator: H & H SN 1200 GS Stabilisiertes Netzteil mit 1200 mA bei 12V

Die Blätter wurden bei Zimmertemperatur eine Stunde lang in dem, an die Spannungsquelle angeschlossenem, galvanischen Bad belassen, anschließend mit klarem Wasser gespült und an der Luft 24 Stunden getrocknet.

Dem Elektrolyt wurden nach jedem Versuch 2g Kupfersulfat hinzugefügt, um die Ionenkonzentration konstant zu halten.

Auswertung

Von den getrockneten Bildern wurden 3-4 circa 1cm² große Proben mittels Skalpell entnommen. Diese wurden mit Kohlenstoffklebeband auf einen Aluminium Probenträger für Elektronenmikroskope fixiert.

Mittels Binocular und angeschlossener Kamera (Wild M3 Binocular 6,4x Objektiv mit Leica DFC320 und ImageAccess Software unter Windows XP) wurden die Proben 64 fach vergrößert aufgenommen und Zielgebiete für das Elektronenmikroskop festgelegt.

Diese Punkte wurden im FEI Quanta 200F Elektronenmikroskop angesteuert und bei Vergrößerungen von 1000x-10.000x mit dem Sekundärelektronen Detektor sowie auch mit dem Back Scatter Electron Detektor aufgenommen.

Mittels Energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) wurde die stoffliche Zusammensetzung der Oberfläche analysiert.

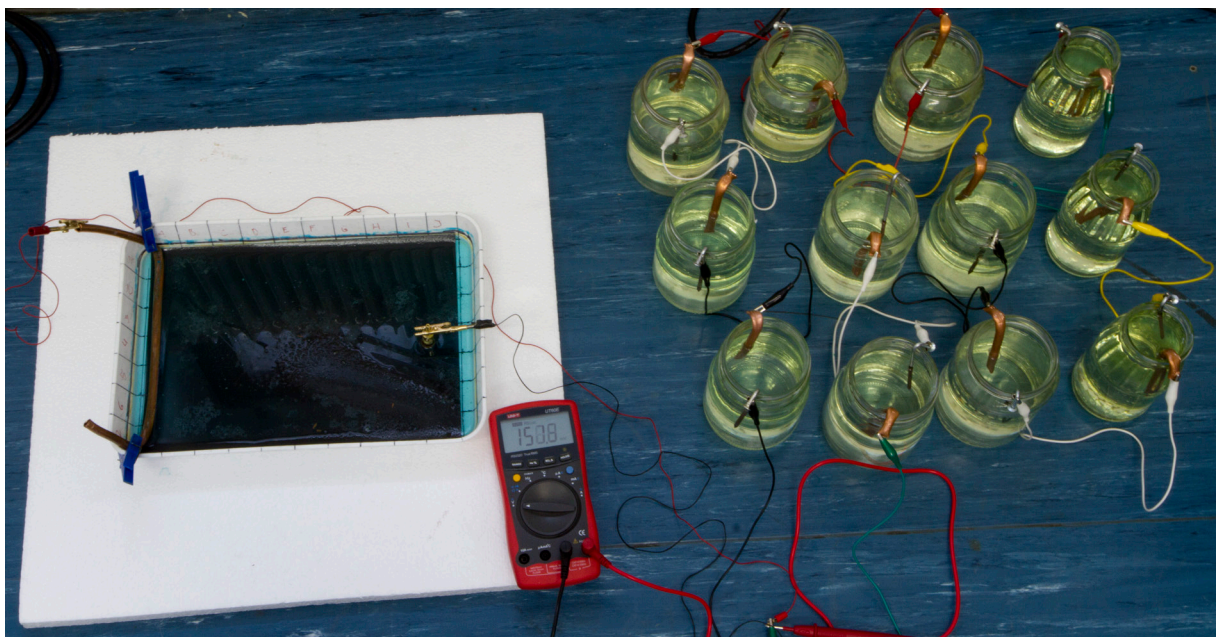


Fig. 2: Versuchsaufbau mit „Parther Batterie“

Ergebnisse

Für die Ergebnisse wurden aus 8 A4 Kartons jeweils 3-4 Proben entnommen. Diese Proben wurden so ausgewählt, daß möglichst variantenreiche Kupferstrukturen auf der Probe vorhanden waren und eine Oberfläche zwischen 1 und 1,5 cm² nicht überschritten wurde. Die Proben wurden mittels Binocular 64x vergrößert.

Im Elektronenmikroskop wurden zwischen zwei und acht Punkte angesteuert, pro Probenpunkt wurden eine Übersichtsaufnahme mit 500-2500 x Vergrößerung und eine Aufnahme mit höherer Vergrößerung zwischen 2500 und 15000 x aufgenommen. Pro Aufnahme wurde das Bild des Everhart-Thornley-Detektor (ETD) für sekundäre Elektronen und das Bild des Rückstreuелеktronen Detektors (BSE) gespeichert. Die Hochspannung betrug 10000 Volt, die Spotsizes zwischen 3 und 3,5.

Röntgenspektroskopische Messungen wurden bei ausgewählten Proben bei 20 KV durchgeführt, aber aus zeitökonomischen Gründen nicht bei jedem Probenpunkt.

Hier komme ich zu einem höchst interessanten Resultat. Die Färbung der galvanischen Kupferoberflächen auf den Kartons wird, anders als angenommen, hauptsächlich durch deren Oberflächenstruktur und weit weniger durch Oxidationsprozesse bestimmt. Mittels Röntgenspektroskopie konnte ein sehr hoher reiner Kupferanteil und ein geringer Anteil an Oxidationsprodukten oder anderen Kupferverbindungen nachgewiesen werden. Die Kombination der Ergebnisse aus Ultrastruktur und Spektroskopie, weist auf eine Färbung durch Interferenzfarben hin.

Weitere Untersuchungen des galvanischen Objektes in situ während der Abscheidung mittels Rastersondenmikroskop¹ wären eine Möglichkeit um die Entstehungsprozesse der Oberflächenstruktur mitzuverfolgen und dadurch weitere Anhaltspunkte für die Gründe der Polychromizität in den Bildern zu liefern.

Das Ziel meiner Aufgabenstellung, nämlich jenes Konzept eines offenen Kunst - Wissenschaftsdiskurses, das T. Blittersdorff vor über 20 Jahren begonnen hatte, mit gegenwärtigen Mitteln weiterzuführen, wurde in allen Punkten voll erreicht. Dazu zählen als meine künstlerische Arbeit die installative Präsentation der galvanischen Kupferabscheidung auf grafitierten Austria Zeichenkartons ebenso wie auch der von mir gemachte Film, der den Galvanisierungsvorgang in Zeitlupe zeigt.

Während der galvanische Prozess lief, wurden alle 30 Sekunden ein Bild der Installation und des darin stattfindenden Wachstumsprozesses aufgenommen. Die Einzelbilder wurden mittels Finalcut Pro in eine kurze Filmsequenz umgewandelt.

¹ Kanani, N.: „Galvanotechnik“ Hanser (2009), S. 305-317

Die Partherbatterie lieferte im Versuch nicht genügend Strom um ein zufriedenstellendes Wachstum des Kupfers innerhalb einer Stunde zu gewährleisten. Nach einer Stunde waren kaum sichtbare Abschiebungen an der Kathode vorhanden. Aus diesem Grund musste sie leider als Stromquelle in dieser Versuchsreihe ausgeschieden werden. In einem anderen Zusammenhang, zum Beispiel: in einer längerfristigen Prozessinstallation wäre gerade die optische Wirkung der genutzten Glasgefäße mit den sich von den Metallelektroden abscheidenden Gasbläschen und der Veränderung des Elektrolyts in ihnen sehr wünschenswert.

Versuch auf glattem Karton vom 07.04.2011

Die Autobatterie diente in diesem Versuch als Stromquelle. 12,71 V betrug die Spannung bei Beginn der Galvanisation, nach einer Stunde beim Ende des Versuches sank die Spannung auf 12,66 V.

Es wurden vier Proben aufgrund der an dieser Stelle interessant aussehenden Oberfläche aus dem galvanisierten Karton geschnitten.

Die näher der Kathode gelegenen Proben 1 und 2 weisen eine höhere Schichtdicke auf, als die näher der Anode gelegenen Proben 3 und 4.

Auf den elektronenmikroskopischen Bildern sind bei Probe 1 (Fig. 9 und 10) und besonders bei Probe 2 (Fig. 11 und 13) eine ausgeprägte Kristallstruktur des Kupfers zusehen. Probe 3 zeigt feinere bäumchenartige (Fig. 14) und kugelige Strukturen (Fig. 15 und 16)

Auf Probe 4 sind teilweise Kristalle in Auflösung zu sehen, da an dieser Stelle die Anode aufgelegt ist (Fig. 18 und 19).

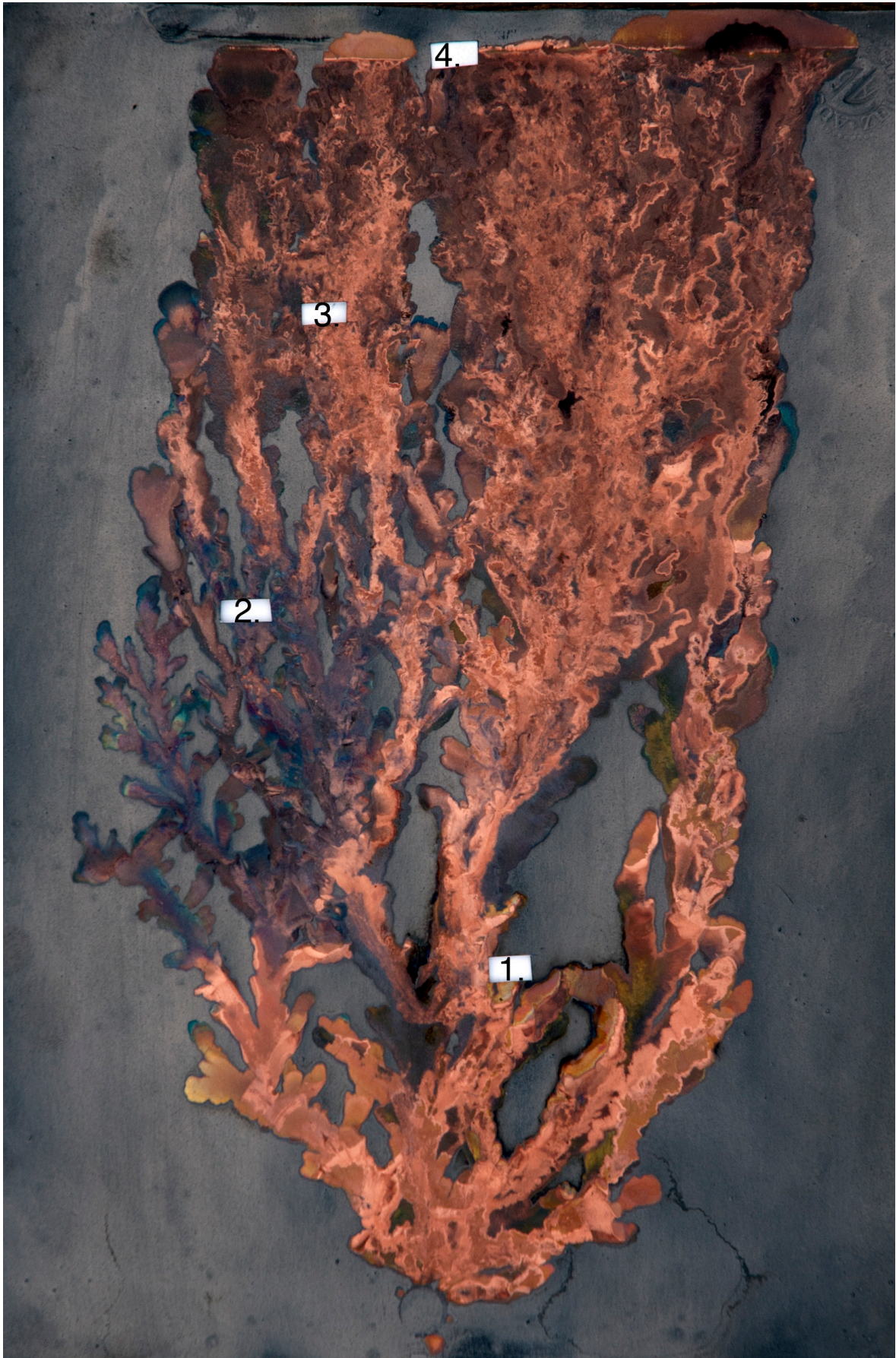


Fig. 3: Autobatterie 07.04.11, glatt

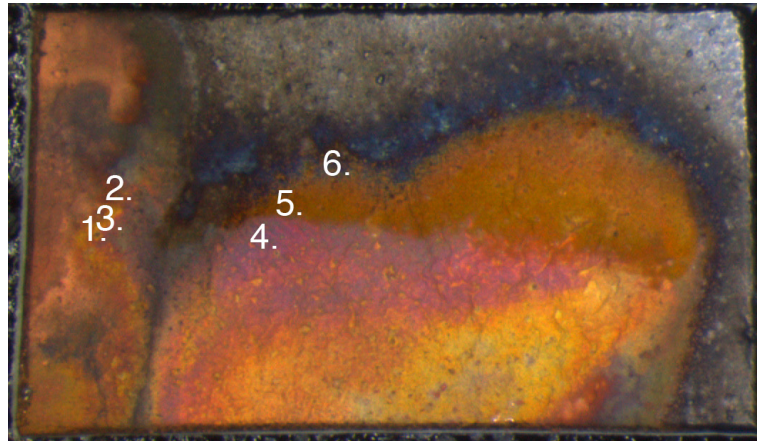


Fig. 4: Autobatterie 07.04.11, glatt, Probe 1

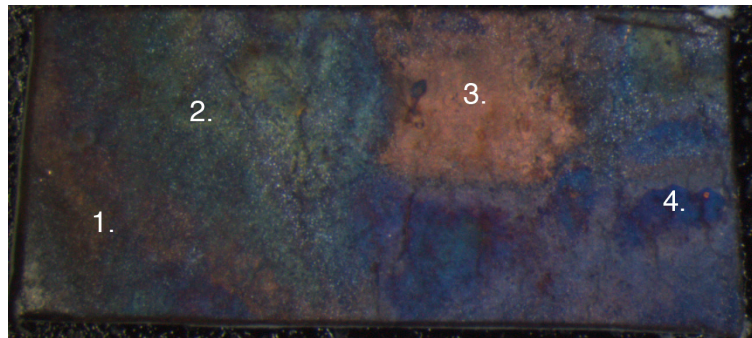


Fig. 5: Autobatterie 07.04.11, glatt, Probe 2

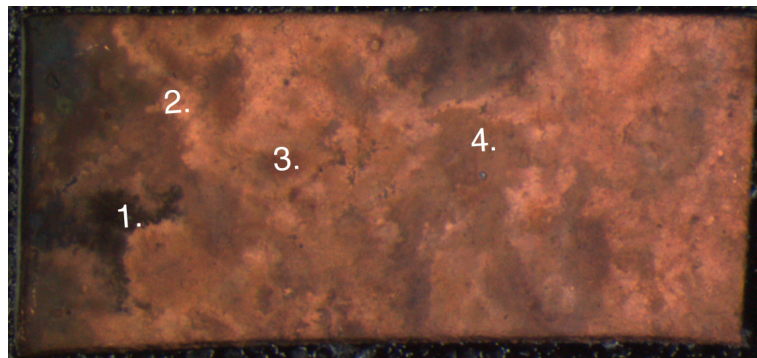


Fig. 6: Autobatterie 07.04.11, glatt, Probe 3

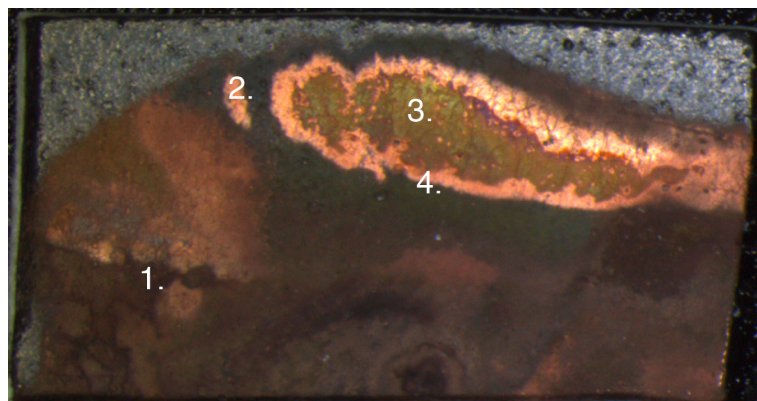


Fig. 7: Autobatterie 07.04.11, glatt, Probe 4

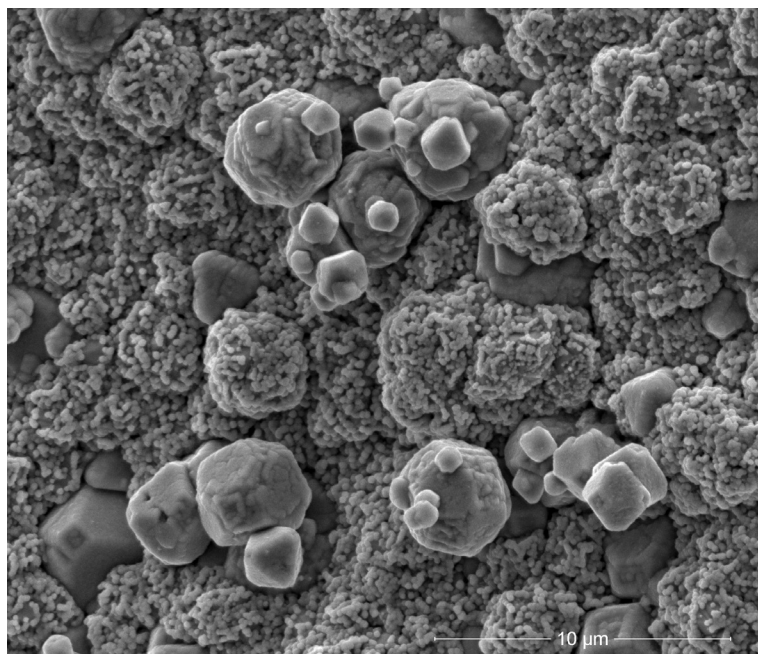


Fig. 8: Pos 3 10KV Spot 3 10000x

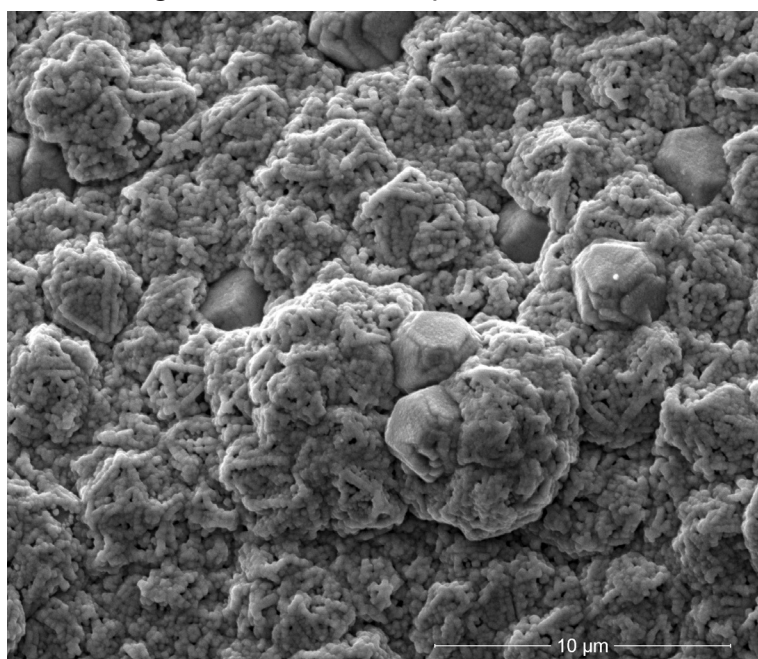


Fig. 9: Pos 4 10KV Spot 3 10000x

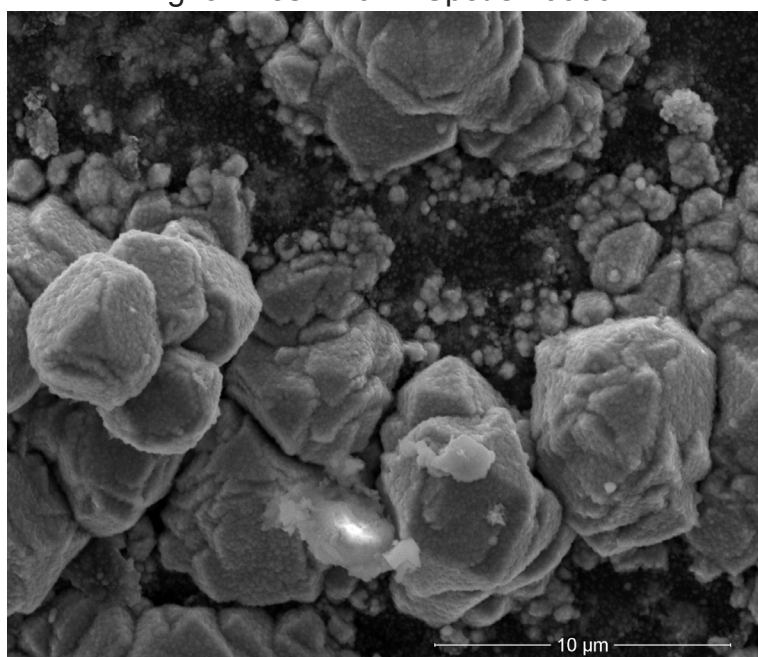


Fig. 10: Pos 6 10KV Spot 3 10000x

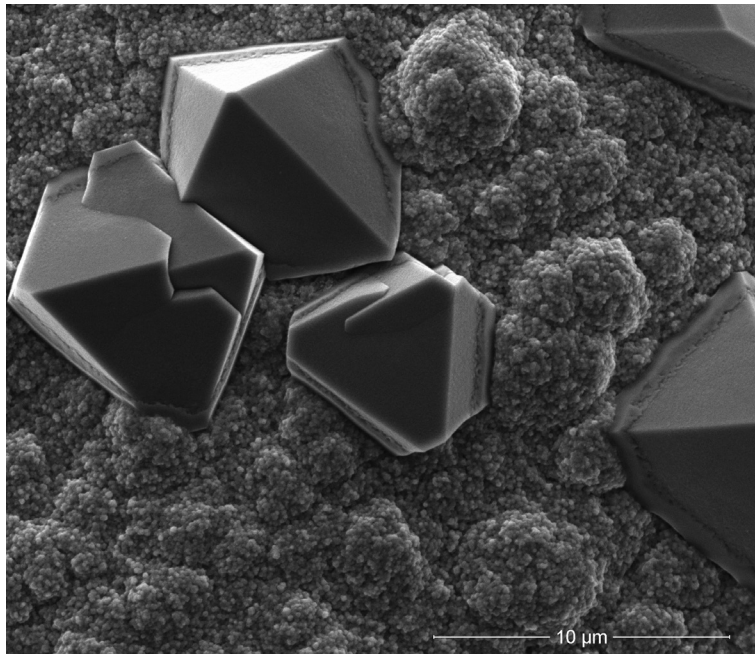


Fig. 11: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

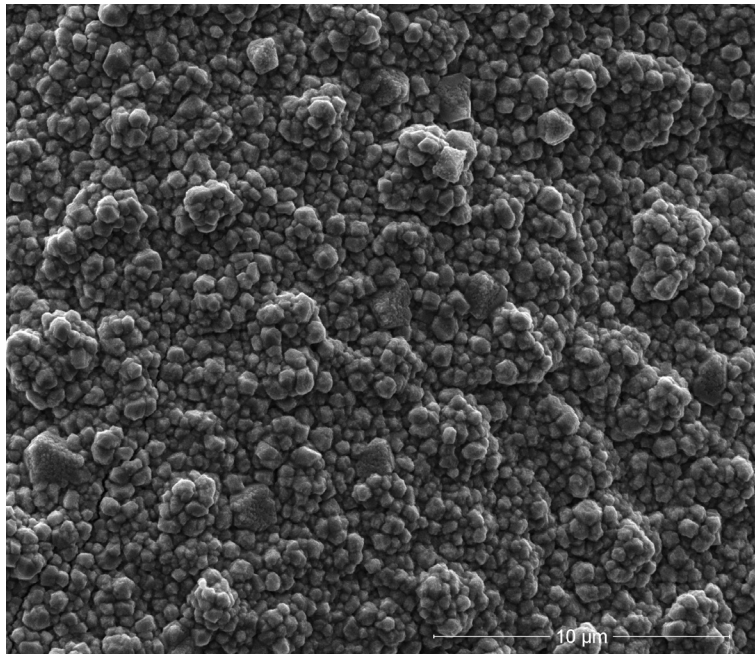


Fig. 12: Pos 3 10KV Spot 3 10000x

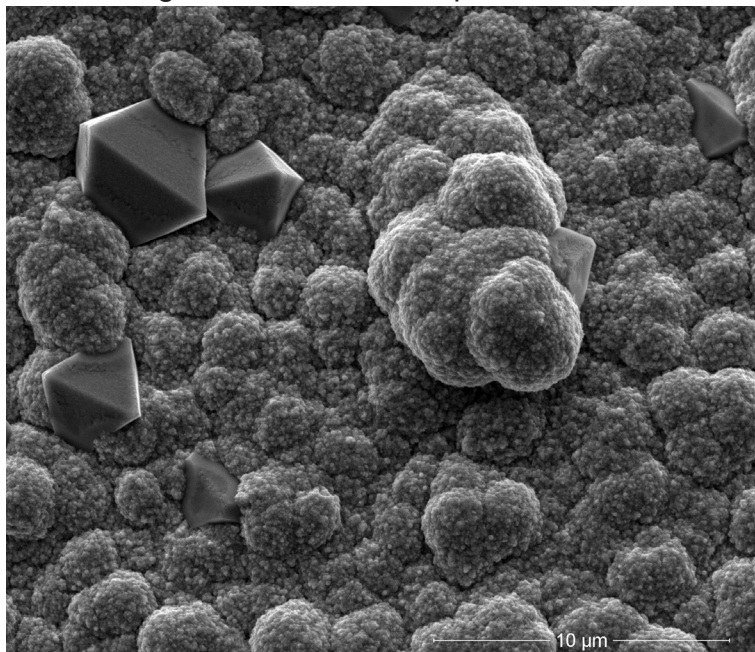


Fig. 13: Pos 4 10KV Spot 3 10000x

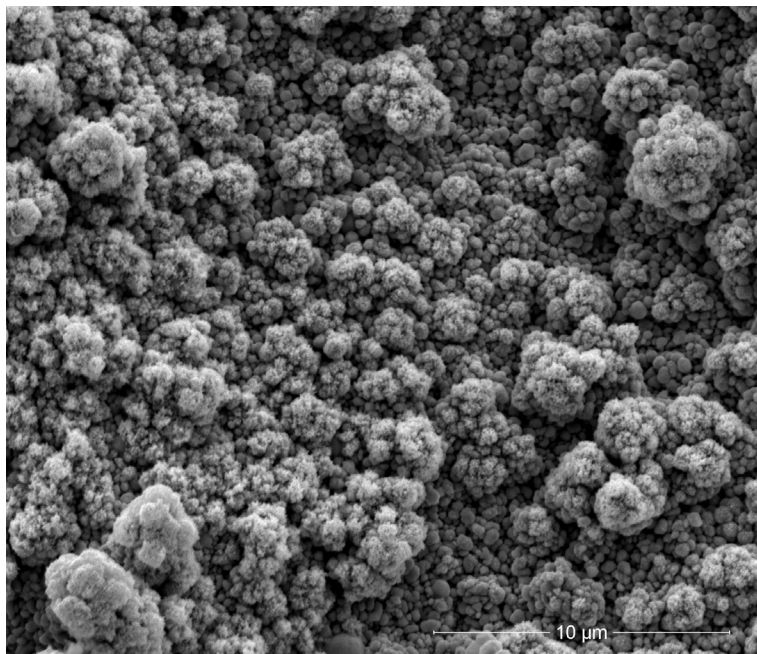


Fig. 14: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

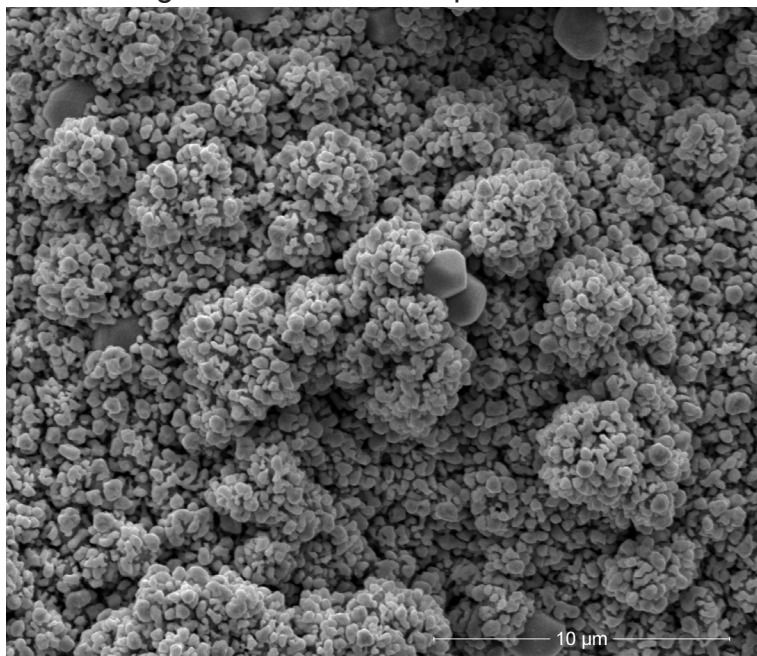


Fig. 15: Pos 3 10KV Spot 3 10000x

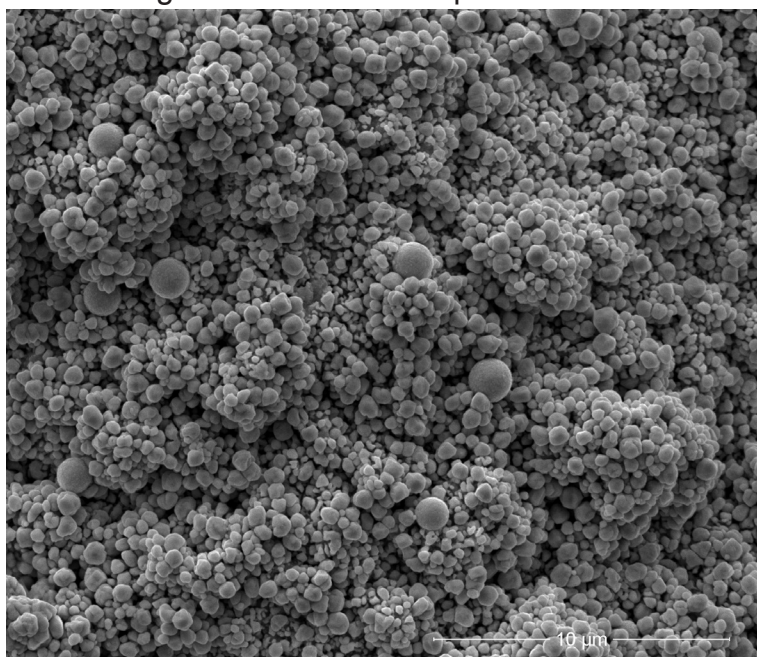


Fig. 16: Pos 4 10KV Spot 3 10000x

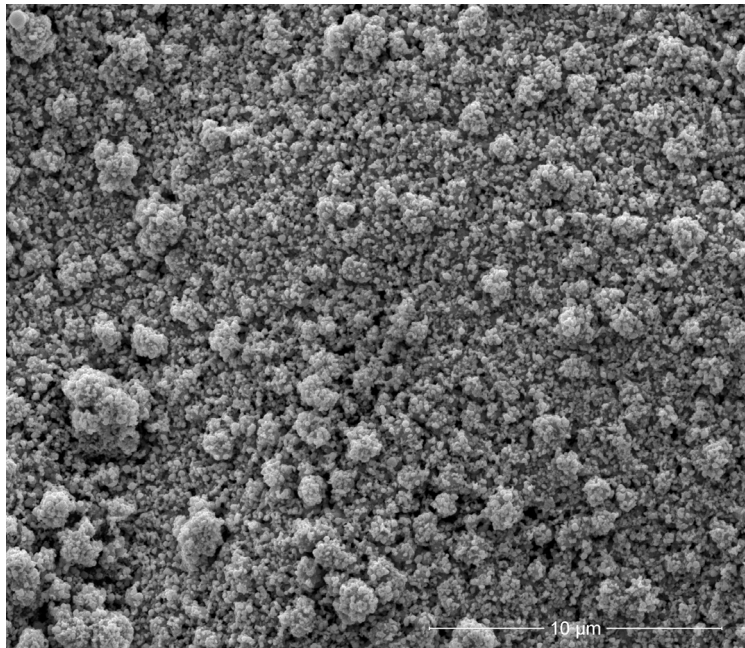


Fig. 17: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

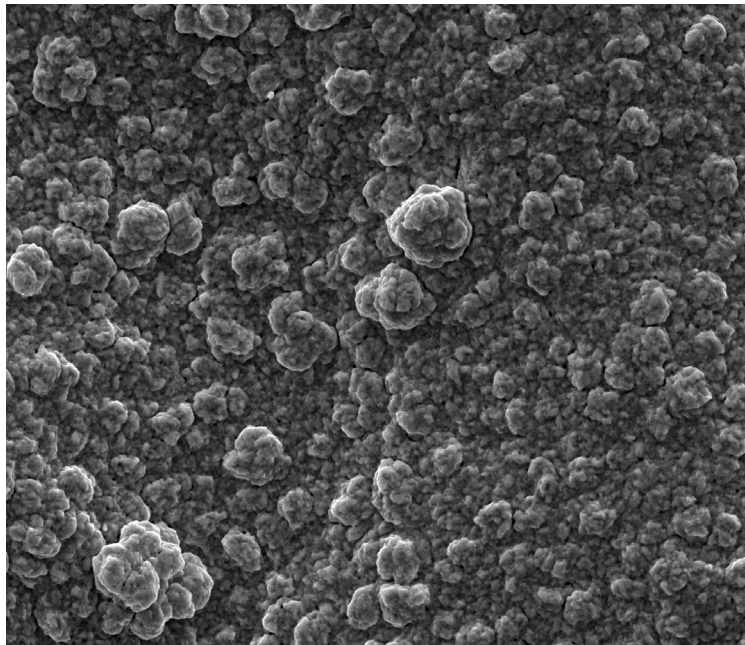


Fig. 18: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

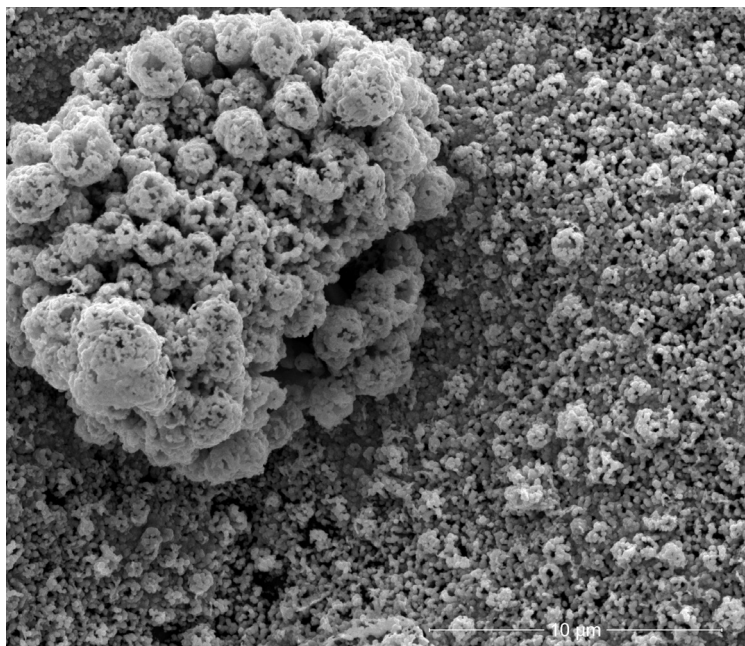


Fig. 19: Pos 4 10KV Spot 3 10000x

Versuch auf rauhem Karton vom 07.04.2011

Die Autobatterie diente in diesem Versuch als Stromquelle. 12,8 V betrug die Spannung bei Beginn der Galvanisation, nach einer Stunde beim Ende des Versuches sank die Spannung auf 12,72 V.

Kein spontanes Abscheiden, erst nach Zugabe von 5 Tropfen Essigessenz sprang der Prozess an.

Es wurden vier Proben aufgrund der an dieser Stelle interessant aussehenden Oberfläche aus dem galvanisierten Karton geschnitten.

Als Probe 1 wurde die Auflagefläche der Kathode ausgewählt, Probe 2 wurde aufgrund der ungewöhnlichen Erhebungen auf dem abgeschiedenen Kupfers ausgewählt, Probe 3 wurde aus der Mitte des Blattes entnommen und für Probe 4 sprach der ungewöhnliche rote Fleck.

Auf den elektronenmikroskopischen Bildern sind bei Probe 1 (Fig. 25 und 27) Kristallbildungen sichtbar, aber auch feinere Strukturen (Fig 26). Bei Probe 2 ist die Struktur eher flächig (Fig. 28) und (Fig. 30) es sind Abbauprozesse an den Kristallen sichtbar. Probe 3 (Fig 31 und 32) zeigt das Anwachsen von kleineren Kristallen auf einer darunterliegenden größeren Schicht. Der rote Fleck auf der 4. Probe besteht aus kompakt gebildeten Kristallen (Fig. 34) in den Randbereichen des Flecks sind Abbauprozesse und schön ausgebildete Kristalle eng nebeneinander liegend (Fig. 35).

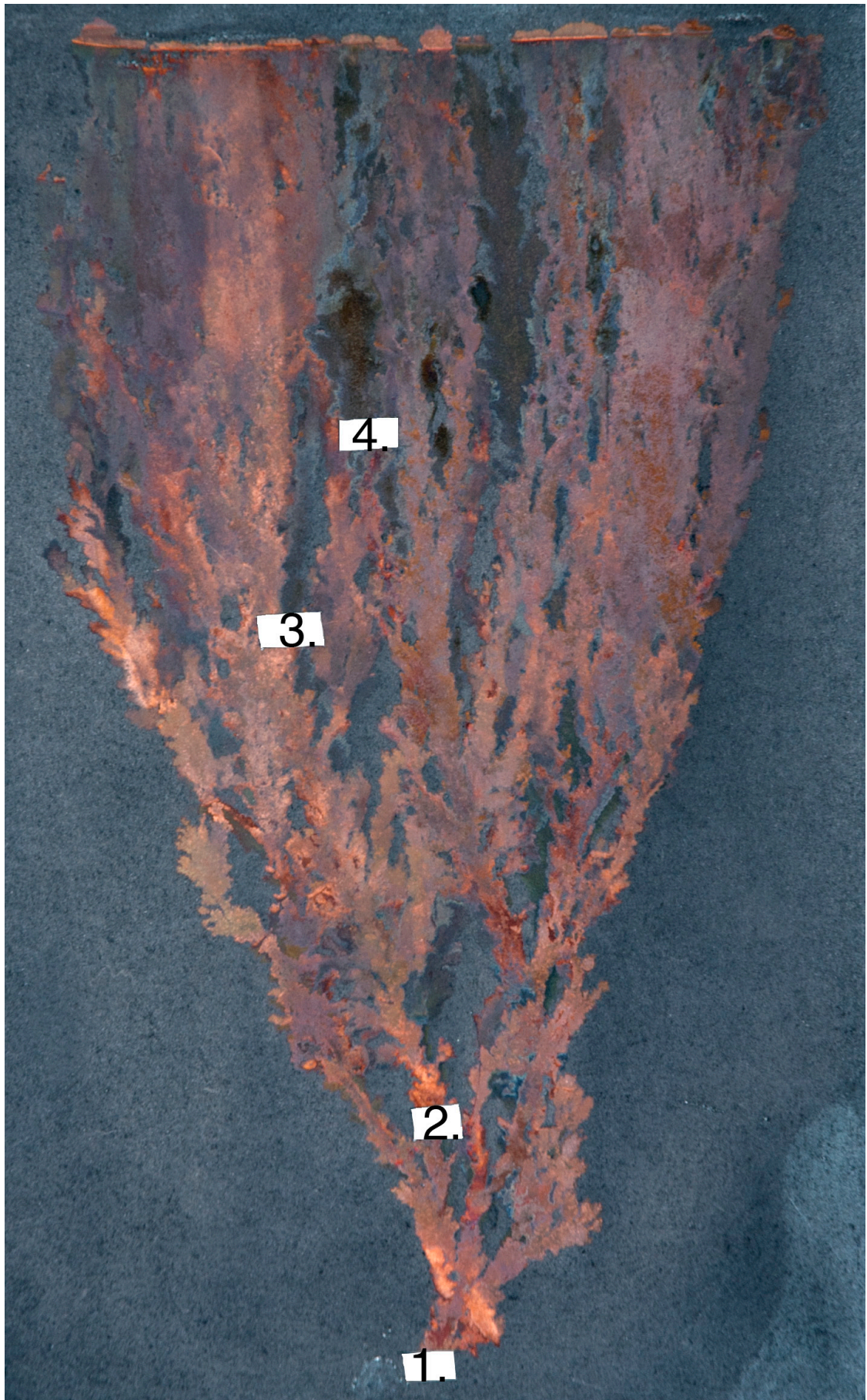


Fig. 20: Autobatterie 07.04.11, rauh

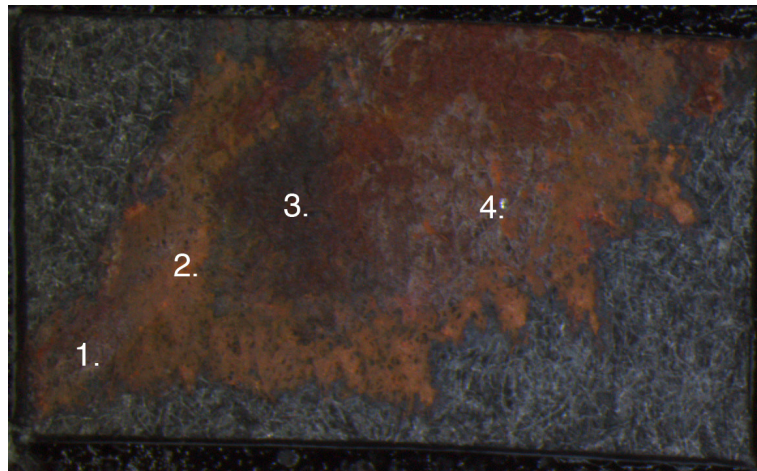


Fig. 21: Autobatterie 07.04.11, rauh, Probe 1

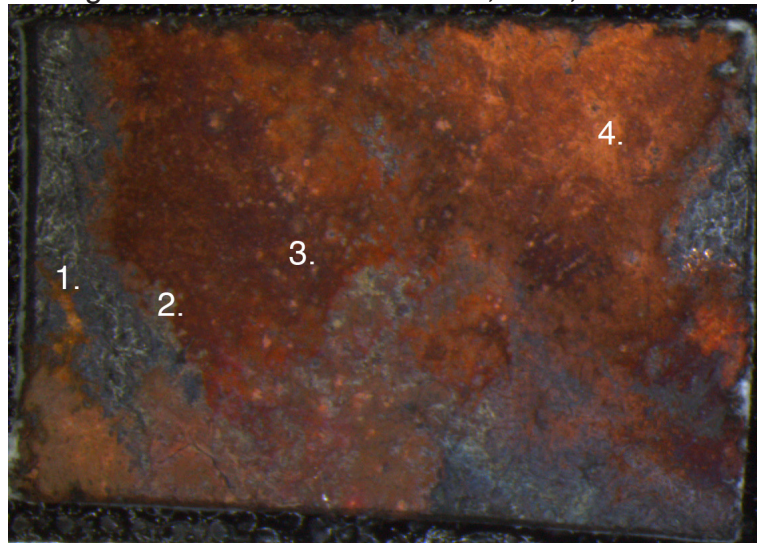


Fig. 22: Autobatterie 07.04.11, rauh, Probe 2

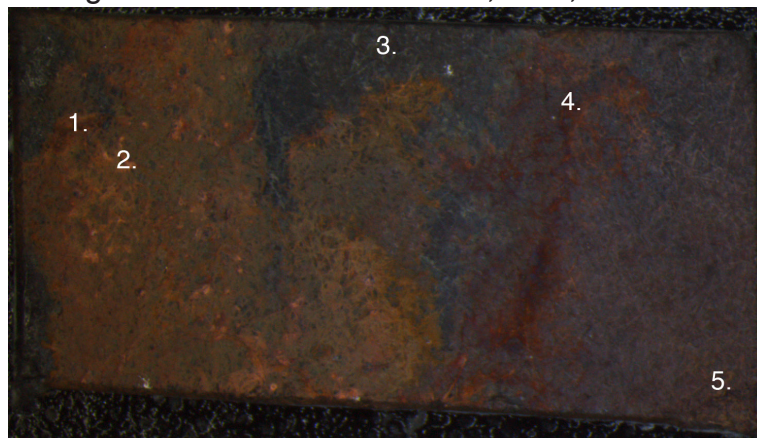


Fig. 23: Autobatterie 07.04.11, rauh, Probe 3

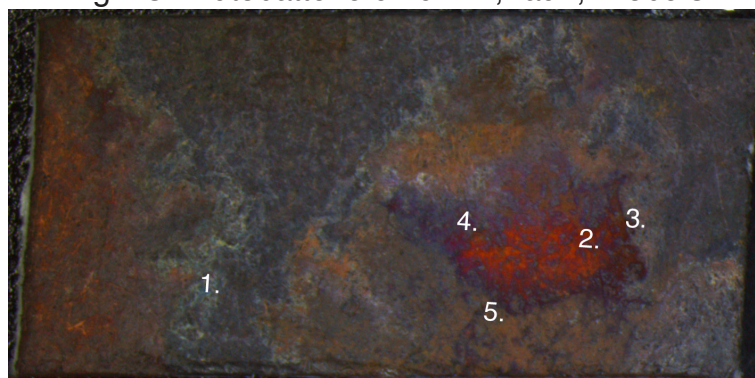


Fig. 24: Autobatterie 07.04.11, rauh, Probe 4

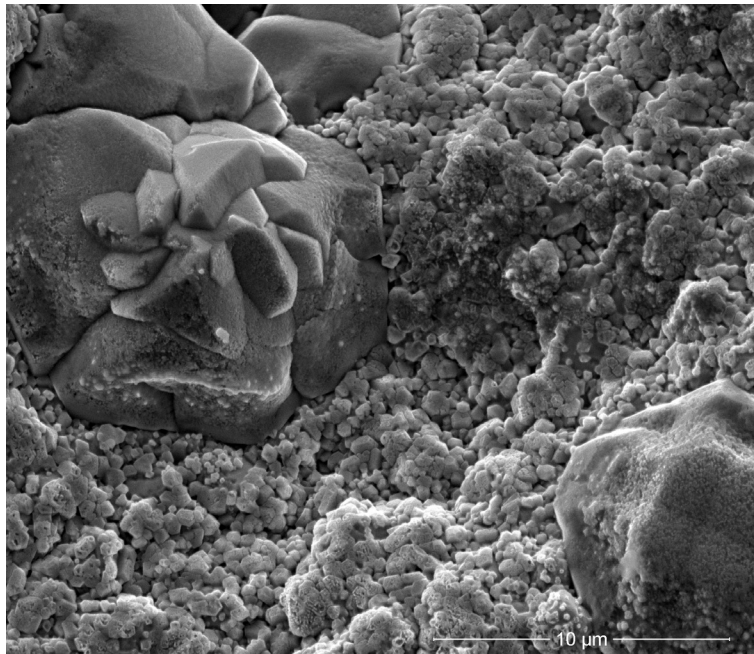


Fig. 25: Pos 1 10KV Spot 3 10000x



Fig. 26: Pos 2 10KV Spot 3 5000x

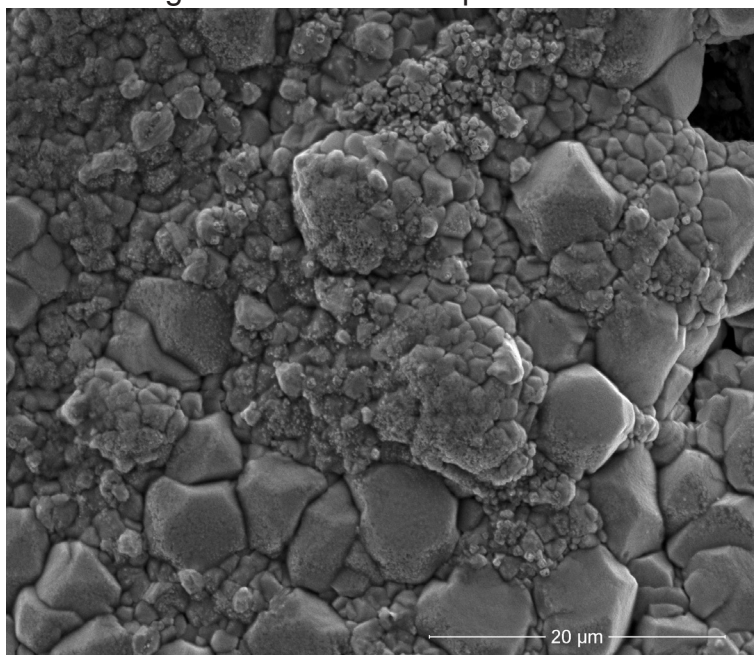


Fig. 27: Pos 4 10KV Spot 3 5000x

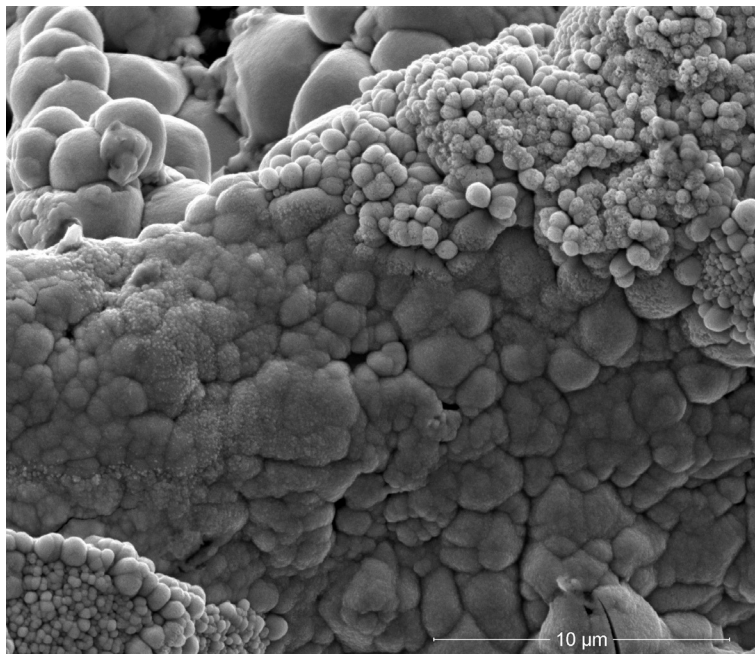


Fig. 28: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

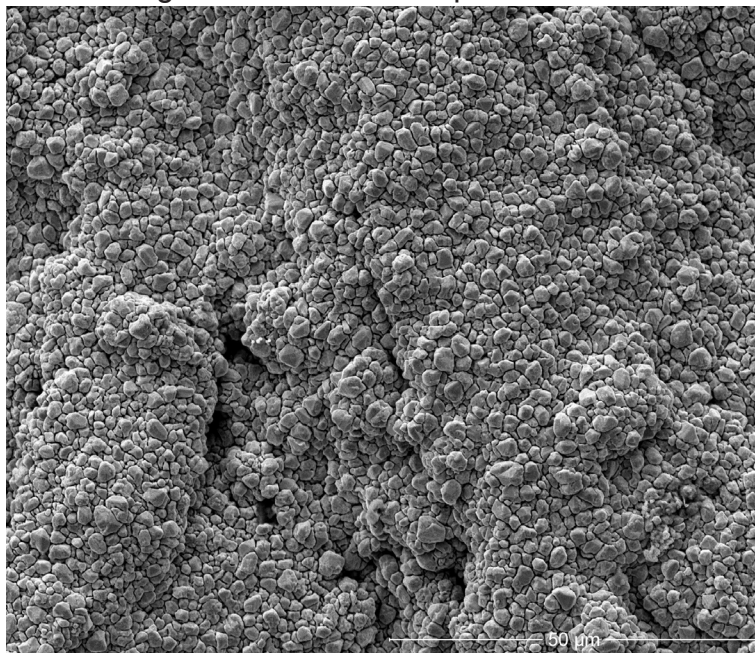


Fig. 29: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

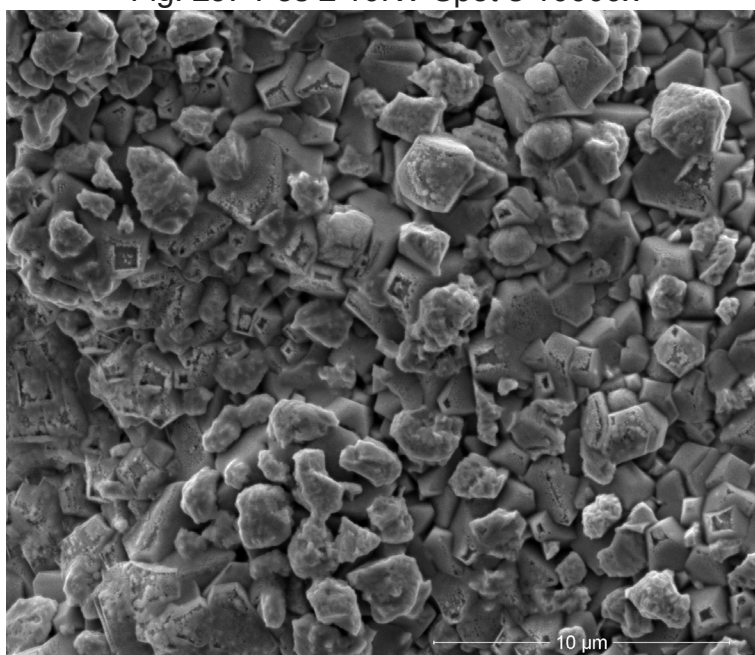


Fig. 30: Pos 4 10KV Spot 3 2500x

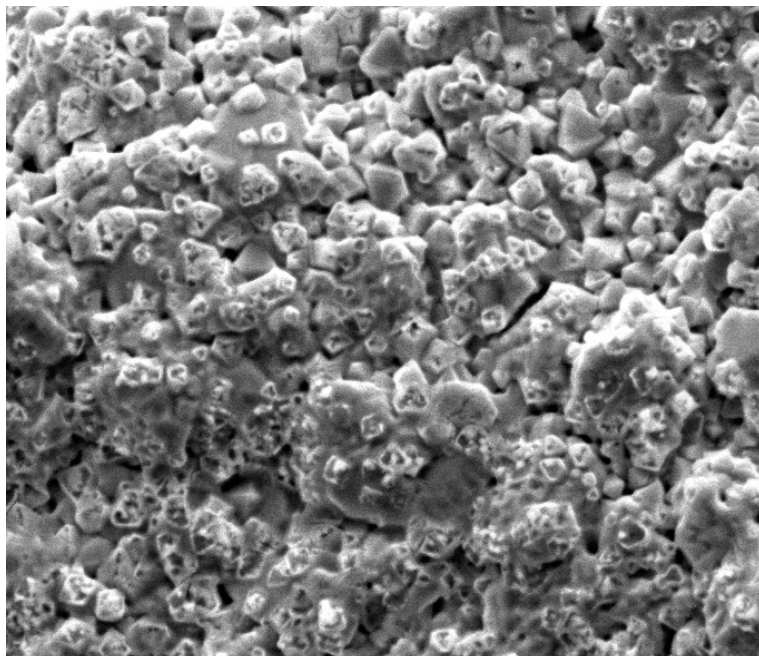


Fig. 31: Pos 1 10KV Spot 3 5000x

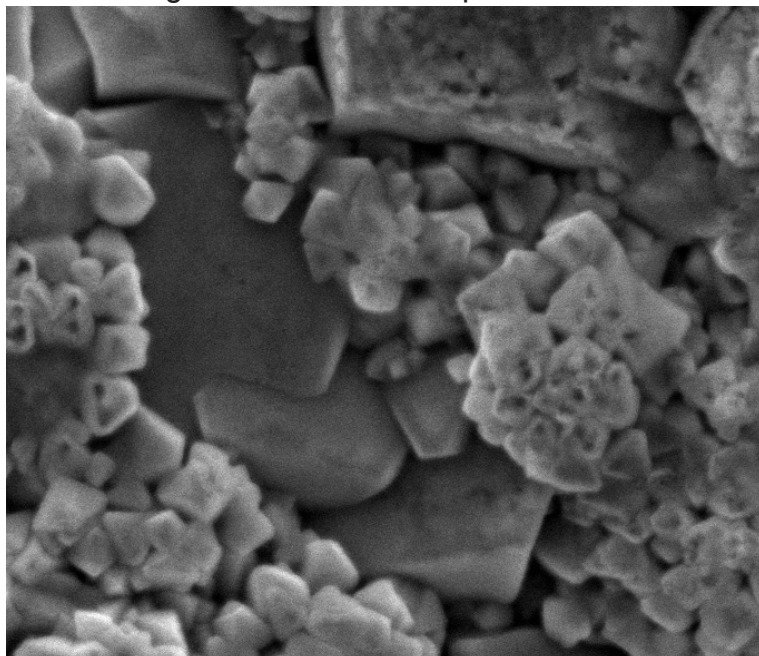


Fig. 32: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

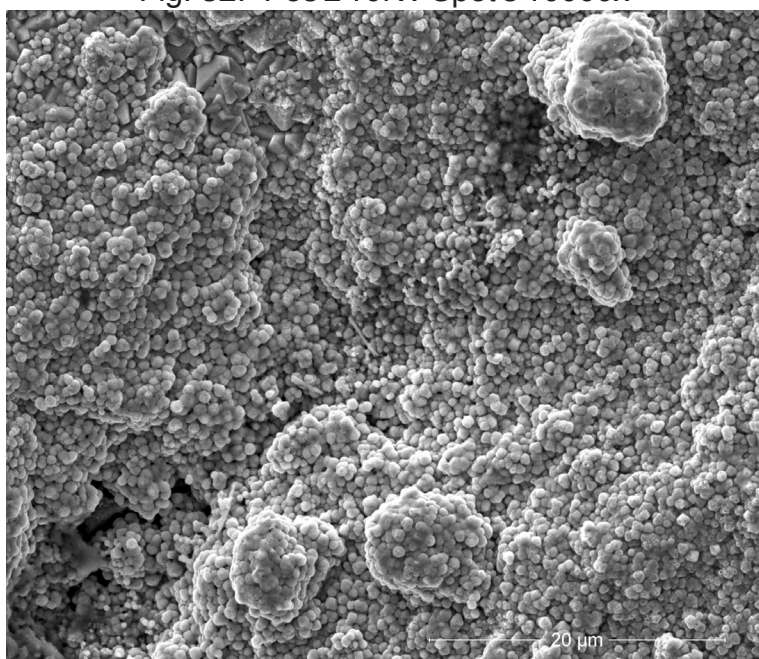


Fig. 33: Pos 5 10KV Spot 3 5000x

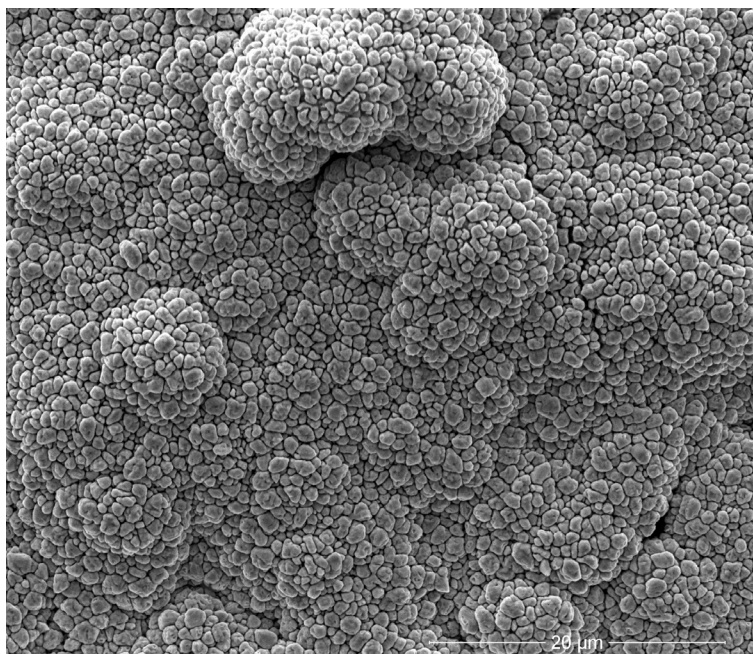


Fig. 34: Pos 2 10KV Spot 3 5000x

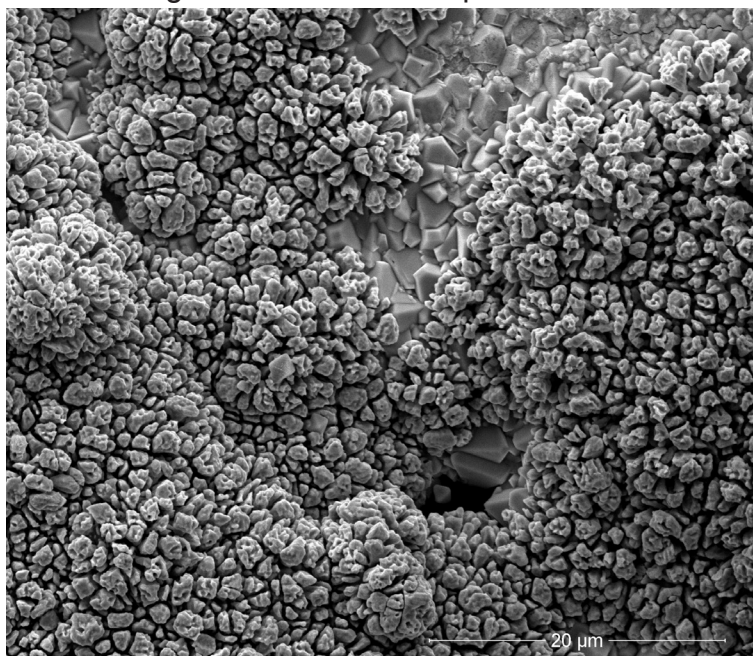


Fig. 35: Pos 3 10KV Spot 3 5000x

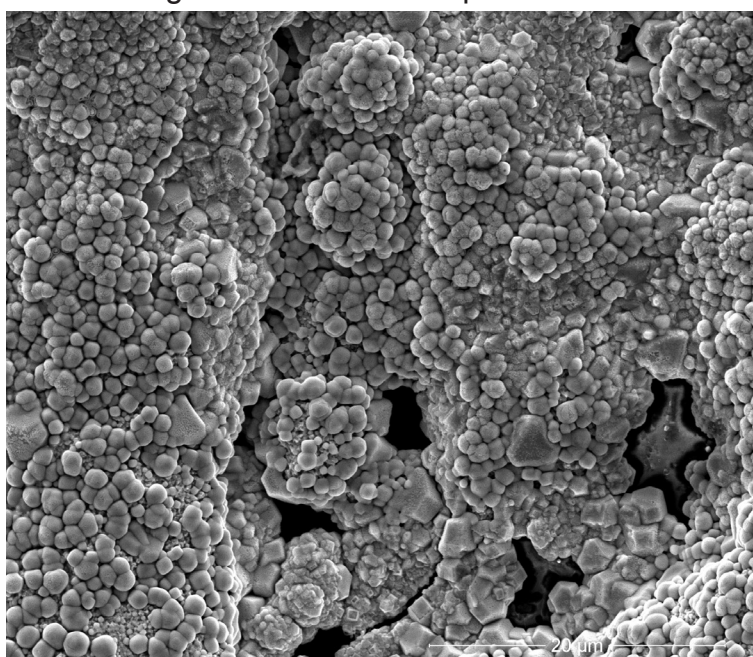


Fig. 36: Pos 4 10KV Spot 3 5000x

Versuch auf glattem Karton vom 11.04.2011

Der Transformator diente in diesem Versuch als Stromquelle, er lieferte 12,4 V Spannung.

In diesem Versuch wurde der Elektrolyt vom 07. April weiter verwendet.

Im Unterschied zu den Versuchen mit der wesentlich stärkeren Autobatterie, schied sich das Kupfer langsamer ab und es fand kein Wachstum bis zur Anode statt.

Es wurden vier Proben aufgrund der an dieser Stelle interessant aussehenden Oberfläche aus dem galvanisierten Karton geschnitten.

Als Probe 1 wurde eine Fläche in der Nähe der Kathode ausgewählt, Probe 2 wurde vom Rand eines Seitenastes genommen, Probe 3 wurde aufgrund der in diesem Bereich interessanten Färbung ausgewählt und Probe 4 wurde aus dem Randbereich des am nächsten zur Anode gewachsenen Astes genommen.

Auf den elektronenmikroskopischen Bildern sind bei Probe 1 würfelförmige Strukturen erkennbar (Fig. 42), aber auch lockerere Formen sind darauf zu finden (Fig. 44). Probe 2 zeigt Verunreinigungen auf der Kupferoberfläche und Papierfasern (Fig. 46), die als helle (durch den Elektronenstrahl aufgeladene) Stellen auffallen, aber auch mechanische Beschädigung des abgeschiedenen Kupfers (Fig. 47). Flächig überwachsene kugelige Strukturen sind auf Probe 3 sichtbar (Fig. 48 und 49) ebenso sind beschädigte Strukturen und Verunreinigungen (Fig. 50) vorhanden. Lockerer abgeschiedenes Kupfer mit sichtbarem Grafituntergrund, ist auf der 4. Probe sichtbar (Fig. 51 und 52).

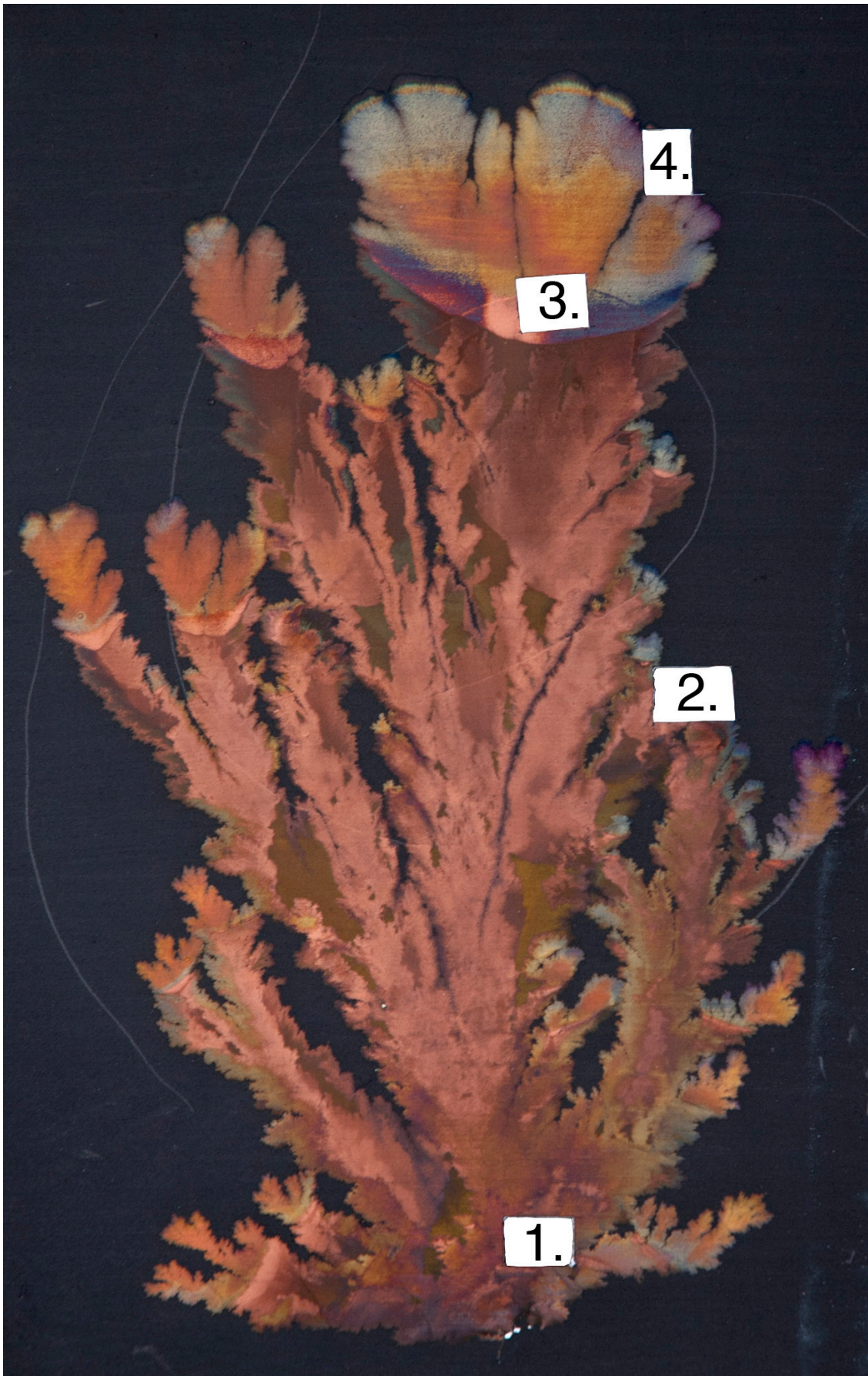


Fig. 37: Trafo 11.04.11, glatt

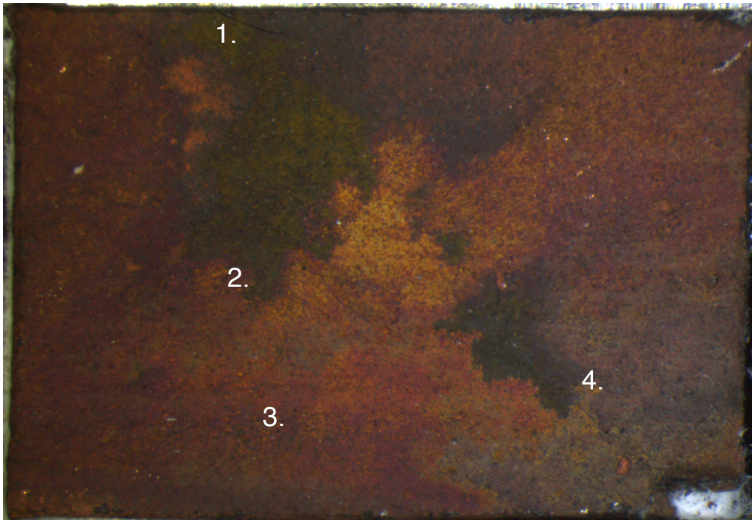


Fig. 38: Trafo 11.04.11, glatt, Probe 1

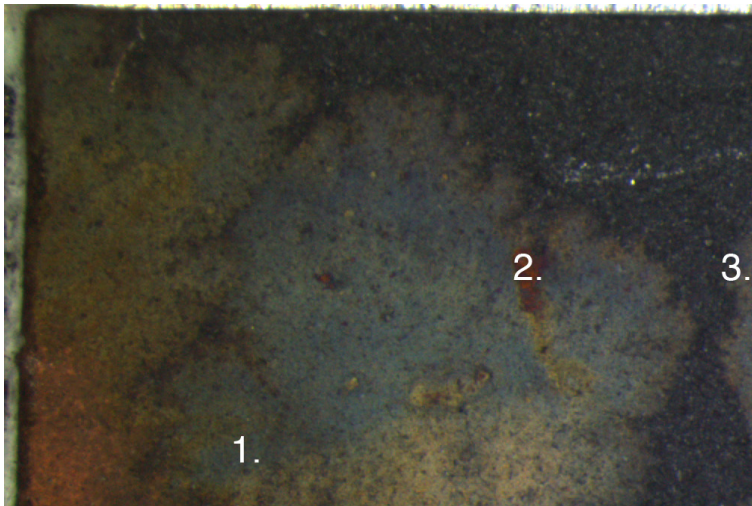


Fig. 39: Trafo 11.04.11, glatt, Probe 2

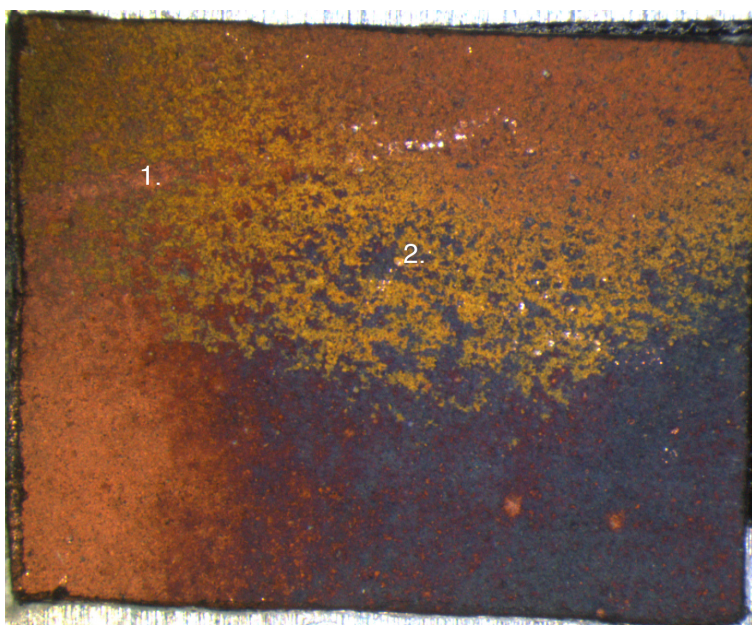


Fig. 40: Trafo 11.04.11, glatt, Probe 3

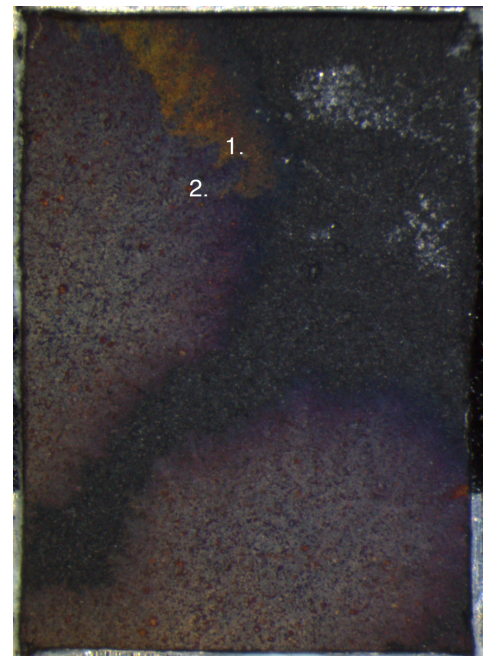


Fig. 41: Trafo 11.04.11, glatt, Probe 4

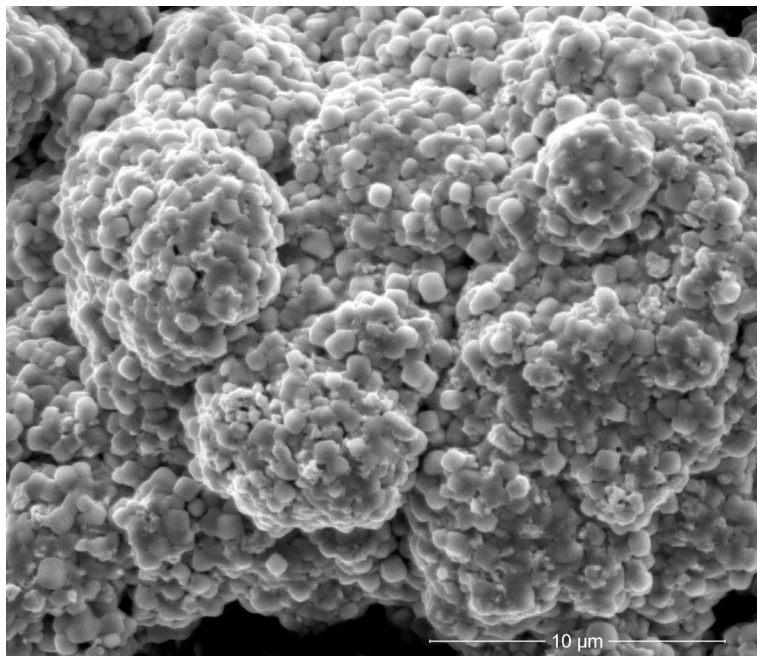


Fig. 42: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

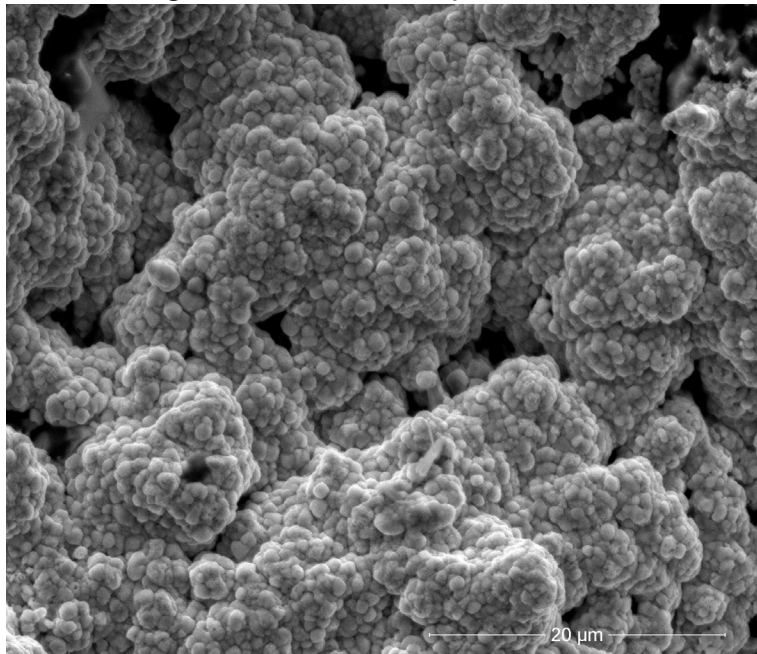


Fig. 43: Pos 3 10KV Spot 3 5000x

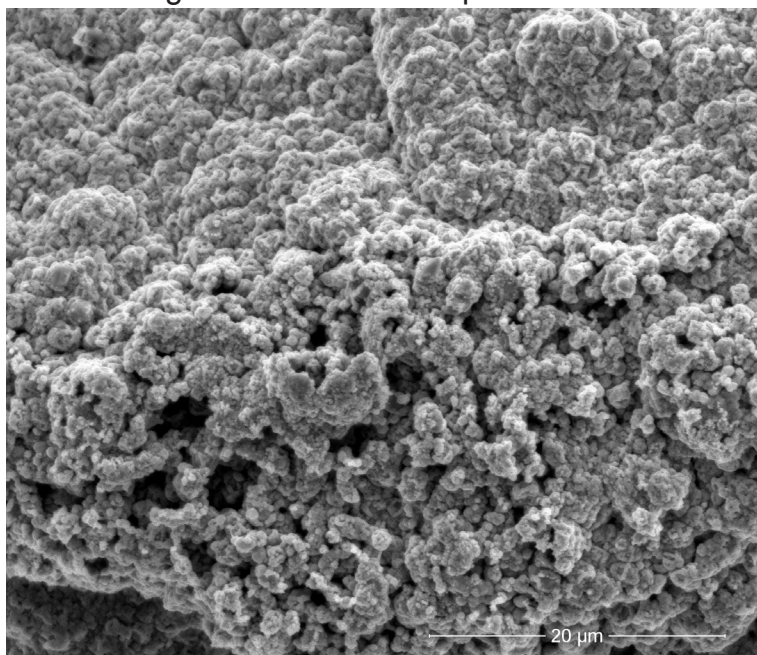


Fig. 44: Pos 4 10KV Spot 3 5000x

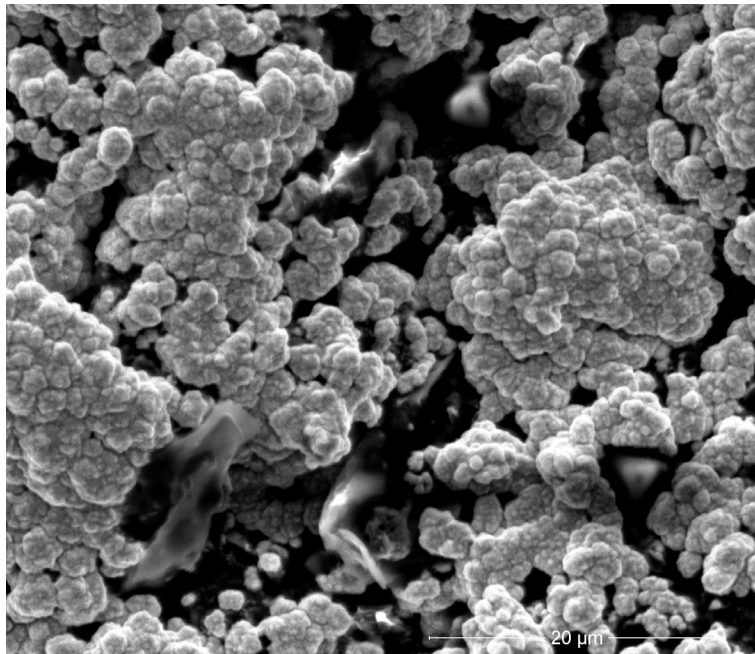


Fig. 45: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

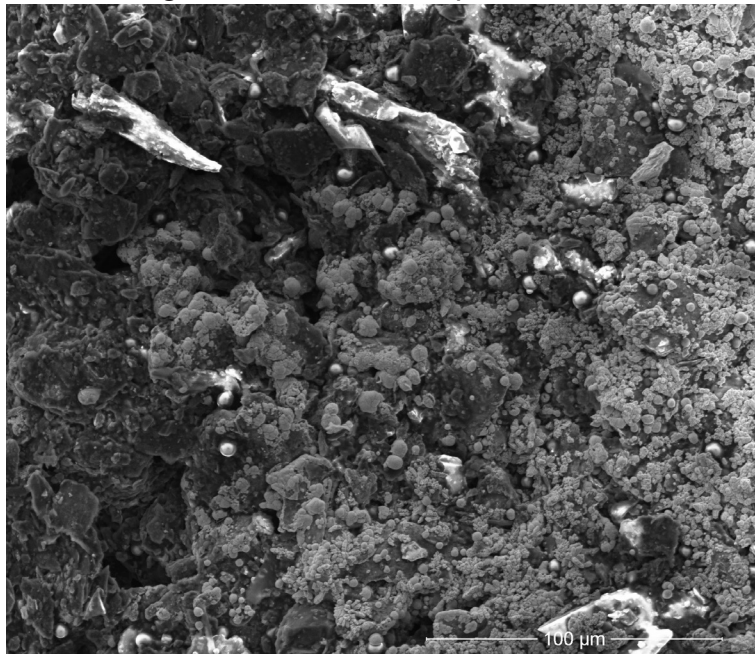


Fig. 46: Pos 3 10KV Spot 3 1000x

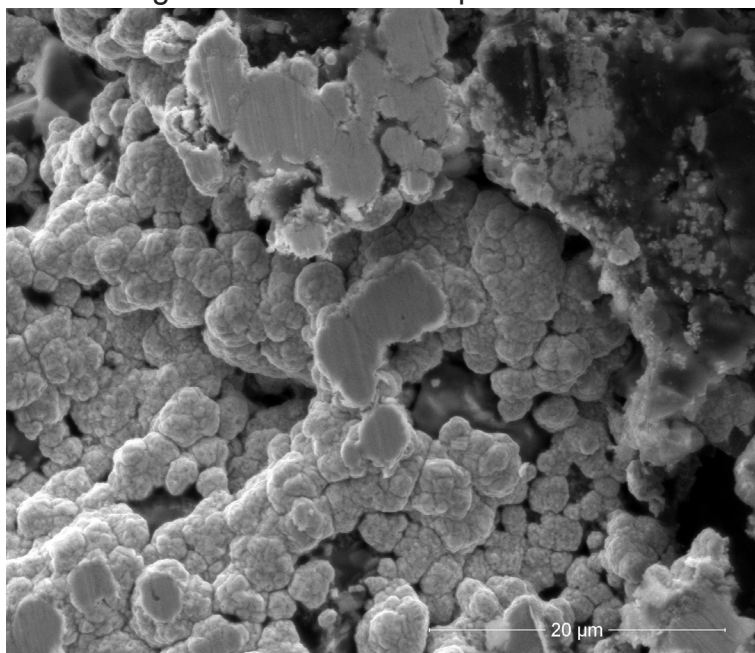


Fig. 47: Pos 4 10KV Spot 3 5000x

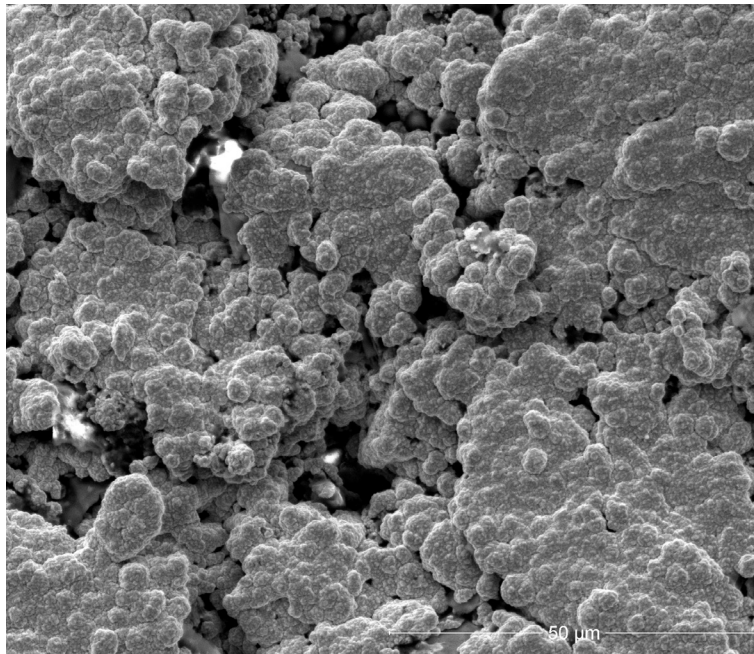


Fig. 48: Pos 1 10KV Spot 3 2500x

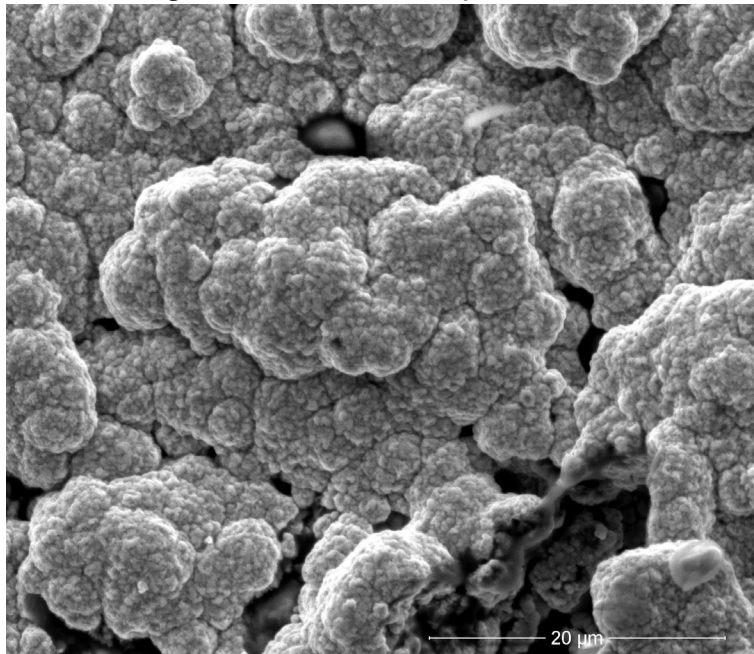


Fig. 49: Pos 2 10KV Spot 3 1000x

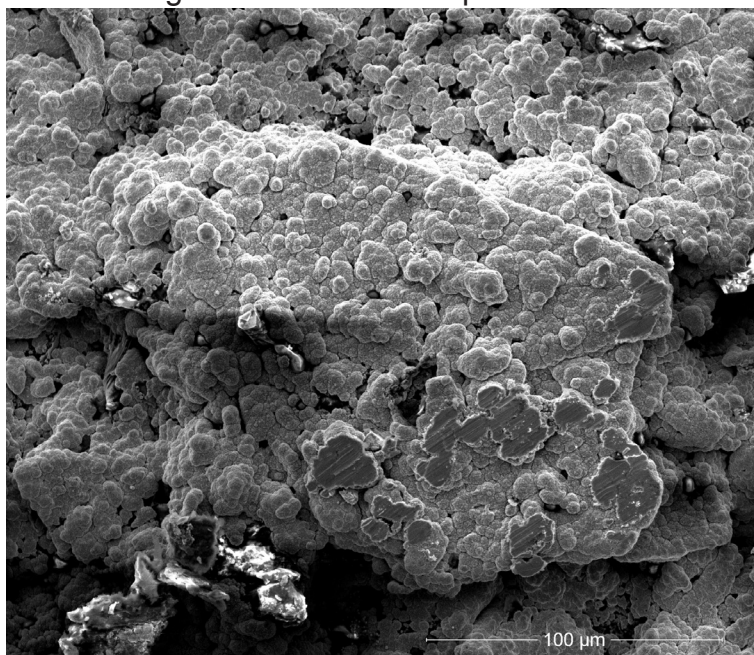


Fig. 50: Pos 2 10KV Spot 3 5000x

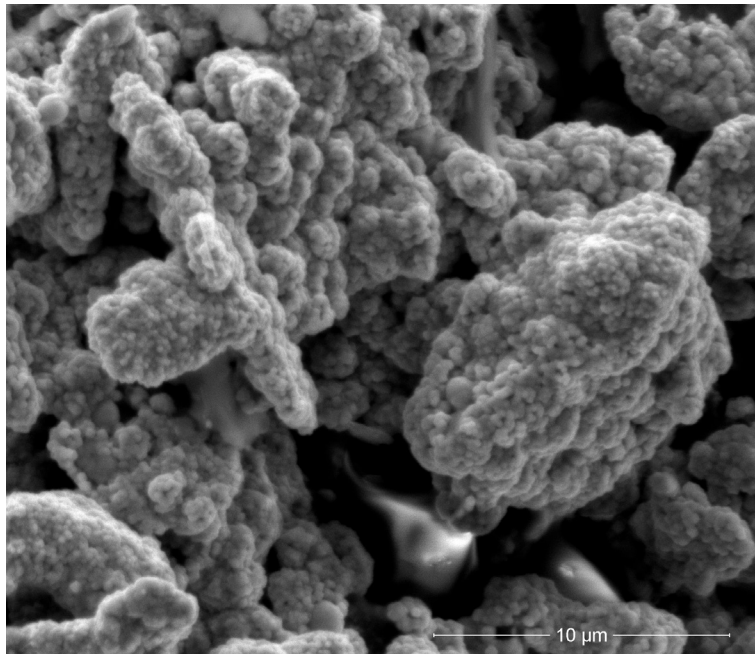


Fig. 51: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

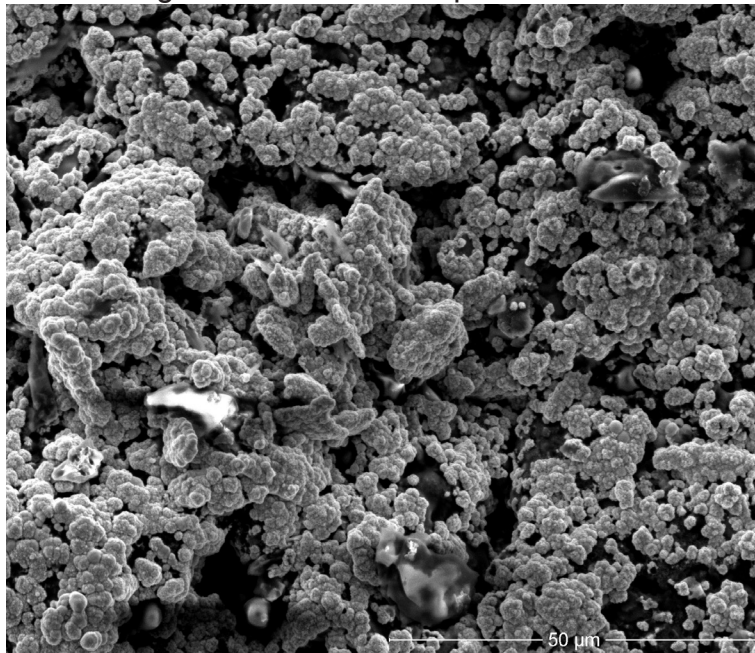


Fig. 52: Pos 1 10KV Spot 3 2500x

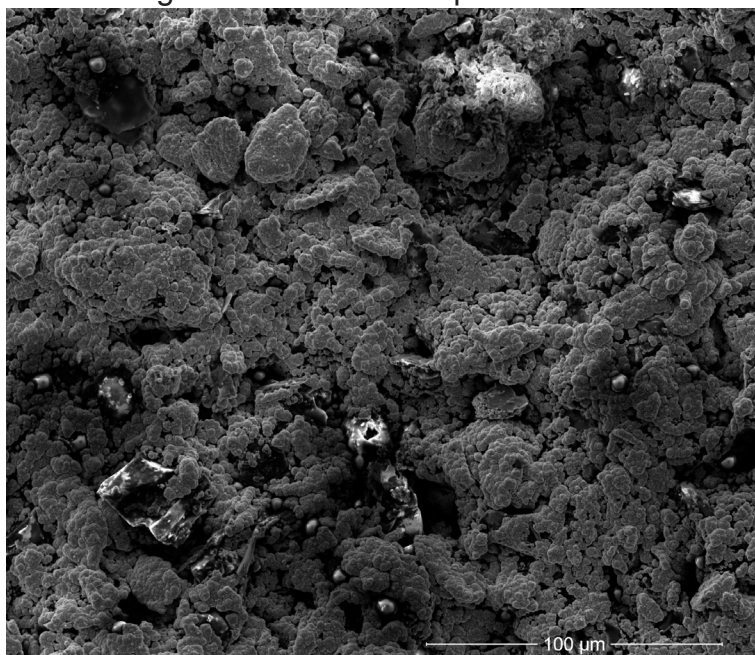


Fig. 53: Pos 2 10KV Spot 3 1000x

Trafo 11.04.11, glatt, Probe 4

Versuch auf rauhem Karton vom 11.04.2011

Derselbe Elektrolyt und dieselbe Spannungsquelle wie im Versuch vom 11.04. wurden in diesem verwendet.

Dem galvanisierten Karton wurden 4 Proben entnommen.

Bemerkenswert an diesem Versuch ist, daß das erste Wachstum von der Anode weg, am Rande des Kartons stattfand.

Dieser Versuch zeigte die höchste Variation in der Farbgebung auf sehr kleinen Raum (Fig. 59). Mittels Röntgenspektroskopie konnten kaum Kupferverbindungen in Probe 1 nachgewiesen werden, sondern hauptsächlich reines Kupfer (Fig. 54 und 55) gemeinsam mit der Struktur der Oberfläche (Fig. 64 und 65) an diesen Punkten legt es den Schluß nahe, daß es sich bei den Farben um Interferenzfarben und handelt.

Auf Probe 2 sind flächige und würfelförmige Strukturen vorhanden (Fig. 66 und 68).

Probe 3 zeigt korallenartige Strukturen und teilweise verschmolzene Kristalle (Fig. 69 und 71).

Kugelige mit feinen Ästen bewachsene Strukturen (Fig. 72 und 73) sind auf Probe 4 zu finden, aber auch Flächen von kleineren und größeren Kugeln (Fig. 74).

Die Spektren zeigen einen geringen Anteil von Sauerstoff, Chlor, Silizium und Aluminium auf der 4. Probe (Fig. 56 und 57).

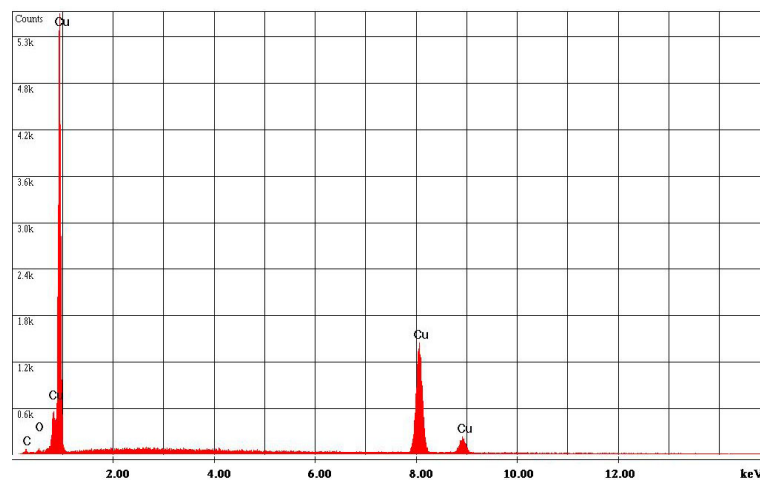


Fig. 54: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 1, Pos 5

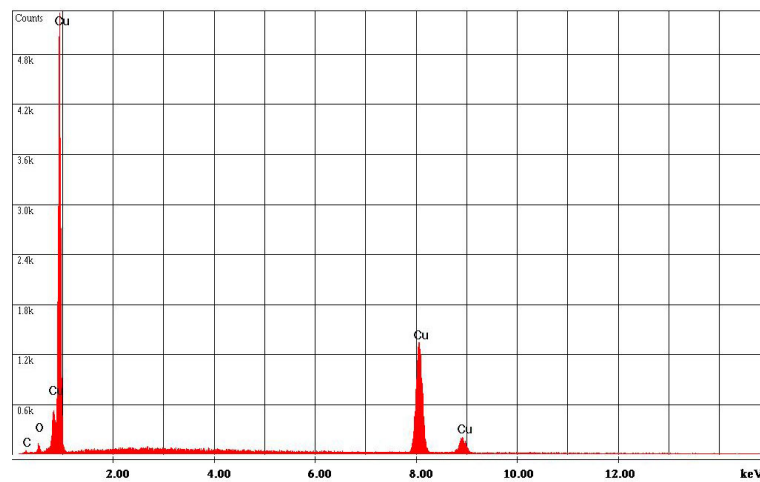


Fig. 55: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 1, Pos 8

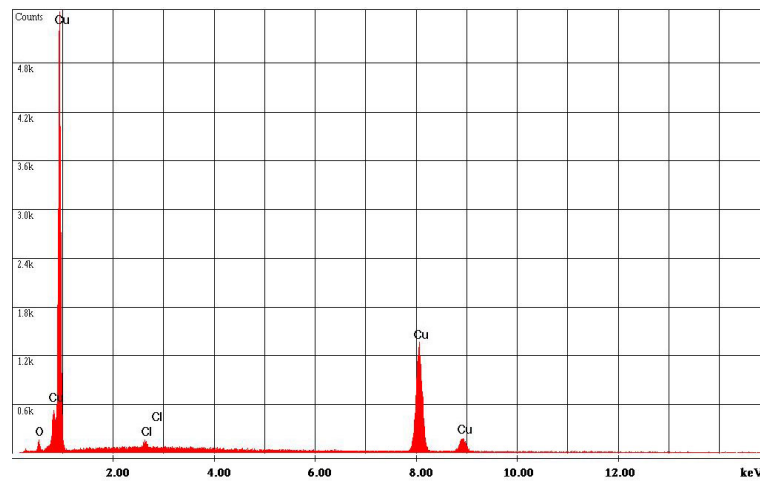


Fig. 56: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 4, Pos 1

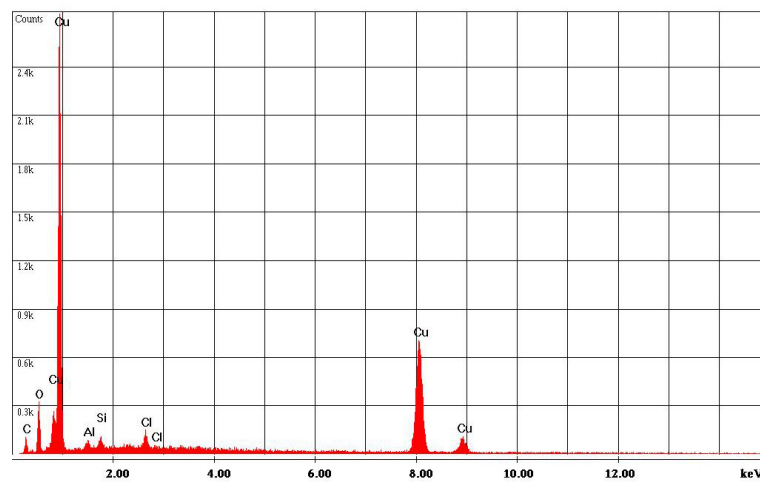


Fig. 57: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 4, Pos 3



Fig. 58: Trafo 11.04.11, rauh

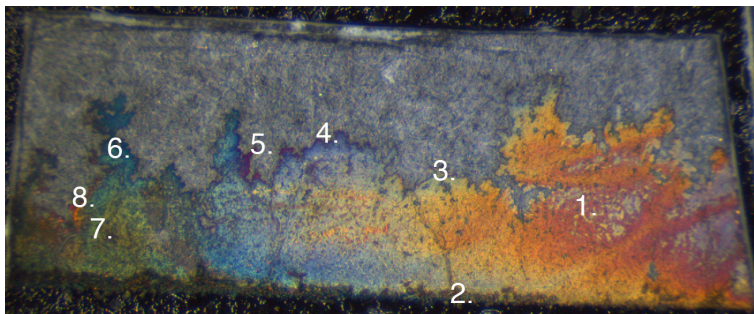


Fig. 59: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 1

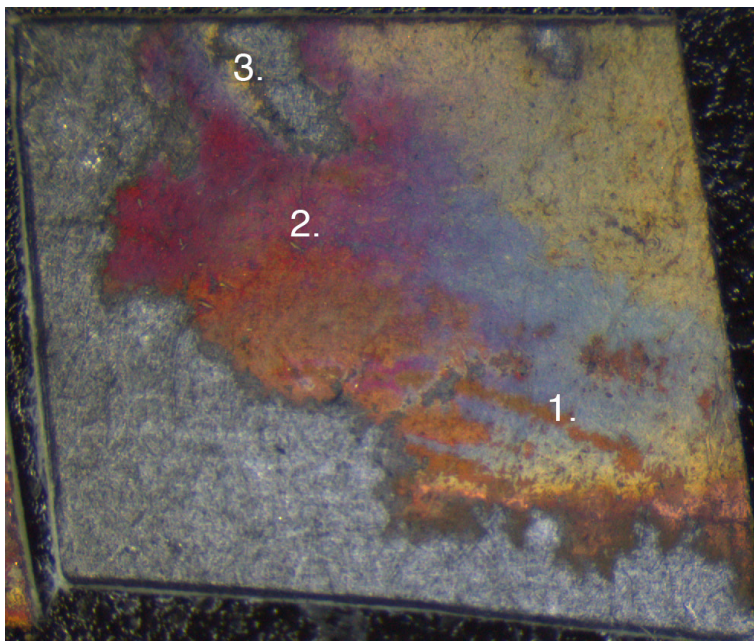


Fig. 60: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 2

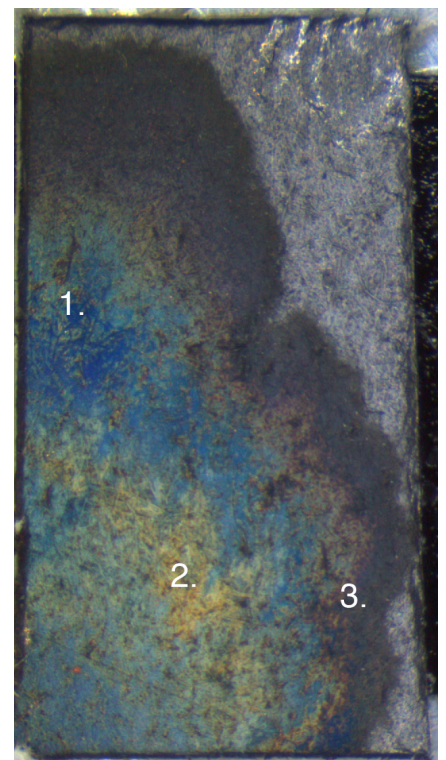


Fig. 61: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 4

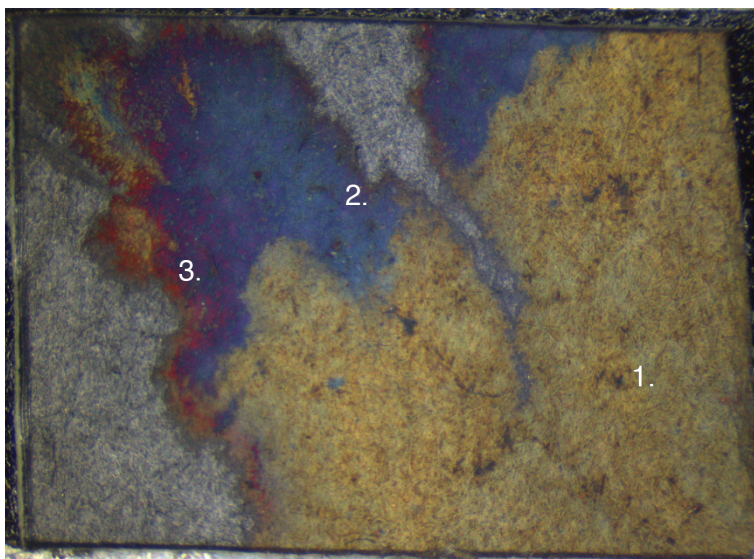


Fig. 62: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 3

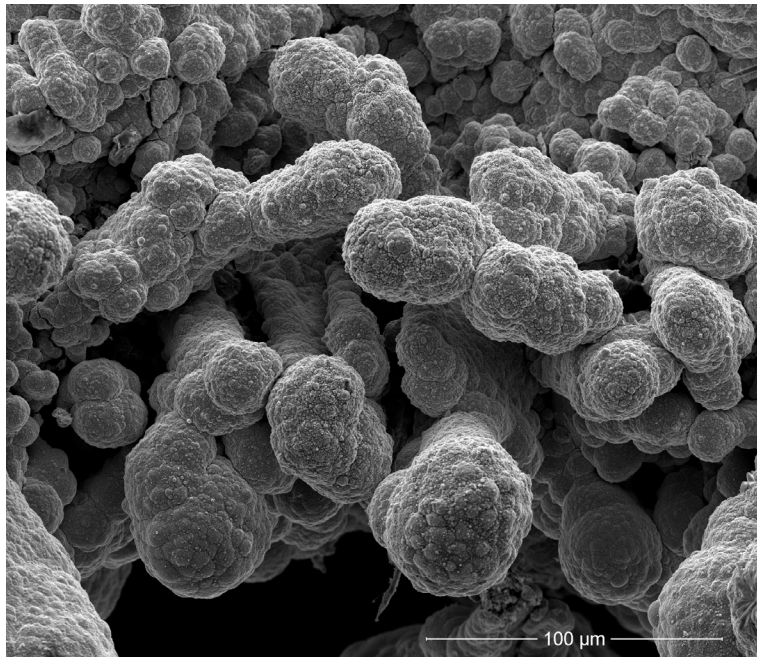


Fig. 63: Pos 2 10KV Spot 3 1000x

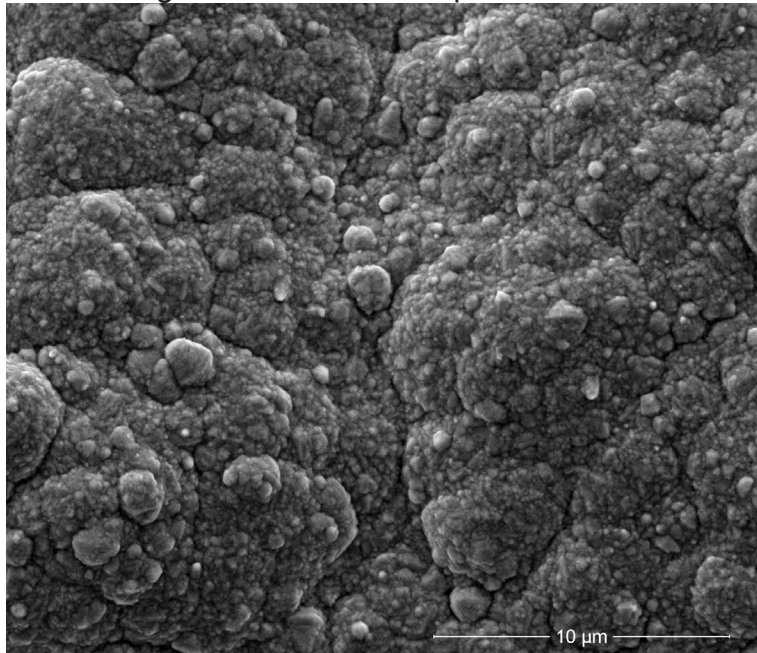


Fig. 64: Pos 5 10KV Spot 3 10000x

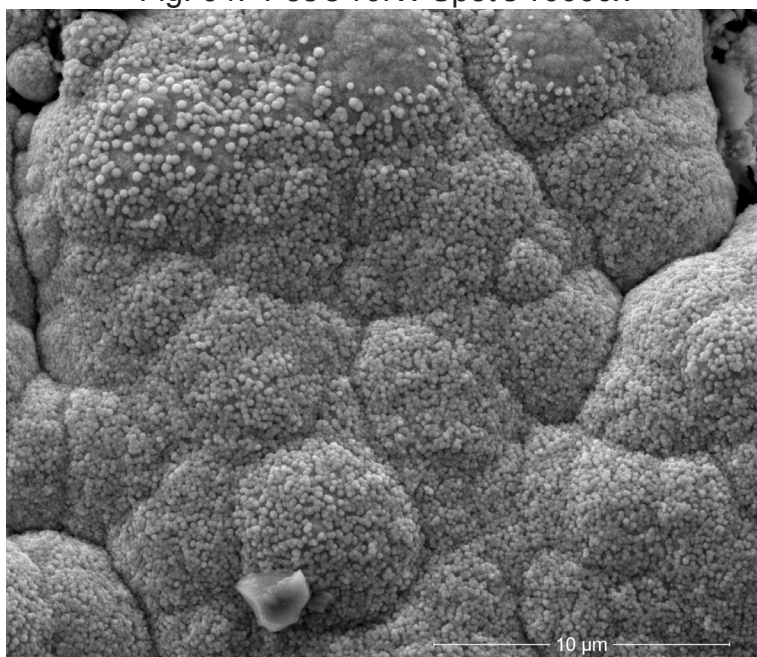


Fig. 65: Pos 8 10KV Spot 3 10000x

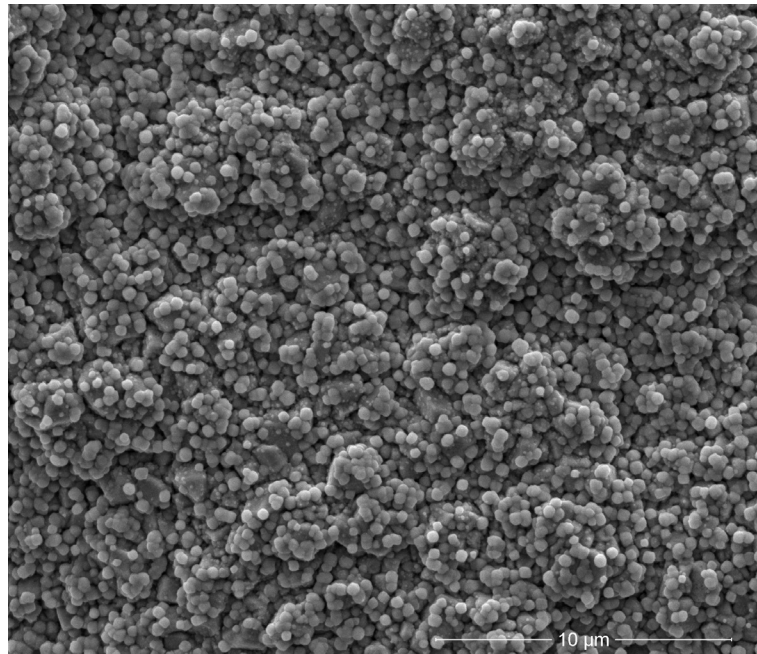


Fig. 66: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

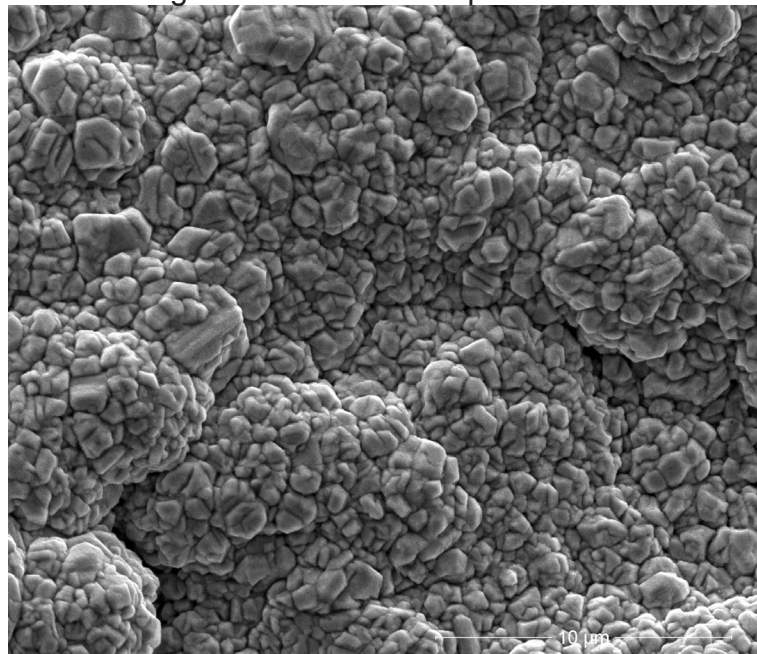


Fig. 67: Pos 3 10KV Spot 3 10000x

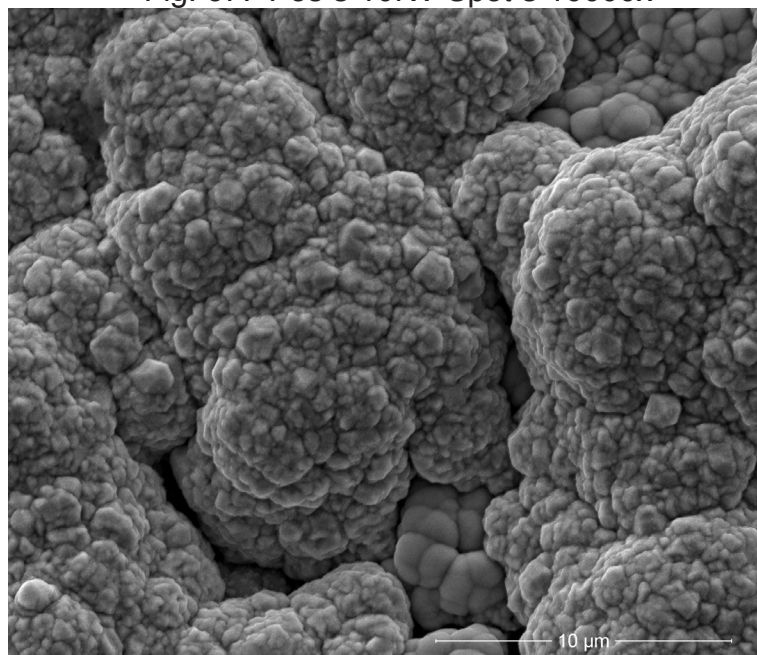


Fig. 68: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

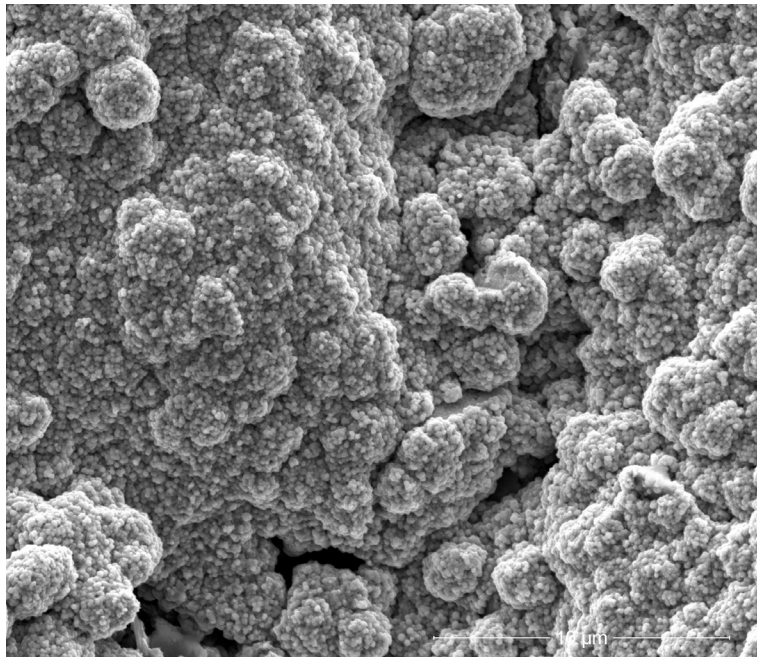


Fig. 69: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

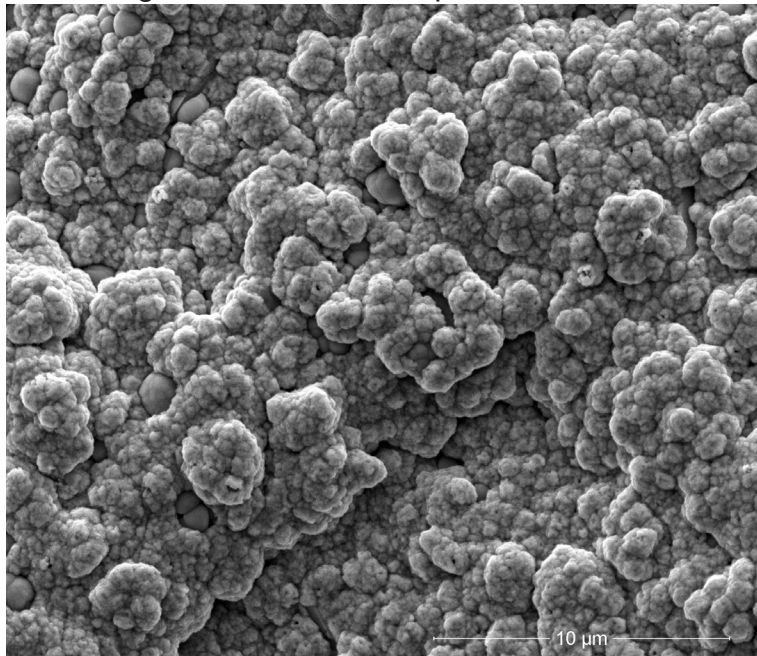


Fig. 70: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

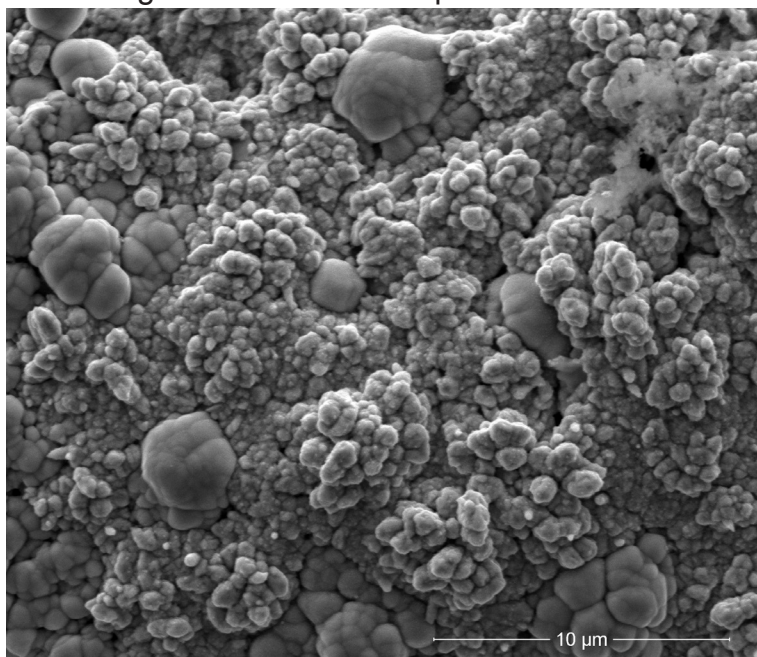


Fig. 71: Pos 3 10KV Spot 3 10000x

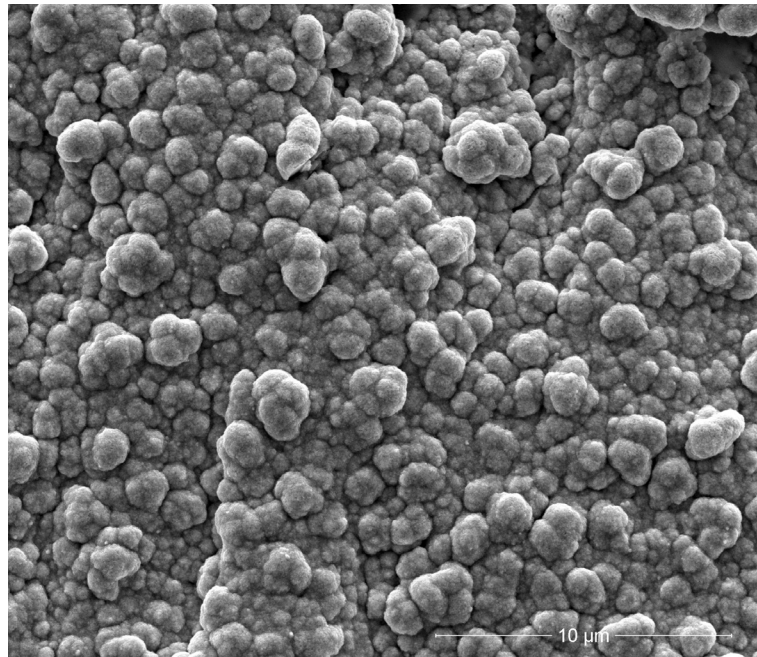


Fig. 72: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

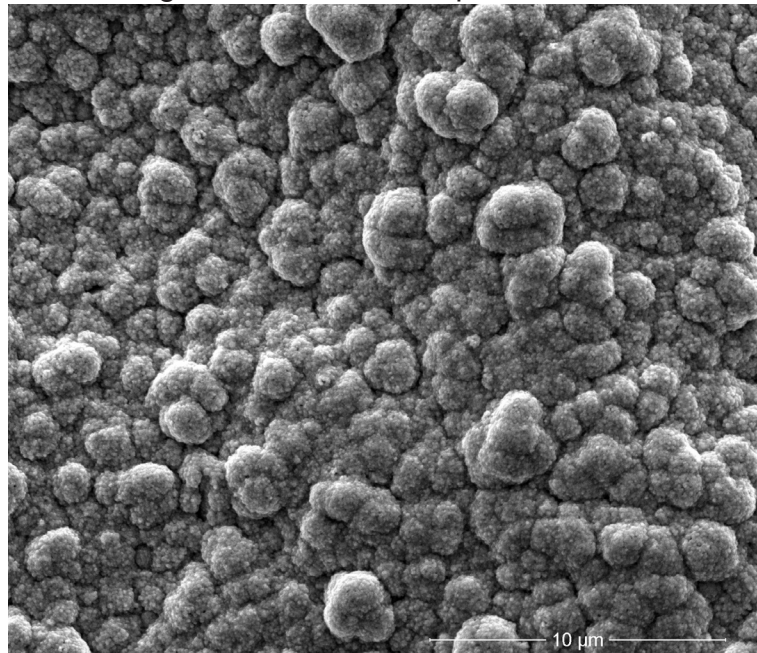


Fig. 73: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

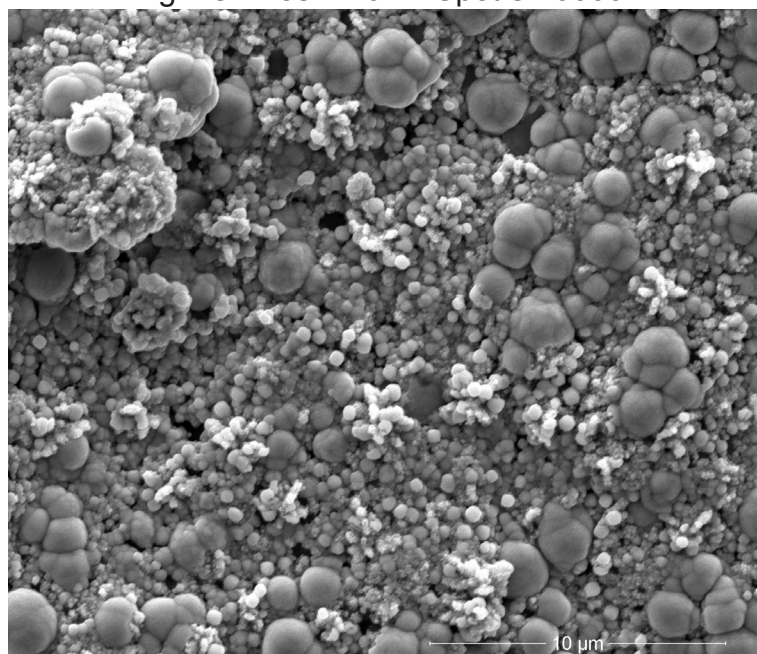


Fig. 74: Pos 3 10KV Spot 3 10000x

Versuch auf glattem Karton vom 13.04.2011

Derselbe Elektrolyt und dieselbe Spannungsquelle wie im Versuch vom 11.04. wurden in diesem verwendet, außerdem wurde in diesem Versuch die Lösung mit Kupfersulfat aufgefrischt und Zucker als Glanzbildner dem Elektrolyt hinzugefügt

Dem galvanisierten Karton wurden 3 Proben entnommen.

Bemerkenswert an diesem Versuch ist, daß sich sehr viele Verunreinigungen auf dem Karton gebildet haben. Es bildeten sich Gipskristalle die mutmaßlich aus dem für die Glättung der Kartonoberfläche verwendeten Dispersions stammten (Fig. 77 und 81).

In den elektronenmikroskopischen Aufnahmen sind bei Probe 1 die Gipskristalle sehr gut erkennbar (Fig 78, 79 und 81), die in das abgeschiedenen Kupfer integriert wurden. Auf der Probe 2 sind kugelige Abscheidungen erkennbar, die unter einer flächigen Struktur liegen (Fig. 83). Die Sandrosen ähnlichen Strukturen sind Kupfersulfat (Fig. 84).

Eine sehr interessante Kugelform, reiskornförmige Strukturen und Gipskristalle sind auf Probe 3 sichtbar (Fig. 85 und 86)

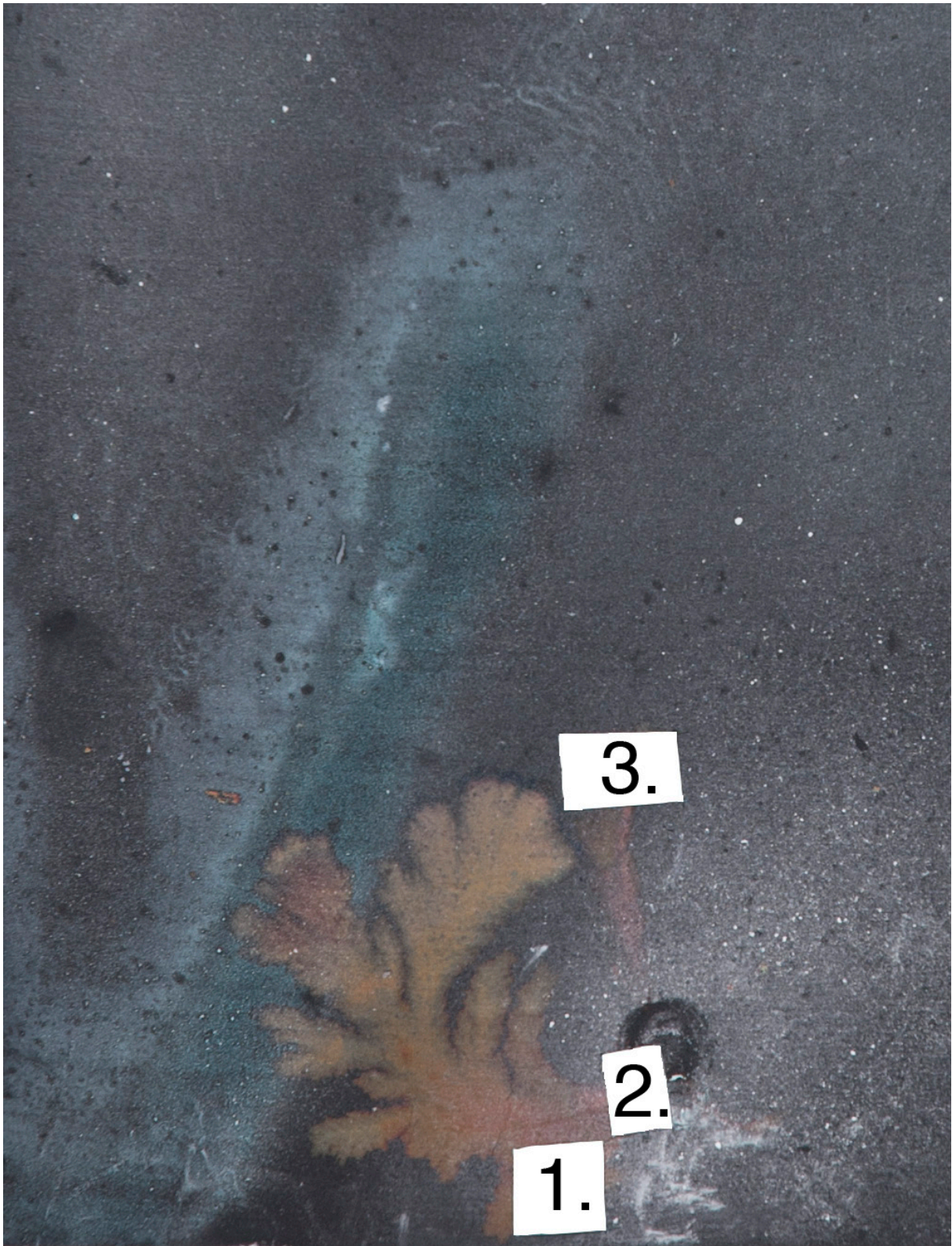


Fig. 75: Trafo 13.04.11, glatt, Zucker

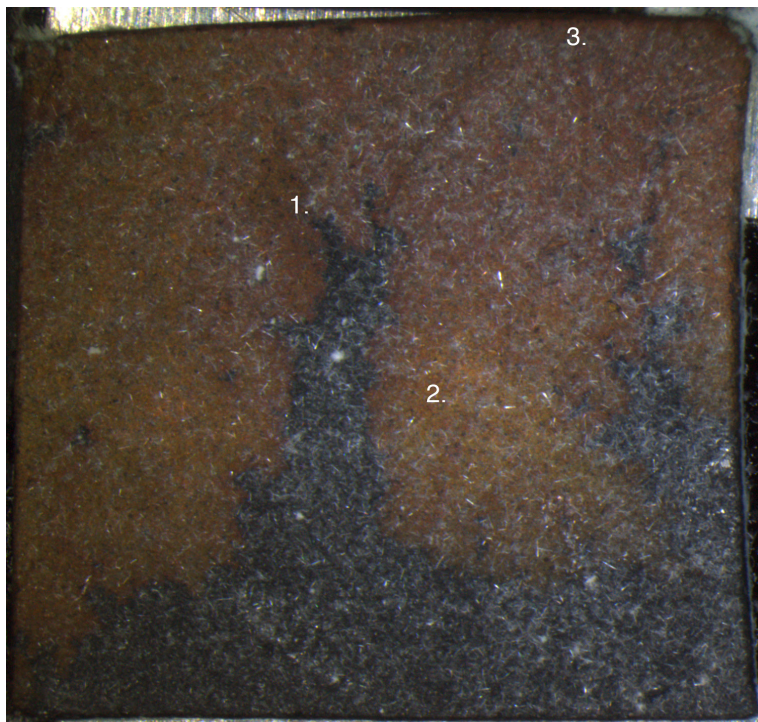


Fig. 76: Trafo 13.04.11, glatt, Zucker, Probe 1

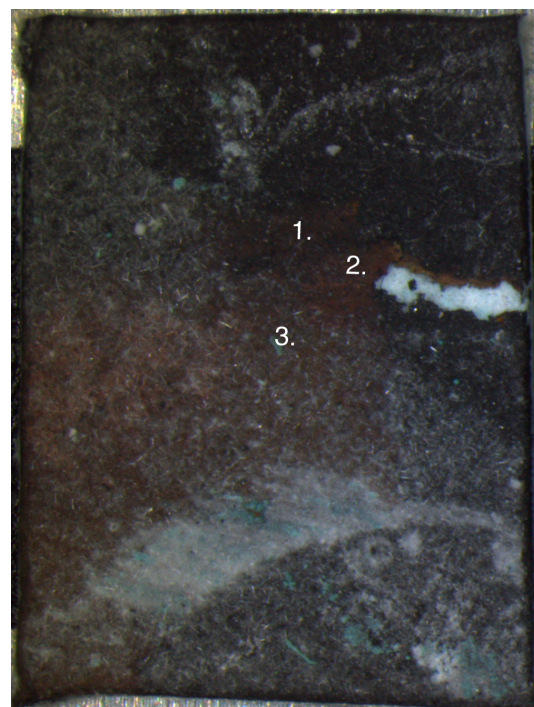


Fig. 77: Trafo 13.04.11, glatt, Zucker, Probe 2

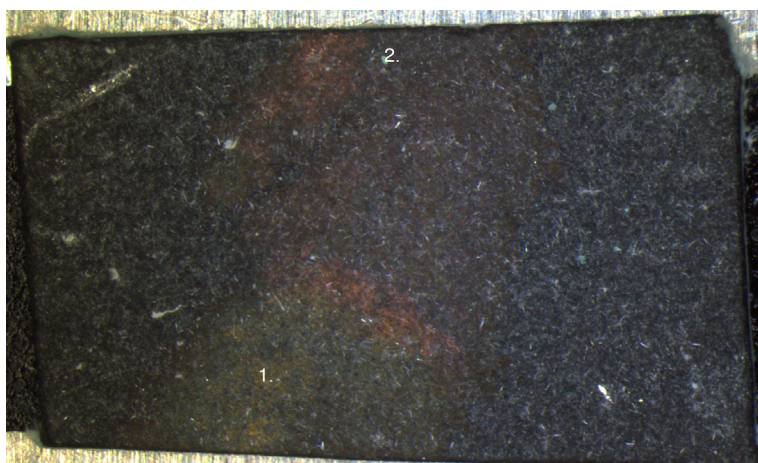


Fig. 78: Trafo 13.04.11, glatt, Zucker, Probe 3

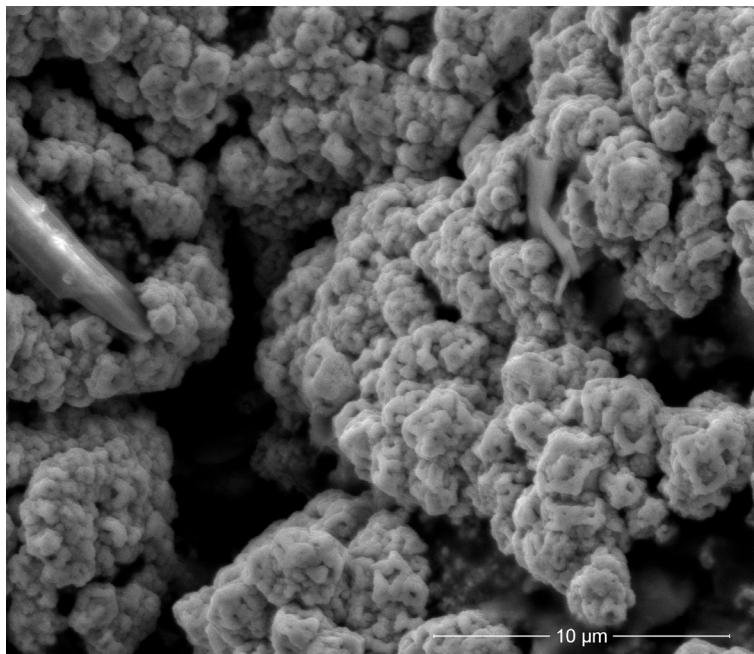


Fig. 79: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

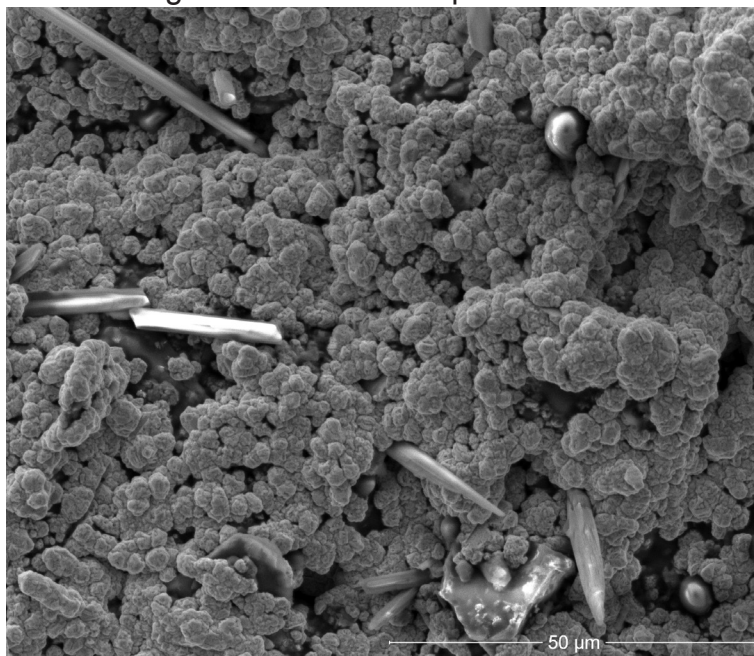


Fig. 80: Pos 2 10KV Spot 3 2500x

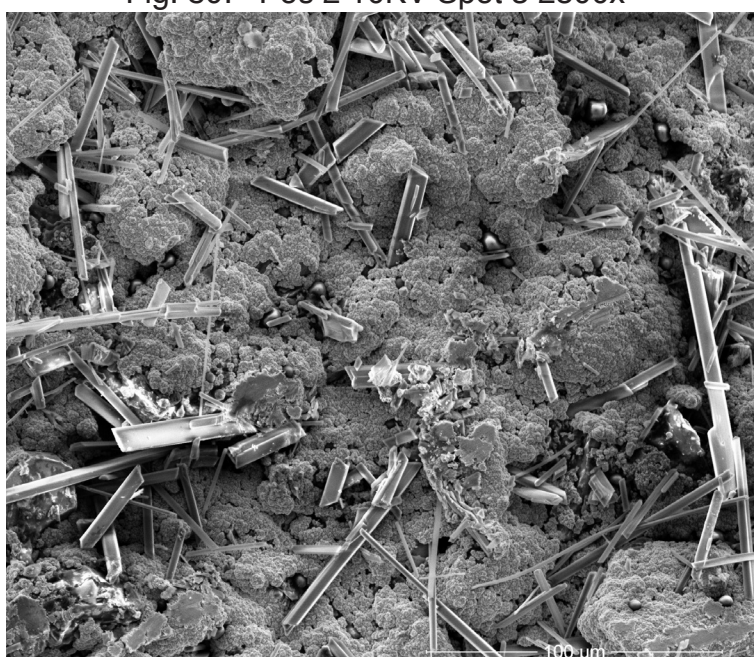


Fig. 81: Pos 3 10KV Spot 3 1000x

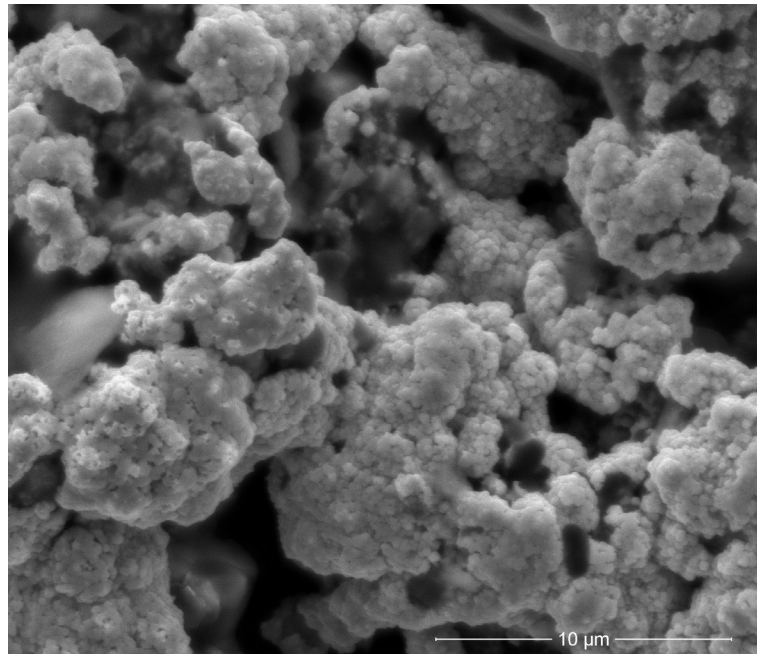


Fig. 82: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

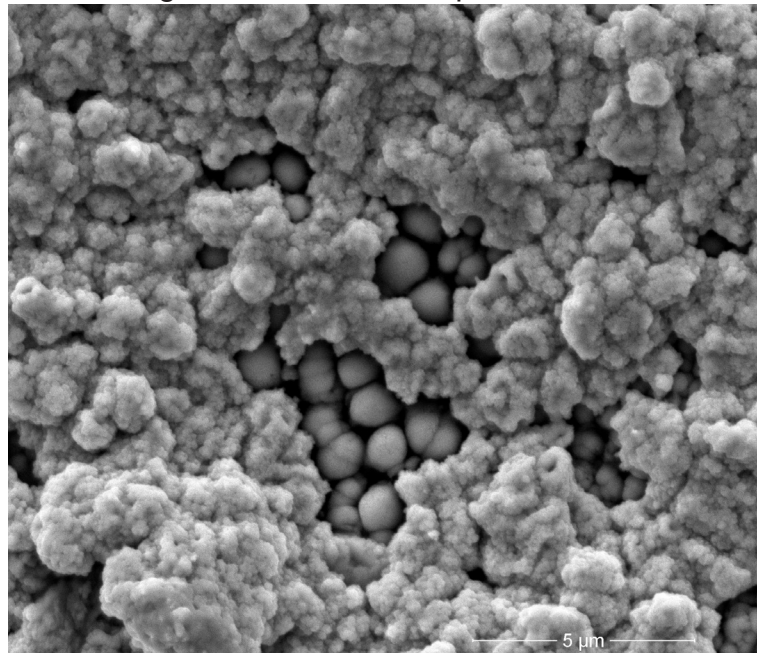


Fig. 83: Pos 2 10KV Spot 3 15000x

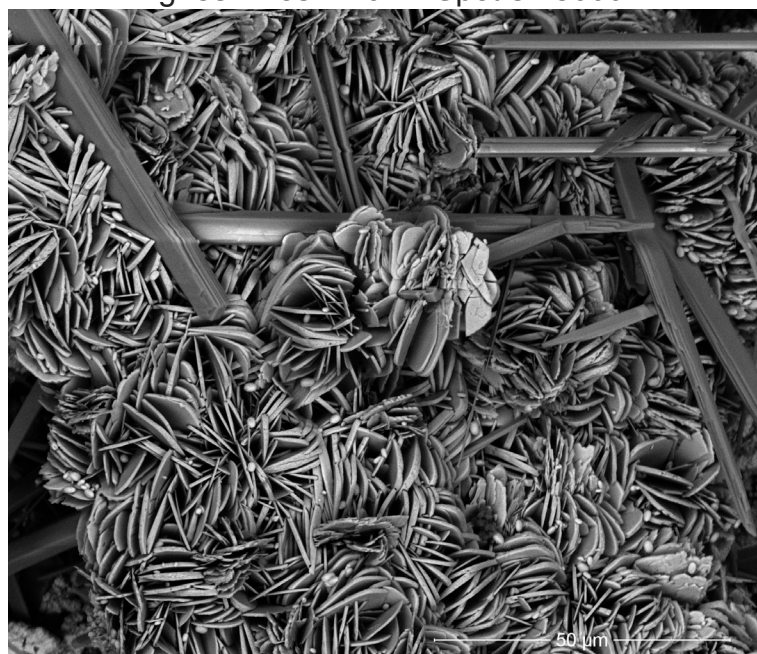


Fig. 84: Pos 3 10KV Spot 3 2000x

Trafo 13.04.11, glatt, Zucker, Probe 2

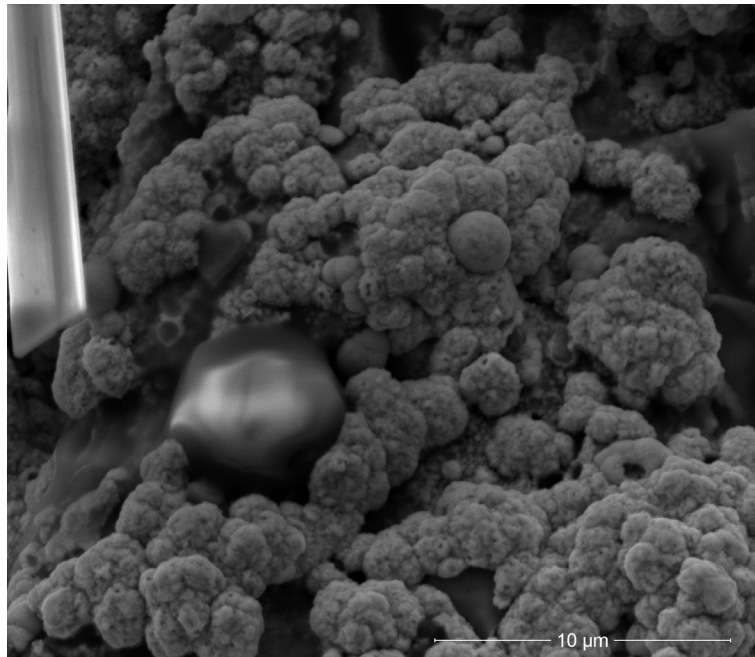


Fig. 85: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

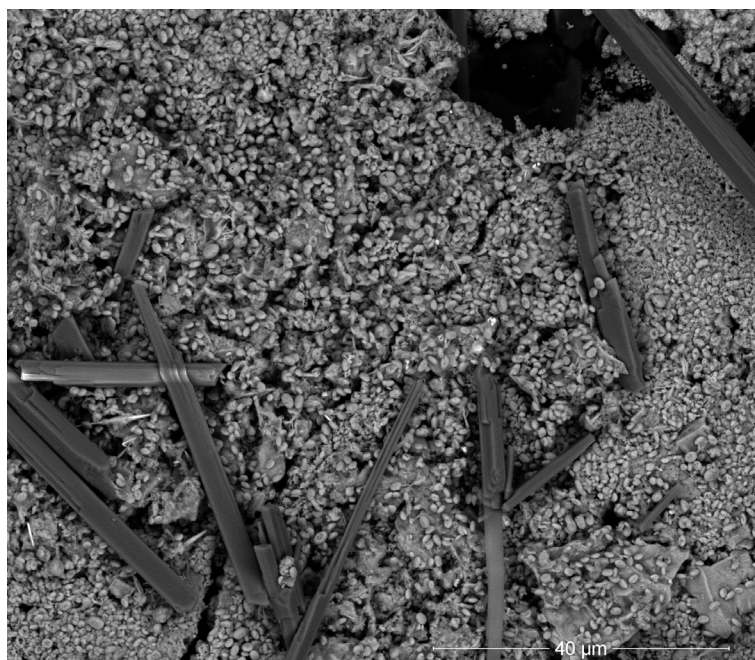


Fig. 86: Pos 2 10KV Spot 3 2500x

Versuch auf rauhem Karton vom 13.04.2011

Derselbe Elektrolyt und dieselbe Spannungsquelle wie im Versuch vom 11.04. wurden in diesem verwendet, außerdem wurde in diesem Versuch die Lösung mit Kupfersulfat aufgefrischt und Zucker als Glanzbildner dem Elektrolyt hinzugefügt

Dem galvanisierten Karton wurden 3 Proben entnommen.

Bemerkenswert an diesem Versuch ist die Bildung von Blasen in der Nähe der Kathode auf Probe 1 (Fig. 93 und 94), sowie die Bildung der Kupfersulfatkristalle (Fig. 87 und 92).

Auf Probe 2 bildeten sich sehr schöne Kupferkristalle (Fig. 95 und 97).

Probe 3 wiederum sticht durch ihre Kombination von feinkörnigen und größeren Kristalltürmen hervor (Fig. 98 und 100).

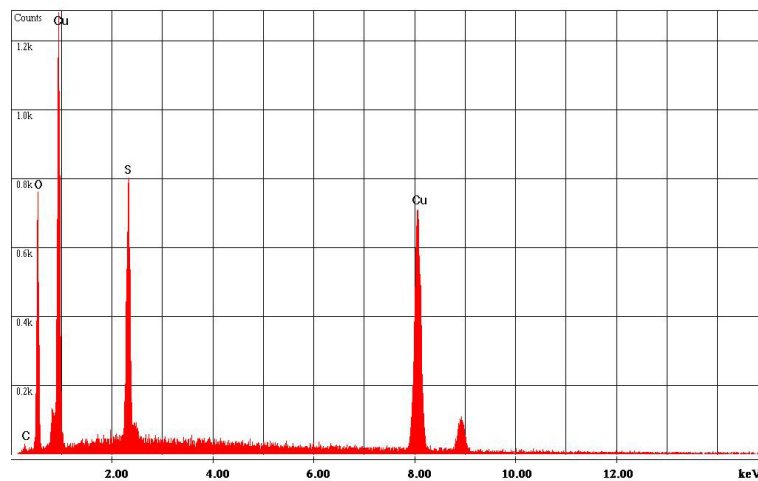


Fig. 87: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe1, Pos 2



Fig. 88: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker

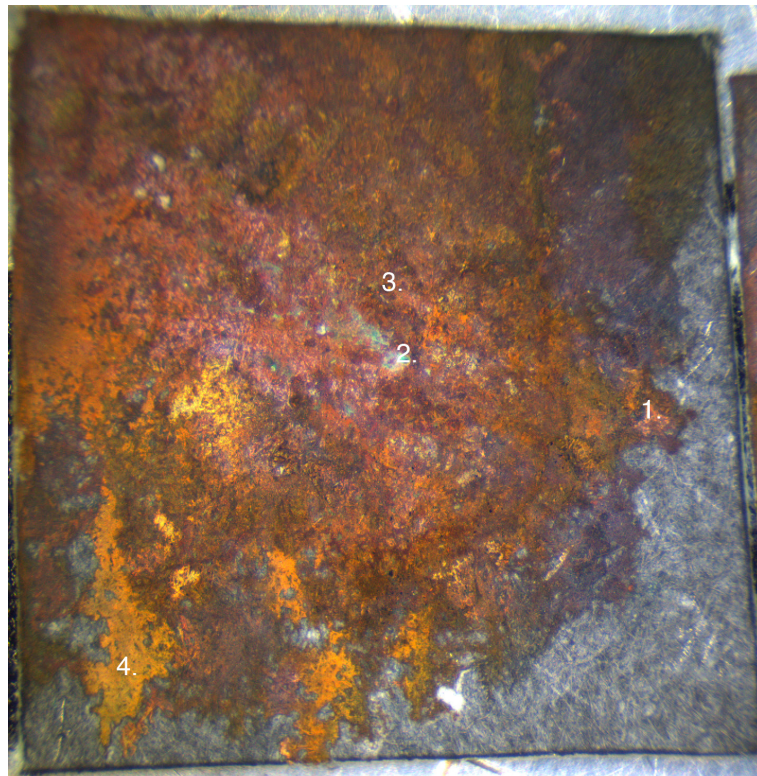


Fig. 89: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe1

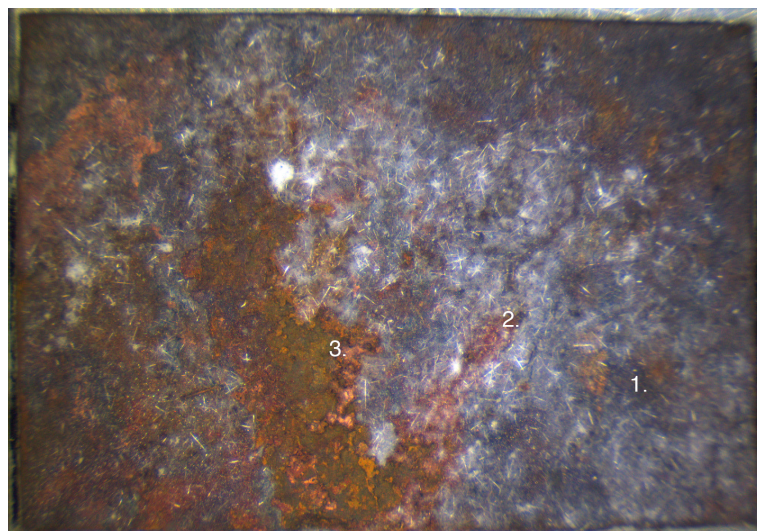


Fig. 90: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe 2

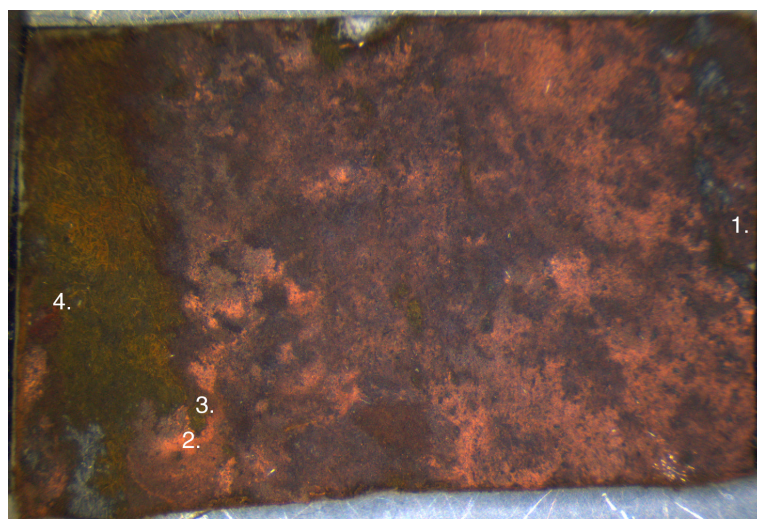


Fig. 91: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe 3

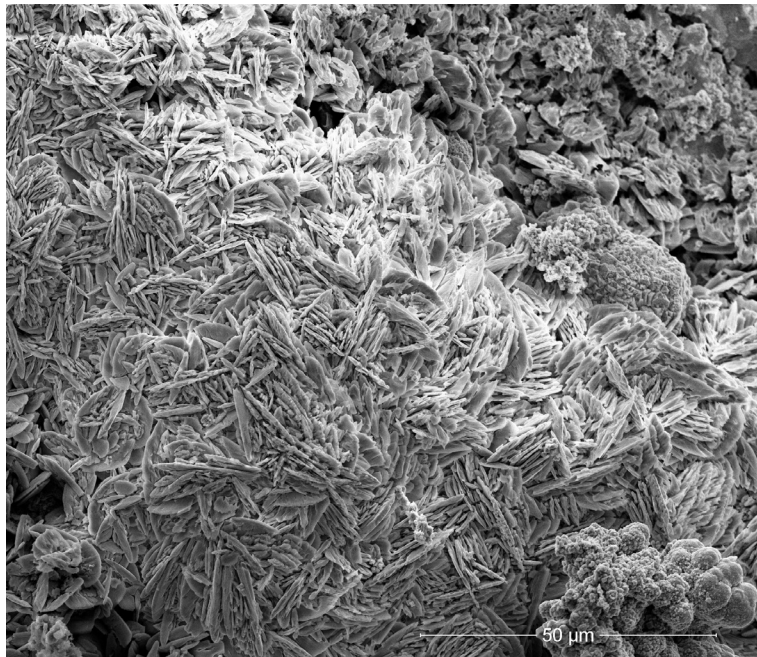


Fig. 92: Pos 2 10KV Spot 3 2000x

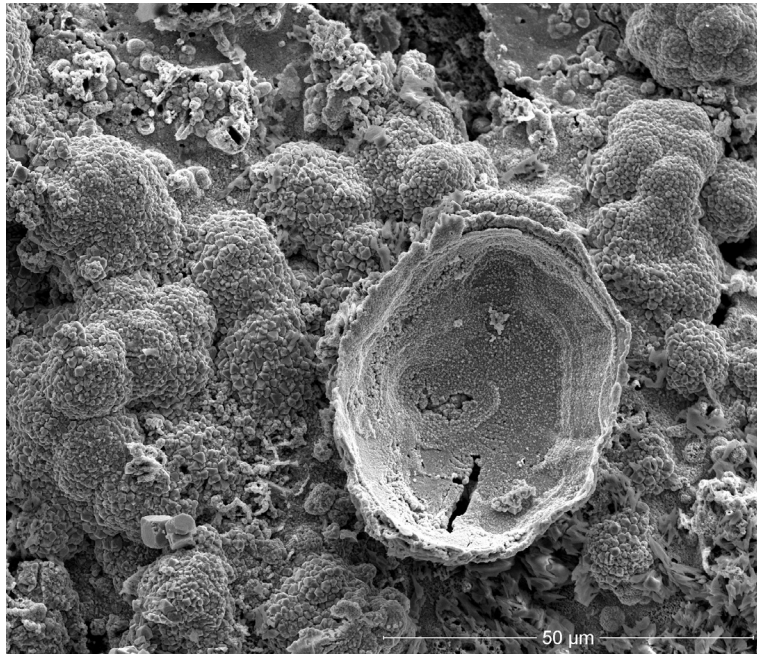


Fig. 93: Pos 2 10KV Spot 3 2500x

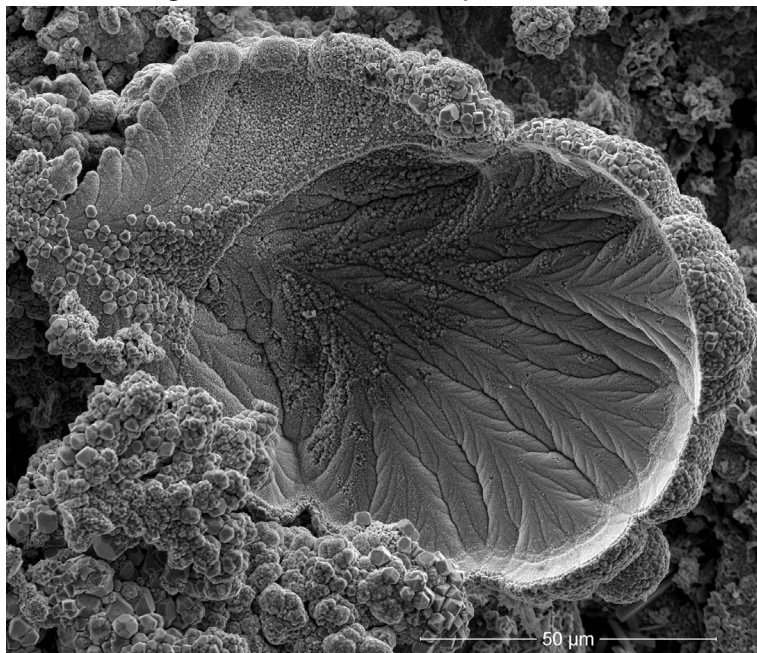


Fig. 94: Pos 3 10KV Spot 3 2000x

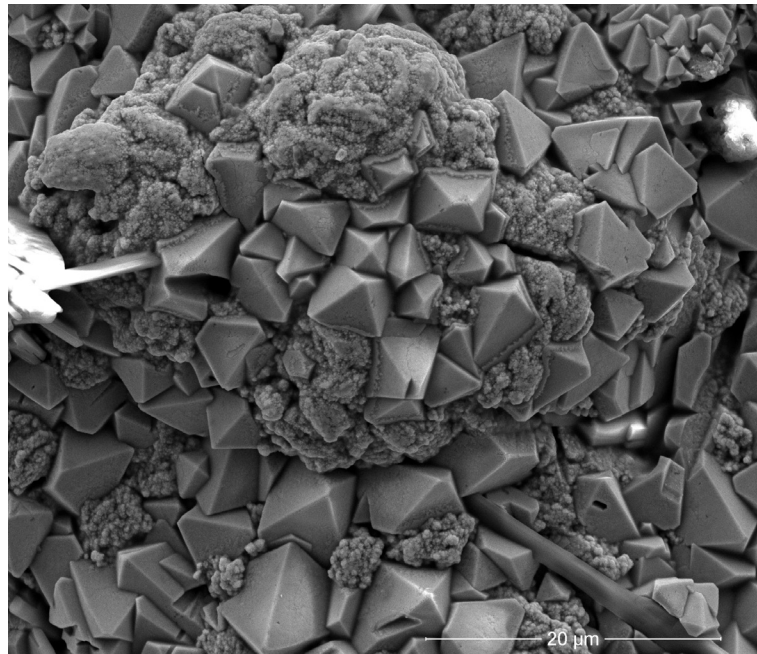


Fig. 95: Pos 1 10KV Spot 3 5000x

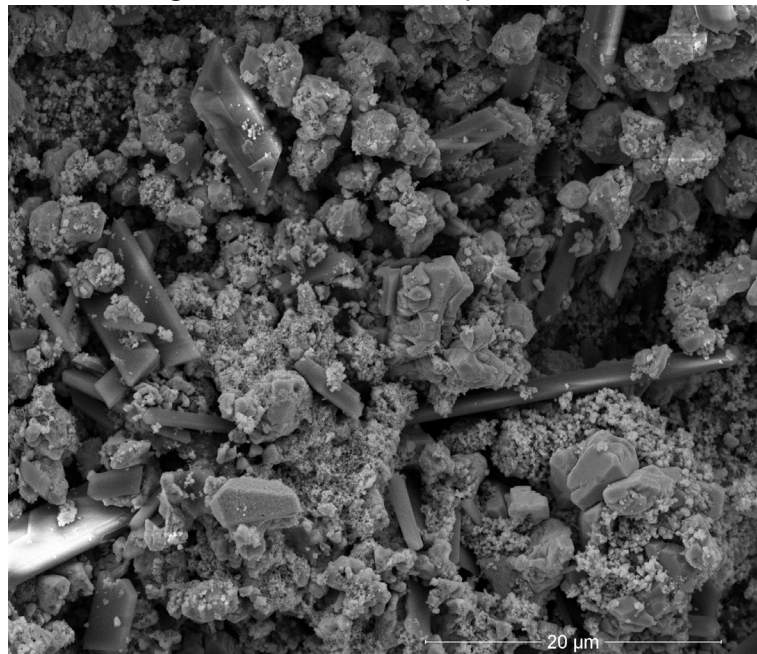


Fig. 96: Pos 2 10KV Spot 3 5000x

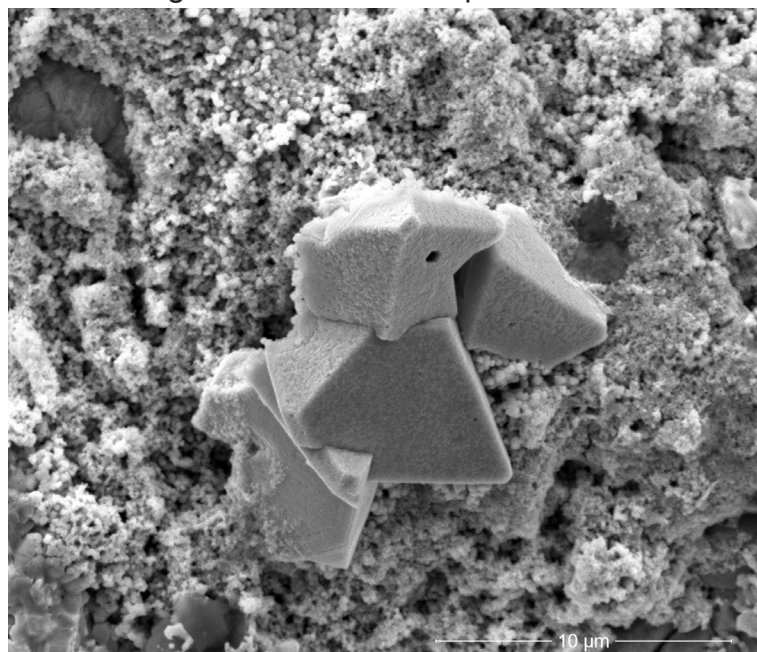


Fig. 97: Pos 3 10KV Spot 3 10000x

Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe 2

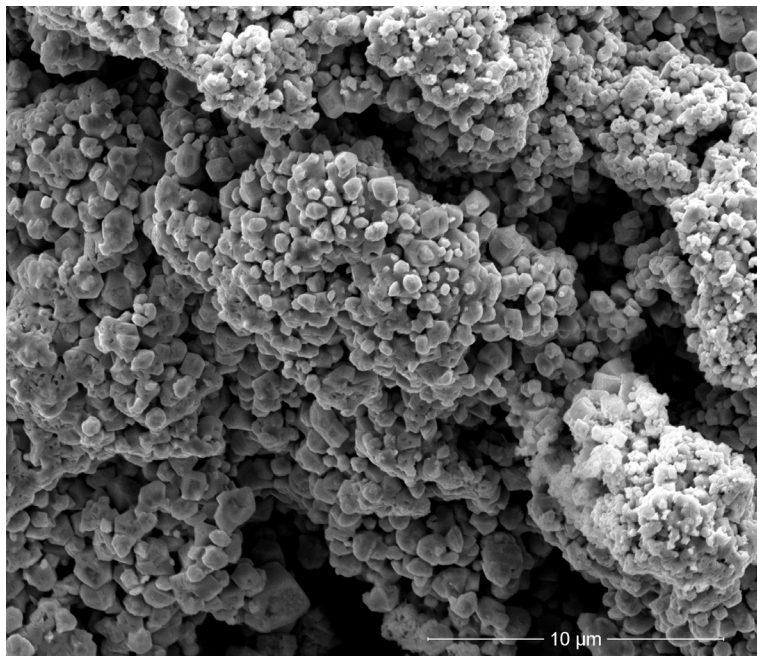


Fig. 98: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

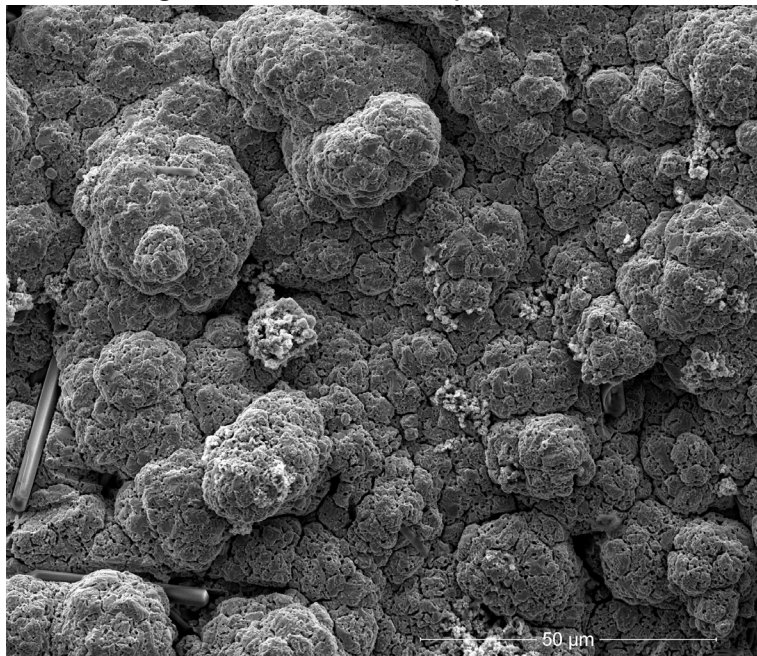


Fig. 99: Pos 2 10KV Spot 3 2000x

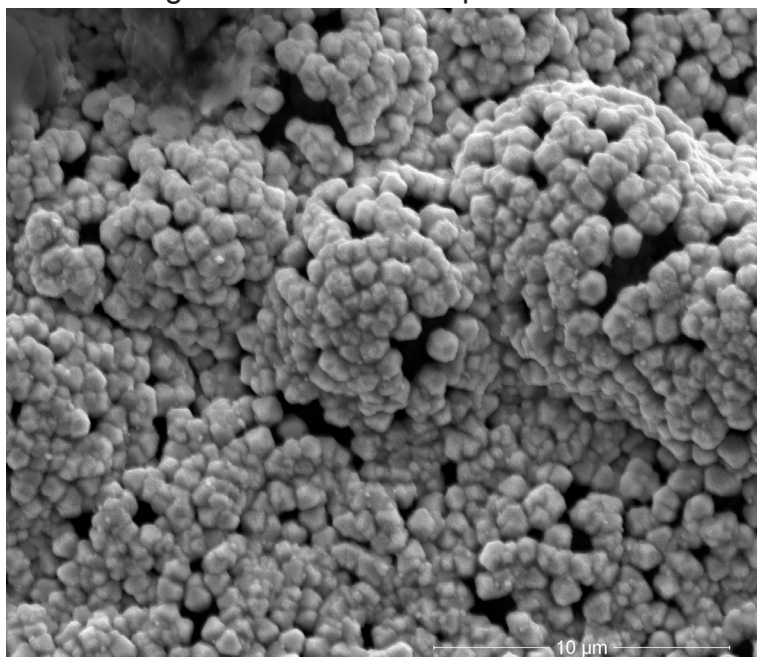


Fig. 100: Pos 3 10KV Spot 3 10000x

Versuch auf glattem Karton vom 18.04.2011

Derselbe Elektrolyt wie im Versuch vom 11.04. wurden in diesem verwendet, außerdem wurde in diesem Versuch die Lösung mit Kupfersulfat aufgefrischt und Zucker als Glanzbildner dem Elektrolyt hinzugefügt. Als Spannungsquelle wurde die Autobatterie genutzt.

Dem galvanisierten Karton wurden 4 Proben entnommen.

Bemerkenswert an diesem Versuch ist, daß die in Kathodennähe genommene Probe 1, Kupferoxid (Fig. 106) und unterschiedlich große Kristallformationen auf kleinen Raum ausbildete (Fig. 108).

Bei Probe 2 bildeten sich Gipskristalle und ein Überzug aus Zucker an den Kristalltürmen (Fig. 109-111). Besonders interessant ist die unterschiedliche Größe der Kristalle auf einem Turm in dieser Probe.

Probe 3 zeigt zerstörte Kristalle (Fig. 112), Brüche die sich während des Erholungsvorganges bildeten (Fig. 113) und die Kugelstruktur ist ungewöhnlich stark ausgeprägt (Fig. 114).

Probe 4 wurde an der Auflagefläche der Anode genommen. Es bildeten sich Kupfer-Zuckerkomplexe (Fig. 115), die Oberfläche hat eine dicht gepackte Struktur (Fig. 116 und 117)

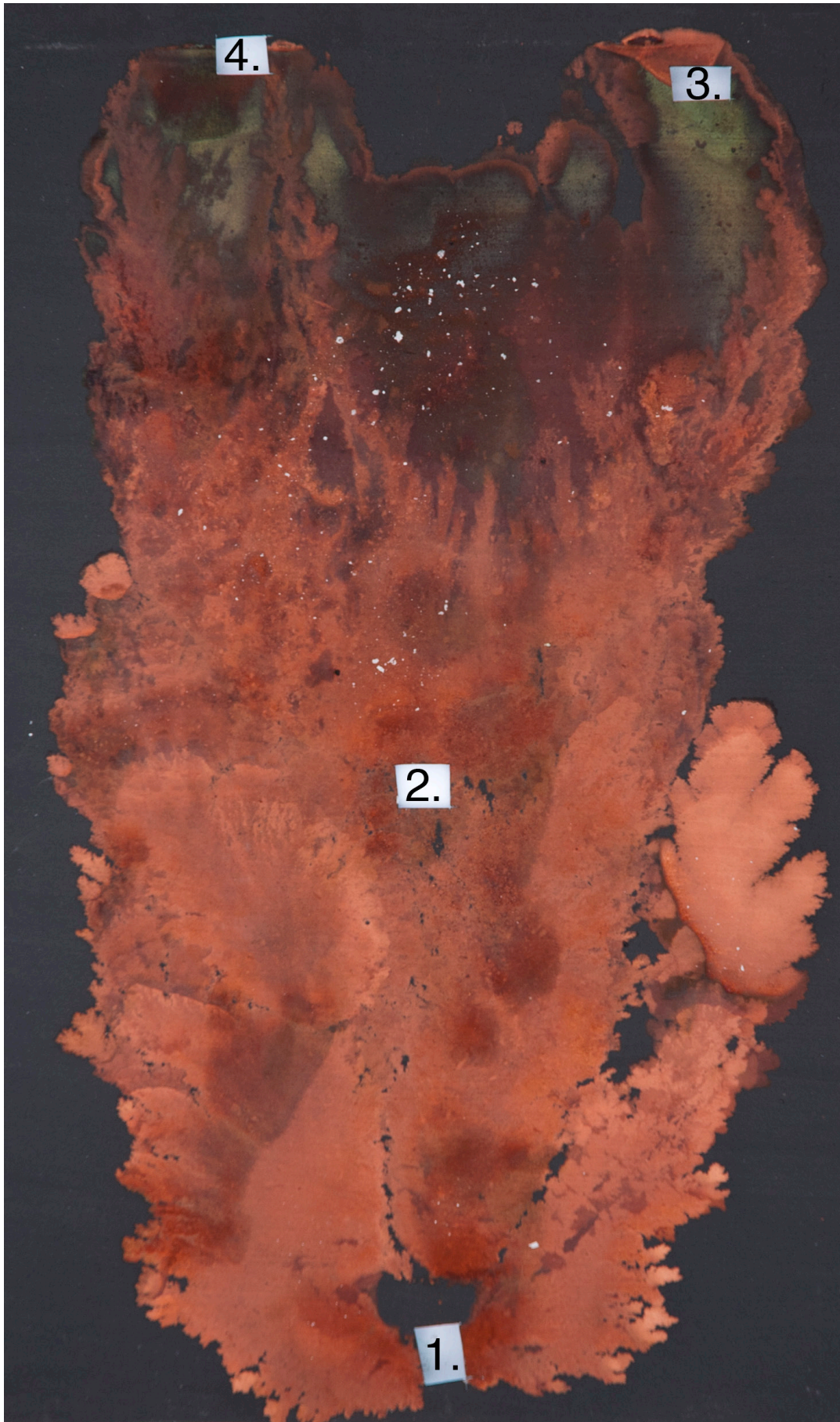


Fig. 101: Autobatterie 18.04.11, glatt, Zucker

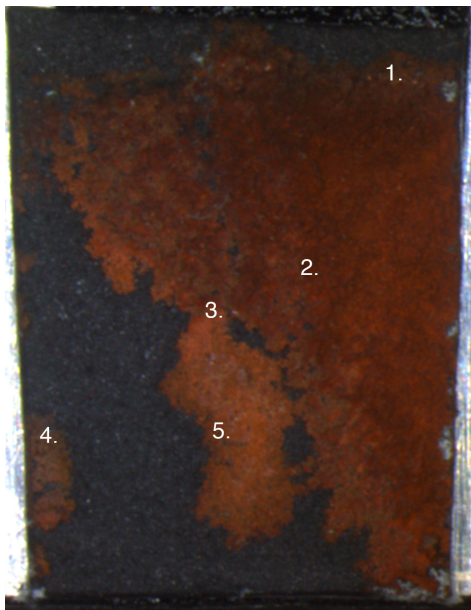


Fig. 102: Autobatterie 18.04.11, glatt Zucker, Probe 1

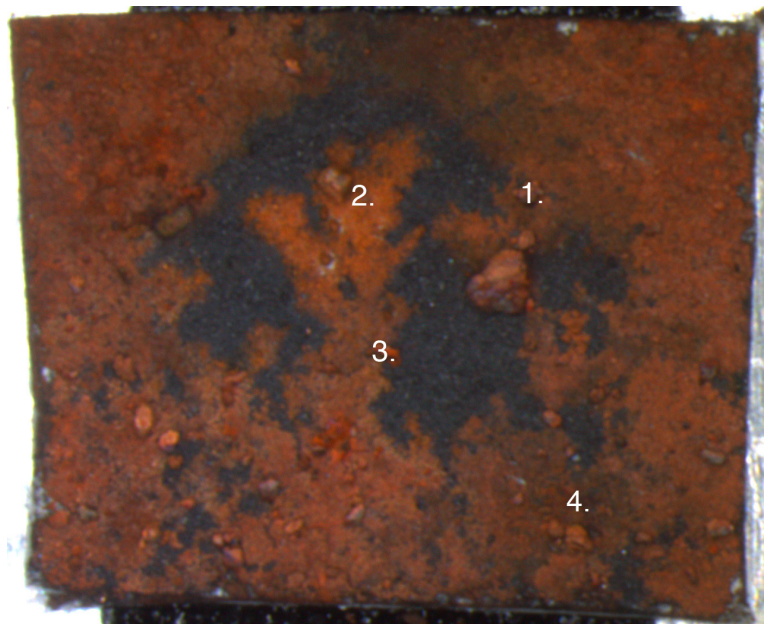


Fig. 103: Autobatterie 18.04.11, glatt, Zucker, Probe 2

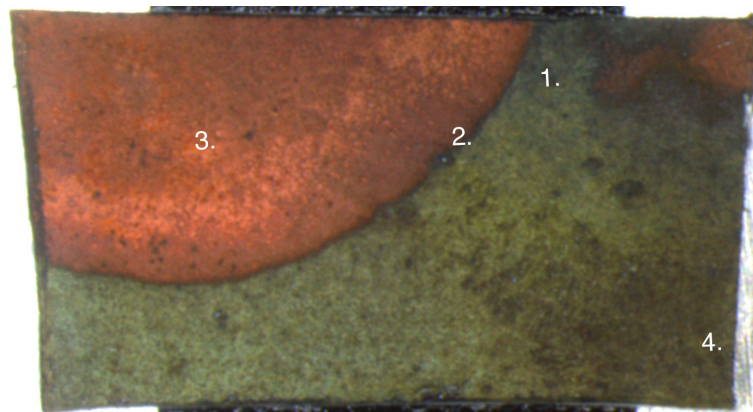


Fig. 104: Autobatterie 18.04.11, glatt, Zucker, Probe 3

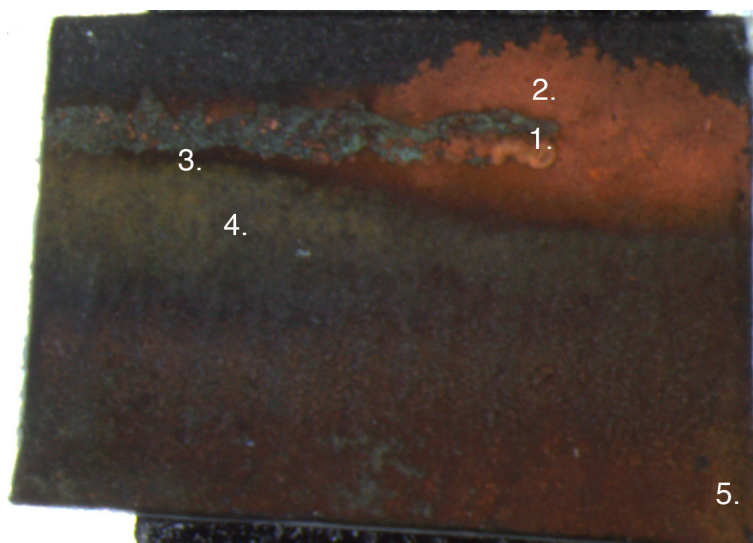


Fig. 105: Autobatterie 18.04.11, glatt, Zucker, Probe 4

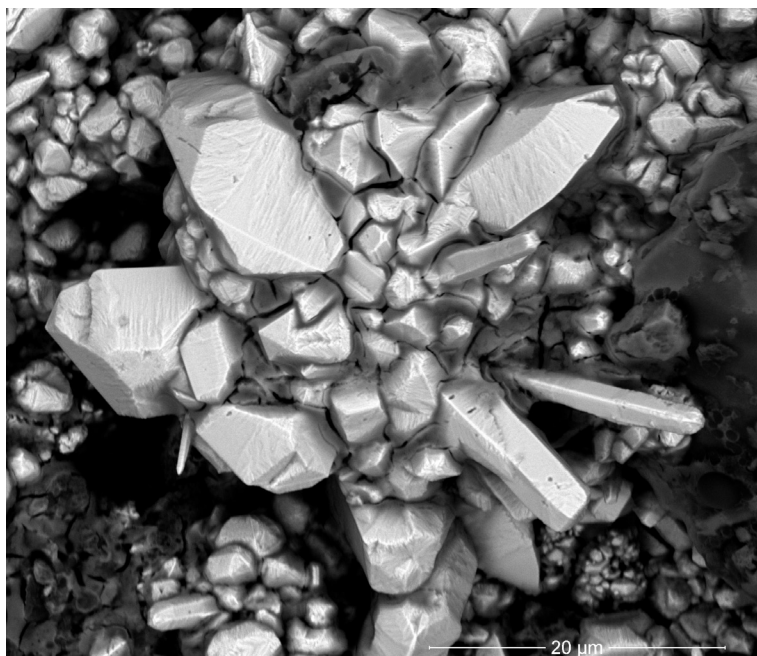


Fig. 106: Pos 5 10KV Spot 3,5 5000x

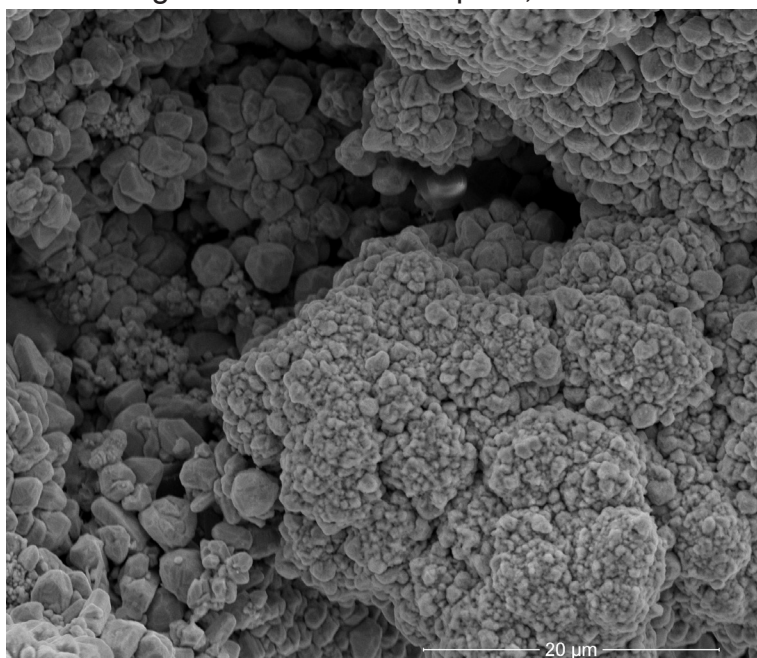


Fig. 107: Pos 2 10KV Spot 3,5 5000x

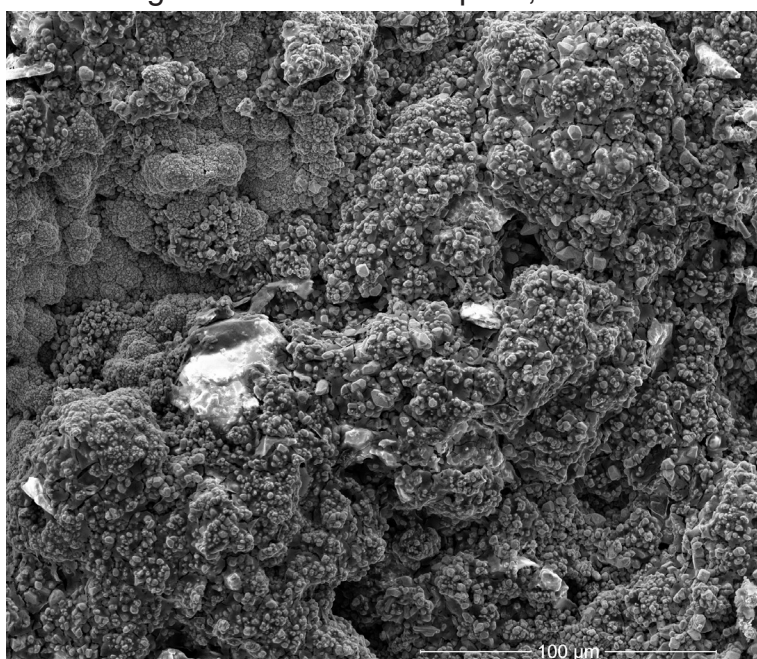


Fig. 108: Pos 4 10KV Spot 3,5 1000x

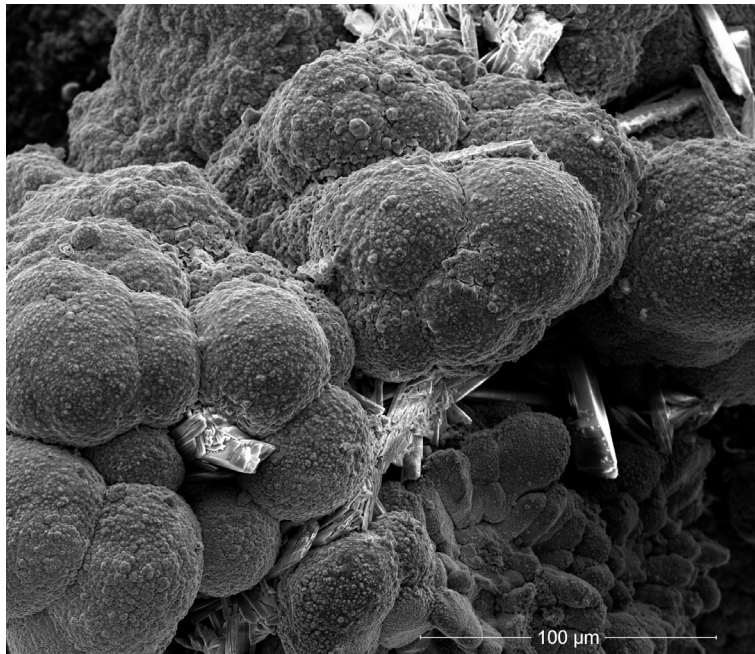


Fig. 109: Pos 1 10KV Spot 3,5 1000x

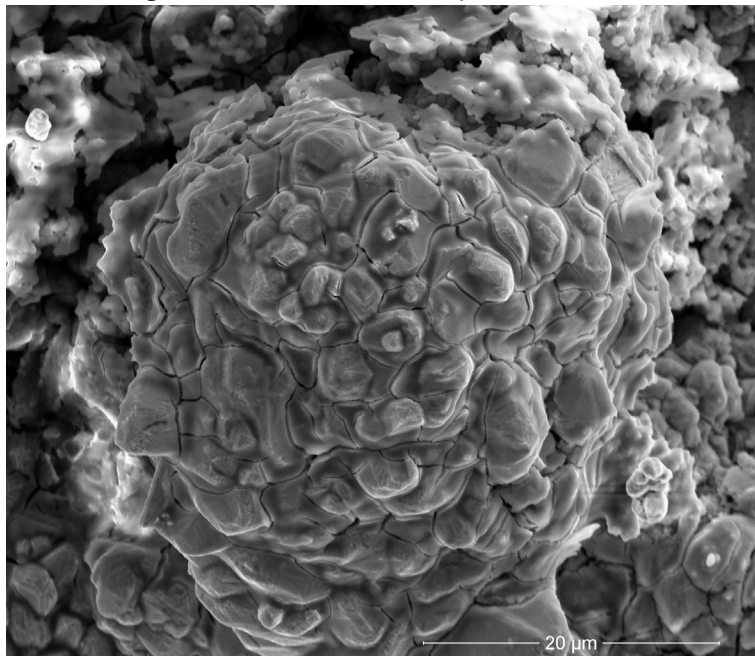


Fig. 110: Pos 2 10KV Spot 3,5 5000x

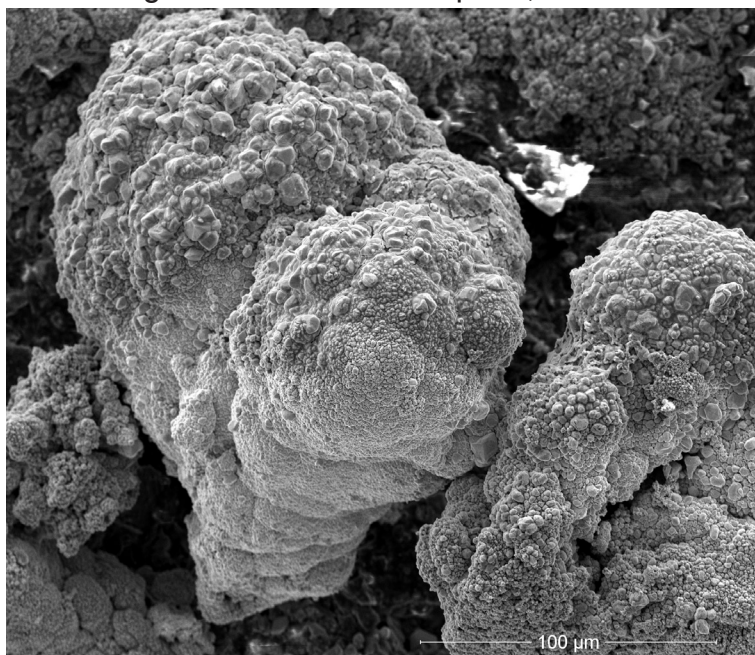


Fig. 111: Pos 3 10KV Spot 3,5 1000x

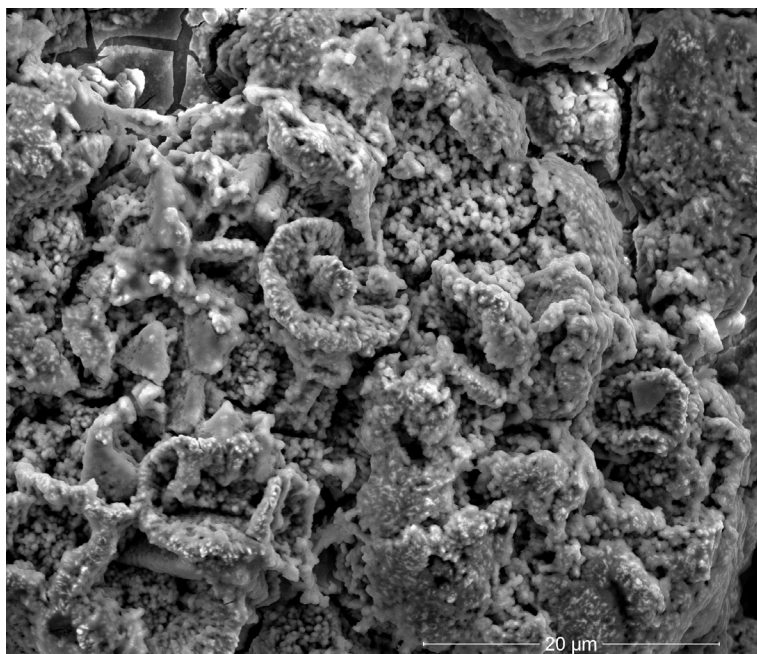


Fig. 112: Pos 1 10KV Spot 3,5 5000x

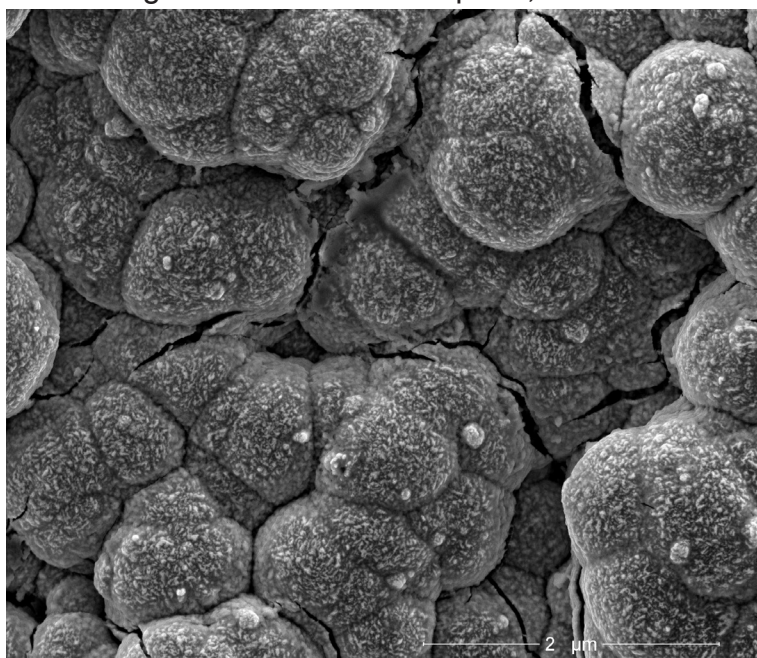


Fig. 113: Pos 2 10KV Spot 3,5 5000x

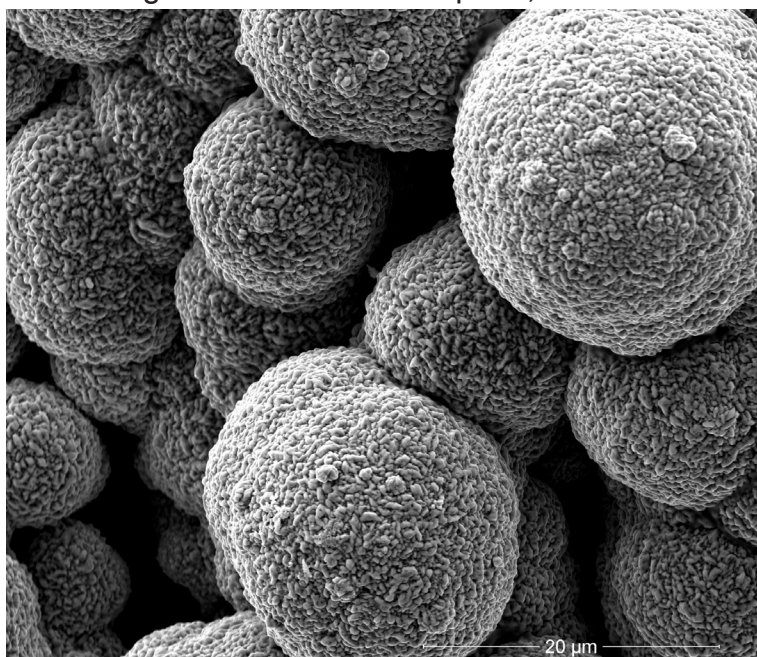


Fig. 114: Pos 3 10KV Spot 3,5 5000x

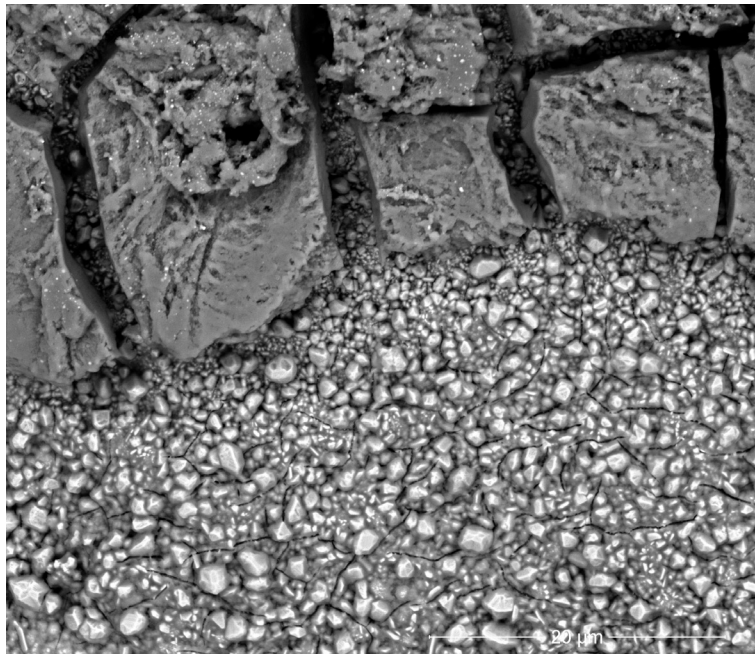


Fig. 115: Pos 1 10KV Spot 3,5 5000x

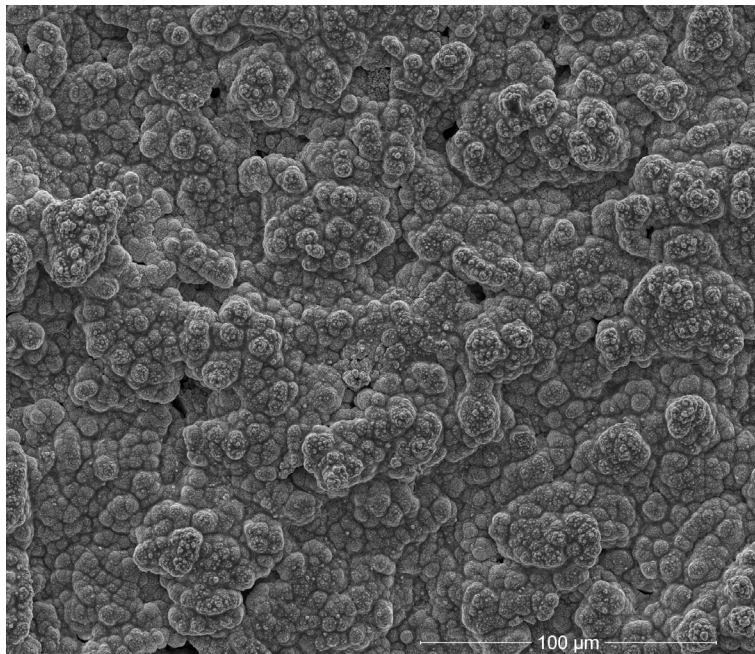


Fig. 116: Pos 2 10KV Spot 3,5 1000x

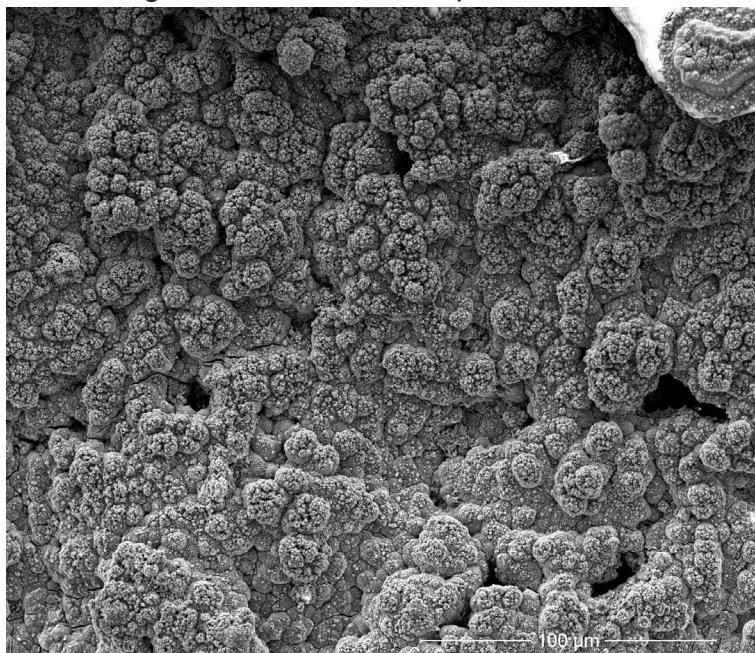


Fig. 117: Pos 3 10KV Spot 3,5 1000x

Versuch auf rauhem Karton vom 18.04.2011

Derselbe Elektrolyt wie im Versuch vom 11.04. wurden in diesem verwendet, außerdem wurde in diesem Versuch die Lösung mit Kupfersulfat aufgefrischt und Zucker als Glanzbildner dem Elektrolyt hinzugefügt. Als Spannungsquelle wurde die Autobatterie genutzt.

Dem galvanisierten Karton wurden 3 Proben entnommen.

Bemerkenswert an diesem Versuch ist, die auf Probe 1 vorherrschende Kugelstruktur, die in den Zwischenräumen getrocknete Zuckerlösung aufweist (Fig. 123 und 124), außerdem bildeten sich wieder Gipskristalle, die in der Oberfläche integriert wurden (Fig. 125). Die

Kugeln sind aus relativ reinem Kupfer mit ein wenig Chlor Einstreuung (Fig. 118).

In Probe 2 ist die Kugelstruktur dichter gepackt (Fig. 126-128) und weist weitere Gipskristalle in der Oberfläche auf.

Auf Probe 3 sind die Kugelstrukturen mit kleinen Bürstchen versehen (Fig. 129) und relativ stark mit getrockneter Zuckerlösung überzogen (Fig. 130 und 131)

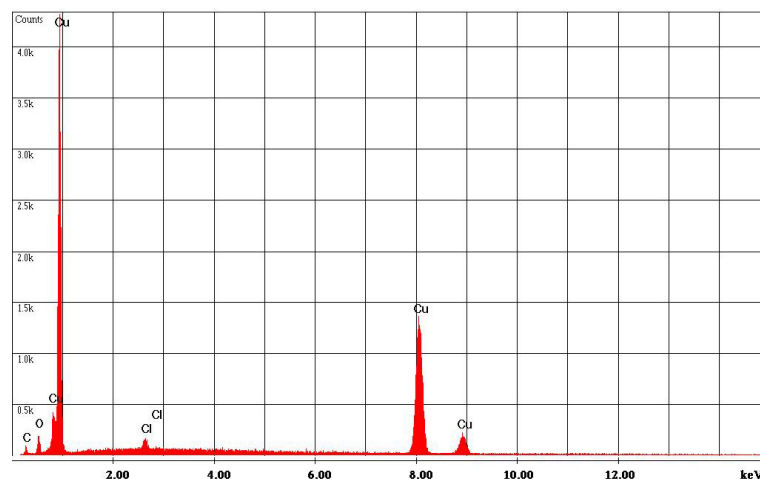


Fig. 118: Autobatterie 18.04.11, rauh, Zucker, Probe1, Pos 1

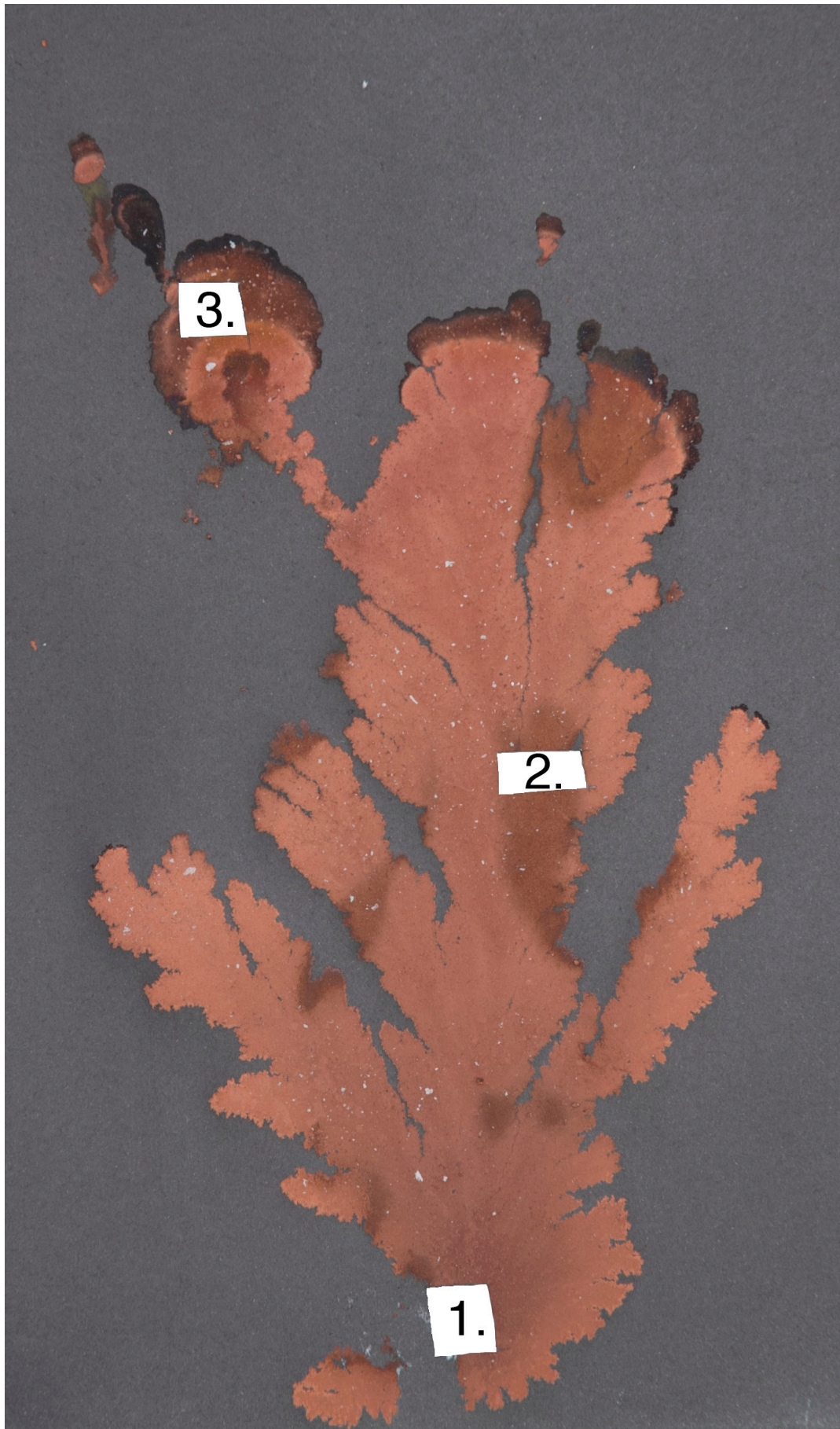


Fig. 119: Autobatterie18.04.11, rauh, Zucker

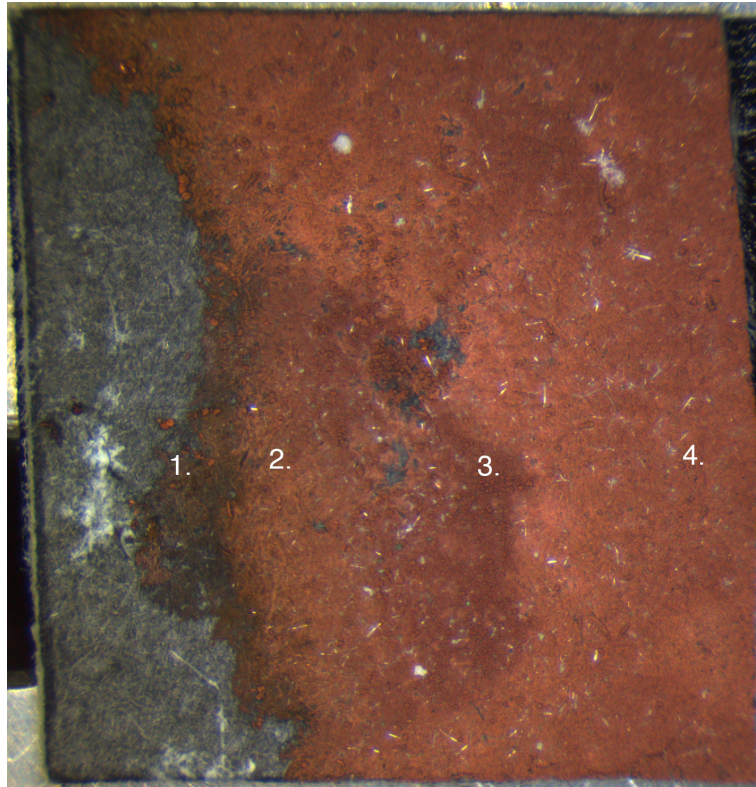


Fig. 120: Autobatterie18.04.11, rauh, Zucker, Probe 1

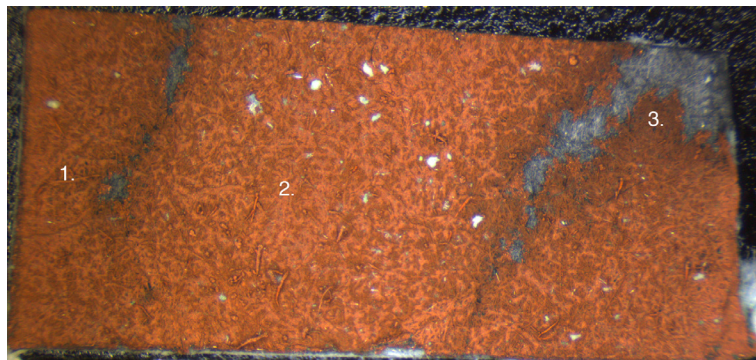


Fig. 121: Autobatterie18.04.11, rauh, Zucker, Probe 2

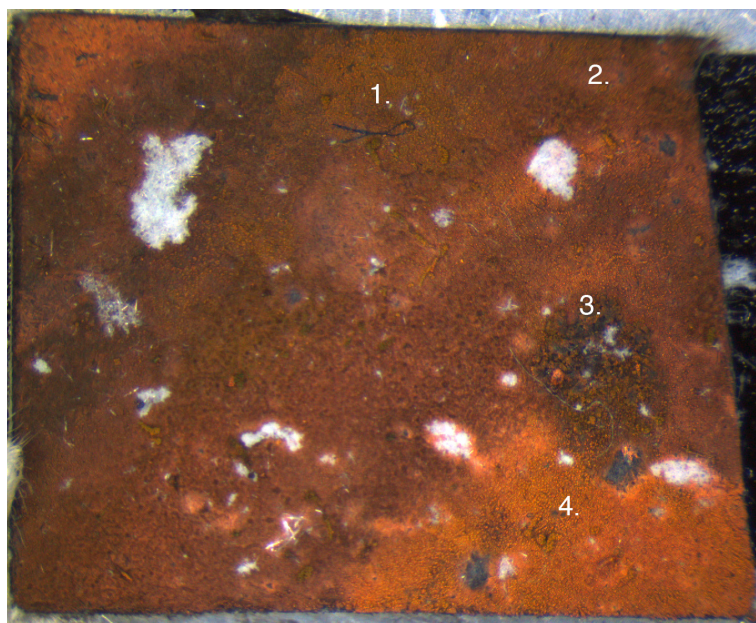


Fig. 122: Autobatterie18.04.11, rauh, Zucker, Probe 3

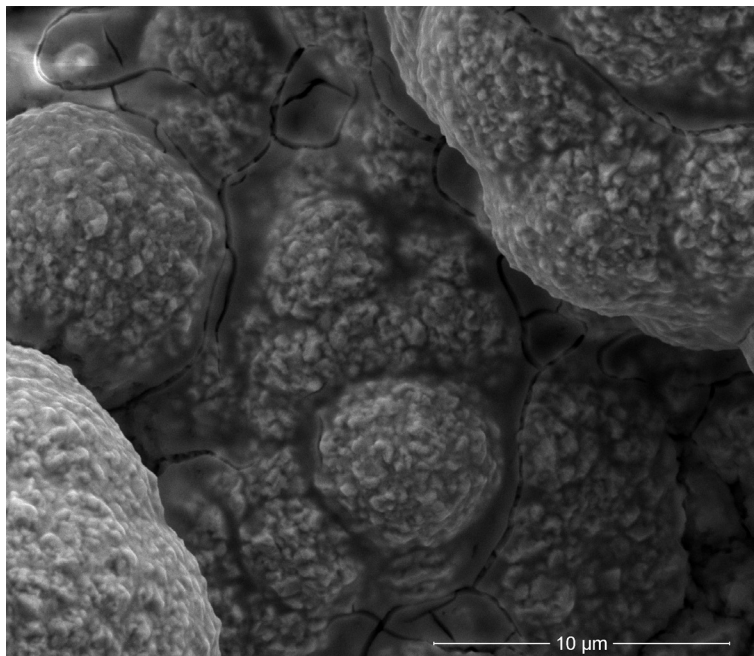


Fig. 123: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

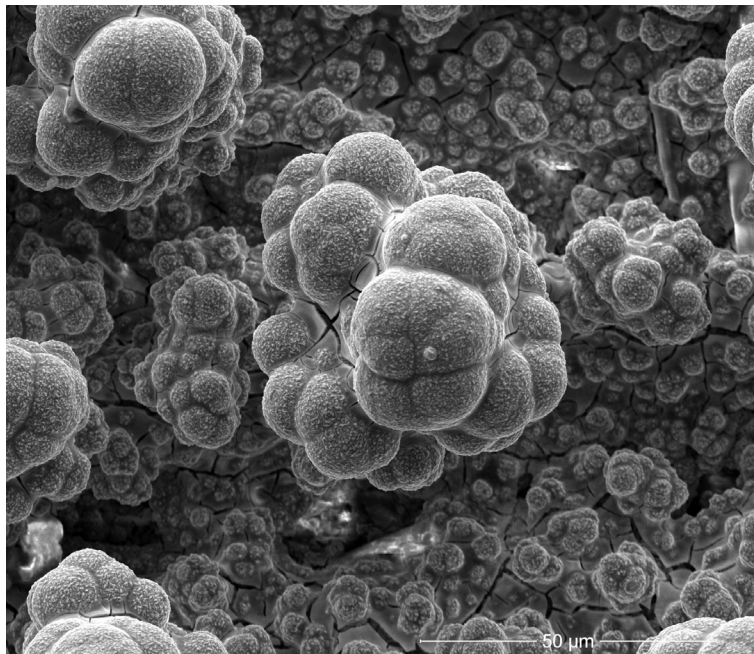


Fig. 124: Pos 3 10KV Spot 3 2000x

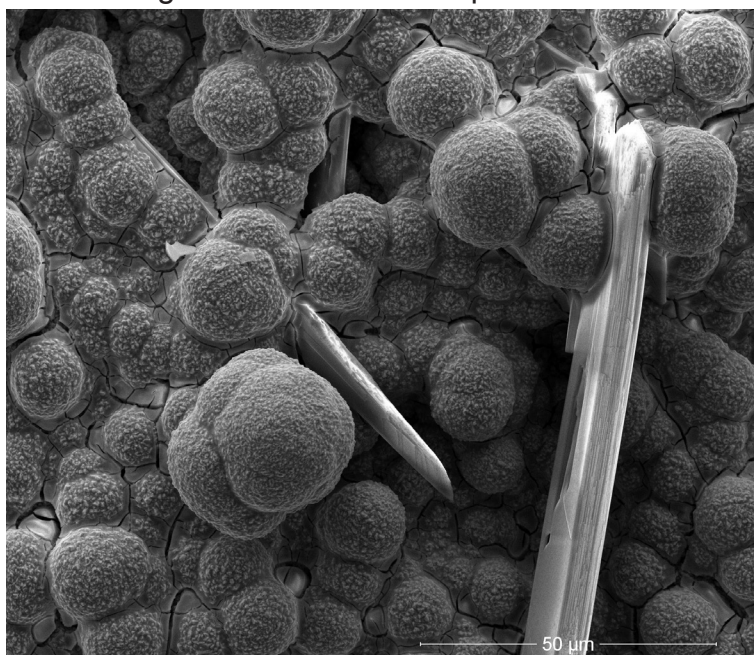


Fig. 125: Pos4 10KV Spot 3 2000x

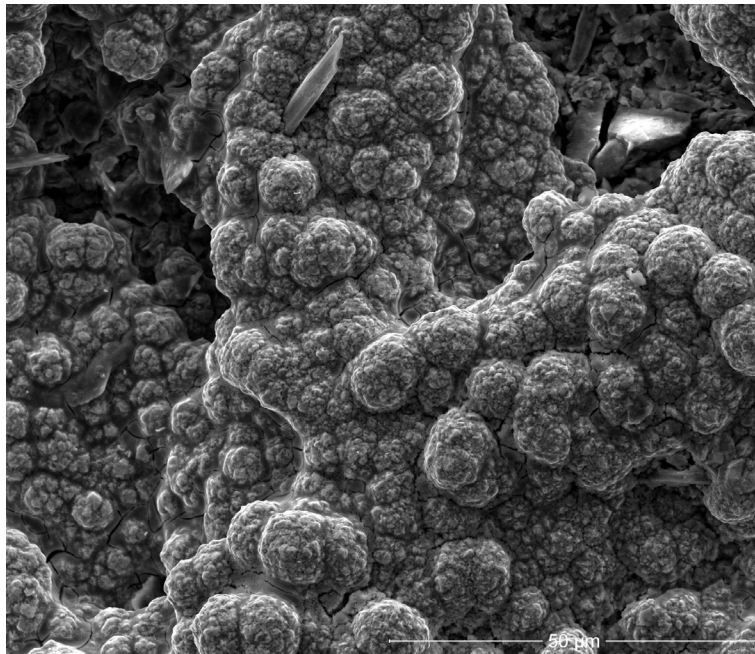


Fig. 126: Pos 1 10KV Spot 3 2500x

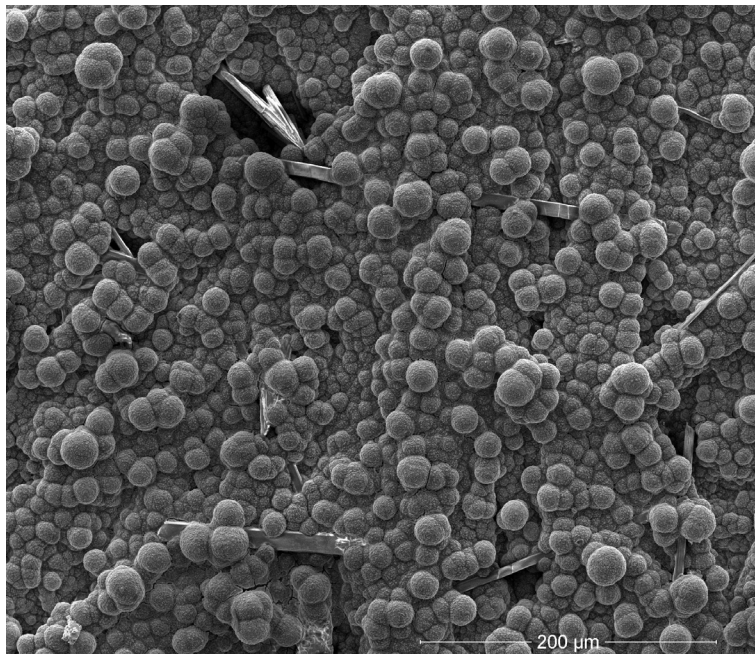


Fig. 127: Pos 2 10KV Spot 3 500x

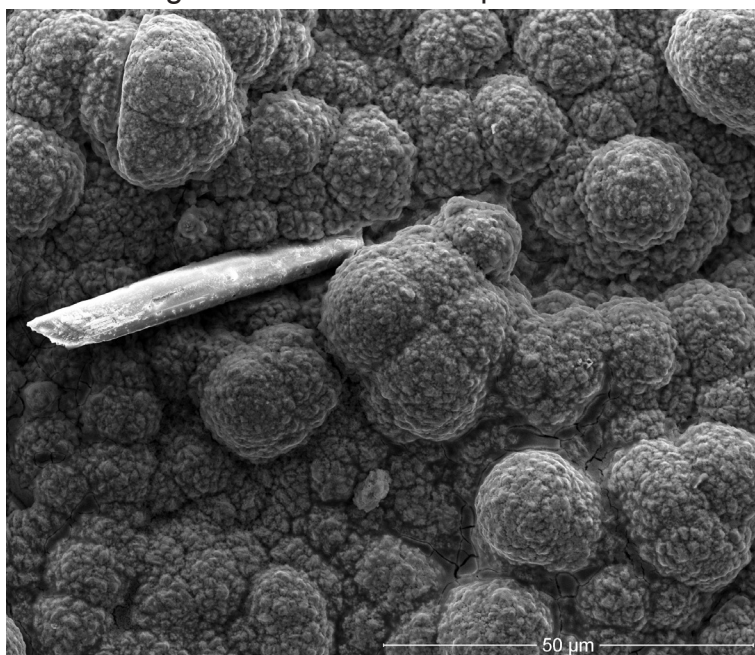


Fig. 128: Pos 3 10KV Spot 3 2500x



Fig. 129: Pos 1 10KV Spot 3 10000x

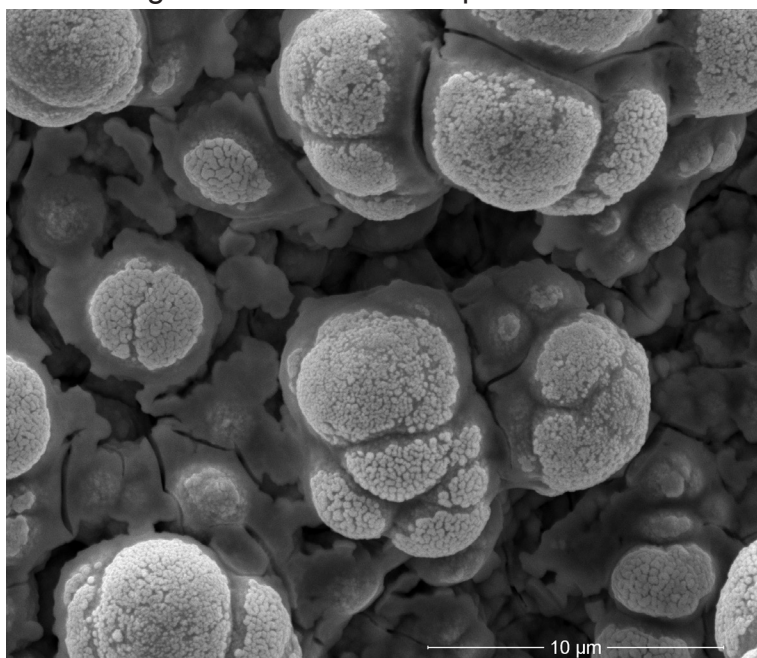


Fig. 130: Pos 2 10KV Spot 3 10000x

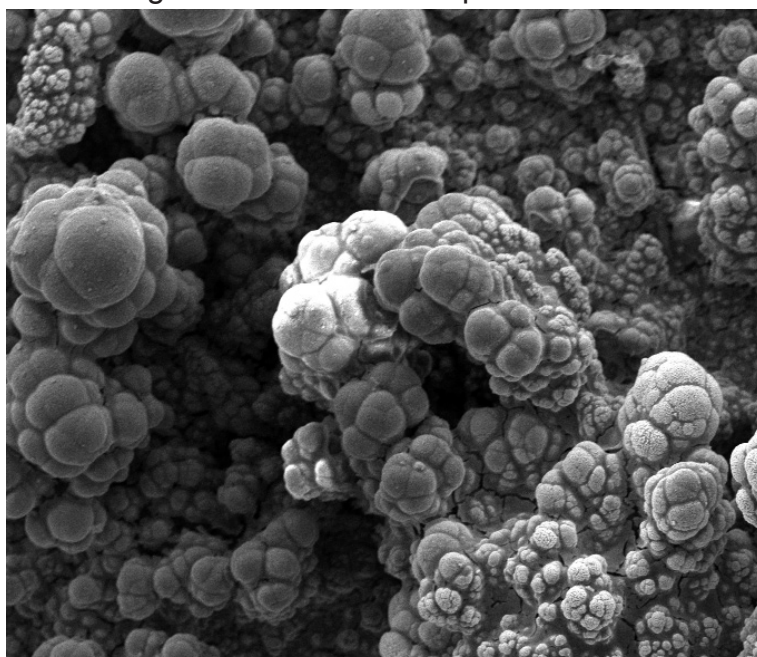


Fig. 131: Pos 3 10KV Spot 3 500x

Literatur

- Assmann, Peter; „Zeitpflanzen – eine elektrochemische Prozessinstallation“, Katalog, „Genetische Kunst - Künstliches Leben“, Ars Electronica Linz 1993
- Blittersdorff, Tassilo; Prozess, Oberfläche, Wachstum....., Katalog, 1990
- Blittersdorff, Tassilo; „Wechselbilder“, Katalog, Galerie im Stifterhaus Linz 1992
- Jelinek, Thomas W.; Praktische Galvanotechnik, Leuze 2005
- Kanani, Nasser; Die Batterie der Parther, Leuze 2005
- Kanani, Nasser; Galvanotechnik, Hanser 2009
- König, Walter; „Ein galvanisches Element aus der Partherzeit?“ Forschungen und Fortschritte, 14 (1938) 1, S. 8-9
- König, Walter; „Ein galvanisches Element aus der Partherzeit?“ Technische Blätter. Wochenschrift zur Deutschen Bergwerks-Zeitung, (1938) 3, S. 80
- Knott, Robert; Böttger, Rudolph Christian, Allgemeine Deutsche Biographie , herausgegeben von der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Band 47 (1903), S. 143–144
- Schmickler, Wolfgang; Grundlagen der Elektrochemie, Vieweg 1996

Abbildungsnachweis

Fig. 1: 70x vergrößerte Oberfläche eines galvanischen Bildes, Foto von W. Reichmann aus „Tassilo Blittersdorff Arbeiten 1990“	6
Fig. 2: Versuchsaufbau mit „Parther Batterie“	9
Fig. 3: Autobatterie 07.04.11, glatt	14
Fig. 4: Autobatterie 07.04.11, glatt, Probe 1	15
Fig. 5: Autobatterie 07.04.11, glatt, Probe 2	15
Fig. 6: Autobatterie 07.04.11, glatt, Probe 3	15
Fig. 7: Autobatterie 07.04.11, glatt, Probe 4	15
Fig. 8: Pos 3 10KV Spot 3 10000x	16
Fig. 9: Pos 4 10KV Spot 3 10000x	16
Fig. 10: Pos 6 10KV Spot 3 10000x	16
Fig. 11: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	17
Fig. 12: Pos 3 10KV Spot 3 10000x	17
Fig. 13: Pos 4 10KV Spot 3 10000x	17
Fig. 14: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	18
Fig. 15: Pos 3 10KV Spot 3 10000x	18
Fig. 16: Pos 4 10KV Spot 3 10000x	18
Fig. 17: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	19
Fig. 18: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	19
Fig. 19: Pos 4 10KV Spot 3 10000x	19
Fig. 20: Autobatterie 07.04.11, rauh	22
Fig. 21: Autobatterie 07.04.11, rauh, Probe 1	23
Fig. 22: Autobatterie 07.04.11, rauh, Probe 2	23
Fig. 23: Autobatterie 07.04.11, rauh, Probe 3	23
Fig. 24: Autobatterie 07.04.11, rauh, Probe 4	23
Fig. 25: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	24
Fig. 26: Pos 2 10KV Spot 3 5000x	24
Fig. 27: Pos 4 10KV Spot 3 5000x	24
Fig. 28: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	25
Fig. 29: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	25
Fig. 30: Pos 4 10KV Spot 3 2500x	25
Fig. 31: Pos 1 10KV Spot 3 5000x	26
Fig. 32: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	26
Fig. 33: Pos 5 10KV Spot 3 5000x	26
Fig. 34: Pos 2 10KV Spot 3 5000x	27
Fig. 35: Pos 3 10KV Spot 3 5000x	27

Fig. 36: Pos 4 10KV Spot 3 5000x	27
Fig. 37: Trafo 11.04.11, glatt	30
Fig. 38: Trafo 11.04.11, glatt, Probe 1	31
Fig. 39: Trafo 11.04.11, glatt, Probe 2	31
Fig. 40: Trafo 11.04.11, glatt, Probe 3	31
Fig. 41: Trafo 11.04.11, glatt, Probe 4	31
Fig. 42: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	32
Fig. 43: Pos 3 10KV Spot 3 5000x	32
Fig. 44: Pos 4 10KV Spot 3 5000x	32
Fig. 45: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	33
Fig. 46: Pos 3 10KV Spot 3 1000x	33
Fig. 47: Pos 4 10KV Spot 3 5000x	33
Fig. 48: Pos 1 10KV Spot 3 2500x	34
Fig. 49: Pos 2 10KV Spot 3 1000x	34
Fig. 50: Pos 2 10KV Spot 3 5000x	34
Fig. 51: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	35
Fig. 52: Pos 1 10KV Spot 3 2500x	35
Fig. 53: Pos 2 10KV Spot 3 1000x	35
Fig. 54: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 1, Pos 5	36
Fig. 55: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 1, Pos 8	37
Fig. 56: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 4, Pos 1	37
Fig. 57: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 4, Pos 3	37
Fig. 58: Trafo 11.04.11, rauh	38
Fig. 59: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 1	39
Fig. 60: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 2	39
Fig. 62: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 3	39
Fig. 61: Trafo 11.04.11, rauh, Probe 4	39
Fig. 63: Pos 2 10KV Spot 3 1000x	40
Fig. 64: Pos 5 10KV Spot 3 10000x	40
Fig. 65: Pos 8 10KV Spot 3 10000x	40
Fig. 66: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	41
Fig. 67: Pos 3 10KV Spot 3 10000x	41
Fig. 68: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	41
Fig. 69: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	42
Fig. 70: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	42
Fig. 71: Pos 3 10KV Spot 3 10000x	42
Fig. 72: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	43
Fig. 73: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	43
Fig. 74: Pos 3 10KV Spot 3 10000x	43
Fig. 75: Trafo 13.04.11, glatt, Zucker	46

Fig. 76: Trafo 13.04.11, glatt, Zucker, Probe 1	47
Fig. 78: Trafo 13.04.11, glatt, Zucker, Probe 3	47
Fig. 77: Trafo 13.04.11, glatt, Zucker, Probe 2	47
Fig. 79: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	48
Fig. 80: Pos 2 10KV Spot 3 2500x	48
Fig. 81: Pos 3 10KV Spot 3 1000x	48
Fig. 82: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	49
Fig. 83: Pos 2 10KV Spot 3 15000x	49
Fig. 84: Pos 3 10KV Spot 3 2000x	49
Fig. 85: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	50
Fig. 86: Pos 2 10KV Spot 3 2500x	50
Fig. 87: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe1, Pos 2	52
Fig. 88: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker	54
Fig. 89: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe1	55
Fig. 90: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe 2	55
Fig. 91: Trafo 13.04.11, rauh, Zucker, Probe 3	55
Fig. 92: Pos 2 10KV Spot 3 2000x	56
Fig. 93: Pos 2 10KV Spot 3 2500x	56
Fig. 94: Pos 3 10KV Spot 3 2000x	56
Fig. 95: Pos 1 10KV Spot 3 5000x	57
Fig. 96: Pos 2 10KV Spot 3 5000x	57
Fig. 97: Pos 3 10KV Spot 3 10000x	57
Fig. 98: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	58
Fig. 99: Pos 2 10KV Spot 3 2000x	58
Fig. 100: Pos 3 10KV Spot 3 10000x	58
Fig. 101: Autobatterie 18.04.11, glatt, Zucker	62
Fig. 102: Autobatterie 18.04.11, glatt Zucker, Probe 1	63
Fig. 104: Autobatterie 18.04.11, glatt, Zucker, Probe 3	63
Fig. 105: Autobatterie 18.04.11, glatt, Zucker, Probe 4	63
Fig. 103: Autobatterie 18.04.11, glatt, Zucker, Probe 2	63
Fig. 106: Pos 5 10KV Spot 3,5 5000x	64
Fig. 107: Pos 2 10KV Spot 3,5 5000x	64
Fig. 108: Pos 4 10KV Spot 3,5 1000x	64
Fig. 109: Pos 1 10KV Spot 3,5 1000x	65
Fig. 110: Pos 2 10KV Spot 3,5 5000x	65
Fig. 111: Pos 3 10KV Spot 3,5 1000x	65
Fig. 112: Pos 1 10KV Spot 3,5 5000x	66
Fig. 113: Pos 2 10KV Spot 3,5 5000x	66
Fig. 114: Pos 3 10KV Spot 3,5 5000x	66
Fig. 115: Pos 1 10KV Spot 3,5 5000x	67

Fig. 116: Pos 2 10KV Spot 3,5 1000x	67
Fig. 117: Pos 3 10KV Spot 3,5 1000x	67
Fig. 118: Autobatterie 18.04.11, rauh, Zucker, Probe1, Pos 1	68
Fig. 119: Autobatterie18.04.11, rauh, Zucker	70
Fig. 120: Autobatterie18.04.11, rauh, Zucker, Probe 1	71
Fig. 121: Autobatterie18.04.11, rauh, Zucker, Probe 2	71
Fig. 122: Autobatterie18.04.11, rauh, Zucker, Probe 3	71
Fig. 123: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	72
Fig. 124: Pos 3 10KV Spot 3 2000x	72
Fig. 125: Pos4 10KV Spot 3 2000x	72
Fig. 126: Pos 1 10KV Spot 3 2500x	73
Fig. 127: Pos 2 10KV Spot 3 500x	73
Fig. 128: Pos 3 10KV Spot 3 2500x	73
Fig. 129: Pos 1 10KV Spot 3 10000x	74
Fig. 130: Pos 2 10KV Spot 3 10000x	74
Fig. 131: Pos 3 10KV Spot 3 500x	74

Danksagung

Da für eine Diplomarbeit nicht nur eigene Ideen verwendet werden sondern auch ein Diskurs mit anderen Personen geführt wird, möchte ich mich hiermit bei folgenden Personen bedanken.

Virgil Widrich, für die Betreuung der Diplomarbeit

Tassilo Blittersdorff, für seine Motivation mich mit den galvanischen Experimenten zu beschäftigen und seiner Hilfestellung bei meinen ersten Versuchen.

Rudolf Erlach, für die langen Stunden seiner Zeit, die er mit mir am Elektronenmikroskop verbracht hat.

Bernd Kräftner, für die philosophische Hintergrundinformation und den anregenden Diskussionen zu wissenschaftlichen und philosophischen Themen.

Bernhard Pichler, für sein Interesse an der Ultrastruktur der Kupferkristalle.

Wolfgang Kautek für seine Ratschläge und Anregungen bezüglich der Glanzstoffe.

Valerie Deifel, Juliana Herrero und Sonja Orman für ihre Unterstützung.

Meinen KollegInnen des ersten und zweiten Jahrganges der Art & Science Meisterklasse.

Curriculum vitae

Persönliche Daten

Familienname: Ploszczanski
Vorname: Leon
Geburtsdatum: 05.01.1981
Geburtsort: Wien
Staatsbürgerschaft: Österreich
Sprachen: Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch
Adresse: Kettenbrückengasse 20/19, A-1040 Wien
Telefon: 0676/5925121
Email: leon.ploszczanski@univie.ac.at



Universität:

Ab Oktober 2001 Studium der Biologie an der Universität Wien
12. Oktober 2002 Externistenreifeprüfung, ORG Wien 1, Hegelgasse 14
Ab Oktober 2003 Mitinskription der Medientechnik an der TU Wien
Oktober 2004 - Juli 2005 ERASMUS Studium an der Université Aix-Marseille III in Marseille
Juli 2005 - Dezember 2007 Weiterführung des Studium der Zoologie mit Schwerpunkt Anatomie-Ethologie
Oktober 2005 – Dezember 2007 Monitoring der Vogelpopulation im Wildnisgebiet Dürrenstein, Niederösterreich
April – Dezember 2007 Diplomarbeit unter der Aufsicht von Ao. Univ.-Prof. Dr. Gerhard Spitzer und Ao. Univ.-Prof. Dr. Waltraud Klepal am Department für theoretische Biologie und der Abteilung für Ultrastrukturforschung der Universität Wien mit der Thematik: „Entwicklung der Pheromondrüse bei frischgeschlüpften männlichen *Dermestes maculatus*, De Geer“
Dezember 2007 Abschluss des Magisterstudiums Biologie
Ab Dezember 2007 Doktoratsstudium Zoologie im Department für theoretische Biologie mit dem Schwerpunkt biologischer Bilddatengewinnung und Analyse
Sommersemester 2008 Ausbildung an den Elektronenmikroskopen der Ultrastrukturforschung der Universität Wien
Mai 2009 Schulung am micro-CT des Departments für Anthropologie der Universität Wien.
Ab Oktober 2009 Masterstudium „Angewandte Mediengestaltung - Art & Science Visualization“ an der Universität für angewandte Kunst Wien

Publikationen:

2007: Diplomarbeit:

„Entwicklung der Pheromondrüse bei frischgeschlüpften männlichen *Dermestes maculatus*, De Geer“

2008: Poster:

Ultrastructure and preparation technique 2008

Special techniques in electronmicroscopy: Project practicum 2008

2009: Poster:

Virtual sectioning: A comparison between μ -computertomography and lightmicroscopy

2010: Autor:

Reifungsprozesse bei Dornspeckkäfern; Abstract in der *Entomologica Austriaca*, Band 17

2010: Co-Autor:

Biological Adhesive Systems, From Nature to Technical and Medical Application; J. von Byern, I. Grunwald (Eds.), Springer Verlag

2010: Vortrag:

Reifungsprozesse bei Dornspeckkäfern, Symposium der österreichischen Entomologischen Gesellschaft, Mai 2010

2011: Poster:

Scientific Containers, Universität für angewandte Kunst, Wien

Austellungen:

März 2011: parameter{world} - parameters for every or no thing

Juni 2011: Diplomausstellung

