

AUS DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

Biomaterialien aus der Tiefsee (Deep-sea minerals)

Vorgetragen auf der Sitzung vom 18. März 2011
(Kurzfassung) von
Werner E. G. Müller, Mainz

The deep sea is rich in minerals/biomaterials, very suitable for the use in biotechnology and biomedicine. The sustainable exploitation of those resources can only be accomplished by application of modern cell biological and molecular biological technologies. Especially two successful examples will be discussed: bio-silica and deep-sea (bio)materials.

Bio-silica: While most forms of multicellular life have developed a calcium-based skeleton, a few specialized organisms complement their bodyplan with silica. However, of all recent animals only sponges (phylum Porifera) are able to polymerize silica enzymatically in order to generate massive siliceous skeletal elements (spicules) during a unique reaction, at ambient temperature and pressure. During this biomineralization process (i.e. biosilicification) hydrated, amorphous silica is deposited within highly specialized sponge cells, ultimately resulting in structures that range in size from micrometers to meters. Spicules lend structural stability to the sponge body, deter predators, and transmit light similar to optic fibers.

This peculiar phenomenon has been comprehensively studied in recent years and in several approaches. The molecular background was explored to create tools that might be employed for novel bioinspired biotechnological and biomedical applications. Thus, it was discovered that spiculogenesis is mediated by the enzyme silicatein and starts intracellularly. The resulting silica nanoparticles fuse and subsequently form concentric, lamellar layers around a central protein filament, consisting of silicatein and the scaffold protein silintaphin-1. Once the growing spicule is extruded into the extracellular space it obtains final size and shape. Again, this process is mediated by silicatein and silintaphin-1, in combination with other molecules such as galectin and collagen.

The molecular toolbox generated so far allows the fabrication of novel micro- and nanostructured composites, contributing to the economical and sustainable synthesis of biomaterials with unique characteristics. In this context, first bioinspired approaches implement recombinant silicatein and silintaphin-1 for applications in the field of biomedicine (biosilica-mediated regeneration of tooth and bone defects) or micro-optics (*in vitro* synthesis of light waveguides) with promising results.

Deep-sea (bio)materials: In deep-sea minerals, polymetallic nodules and Co-rich crusts are not only formed by mineralization but also by biologically driven processes

involving microorganisms (biomineralization). Within the nodules, free-living and biofilm-forming bacteria provide the matrix for manganese deposition, and in Co-rich crusts, coccolithophores represent the dominant organisms that act as bio-seeds for an initial manganese deposition. These (bio)minerals are economically valuable: manganese is an important alloying component and cobalt forms part of special steels in addition to being used, along with other rare metals, in plasma screens, hard-disk magnets and hybrid car motors. Recent progress in our understanding of the participation of the organic matrices in the enrichment of these metals might provide the basis for feasibility studies towards biotechnological applications.

Zecken und FSME-Viren – unser „Weltbild“ verändert sich ständig

Vorgetragen auf der Sitzung vom 18. März 2011
(Kurzfassung) von
Jochen Süss, Jena

Zecken sind als Inkluden im baltischen Bernstein, der vor ca. 50 Millionen Jahren entstanden ist, gefunden worden. Gegenwärtig sind etwa 840 Spezies bekannt. Als Überträger von vielen Bakterien, Viren und Protozoen, die Pathogenität für den Menschen und viele Tierarten besitzen, haben Zecken eine wichtige Funktion übernommen, weshalb sie ein zunehmend interessanter werdender Forschungsgegenstand sind. Im Rahmen der Arbeiten der letzten beiden Jahrzehnte haben sich in den Interaktionen zwischen den Vektoren, den Wirten und den Pathogenen und den biotischen und abiotischen Einflüssen Ergebnisse angesammelt, die als state of the art von der wissenschaftlichen Gemeinschaft akzeptiert worden sind. Durch verbesserte bzw. völlig neue Methoden, intensivere Beschäftigung mit dem Forschungsgegenstand und verbesserten internationalen Austausch der Ergebnisse zeigt sich aber, dass viele für gesichert gehaltene Ergebnisse erneut hinterfragt werden müssen. Eine Reihe solcher Ergebnisse werden am Beispiel von *Ixodes ricinus* und *I. persulcatus*, den in Europa und Russland wichtigsten Vektoren zoonotischer Erkrankungen, und ihren Interaktionen mit den FSME-Viren vorgestellt. Dies betrifft z.B. das Vorkommen bestimmter FSME-Virus-Subtypen in bestimmten geographischen Räumen und die Entwicklungsstadienabhängigkeit des Erregervorkommens.

Ein weiterer Aspekt des Vortrages betrifft die Frage, ob und wie die Klimaentwicklung Einfluss auf die Zeckenaktivität nimmt. In einem abschließenden Teil wird der Frage nachgegangen, was wir über den klinischen Verlauf einer Frühsommer-Meningoenzephalitis wissen und welchen Risiken sich ein ungeimpfter Mensch aussetzt, der in einem FSME-Risikogebiet lebt oder sich zeitweilig in einem solchen aufhält.

Weiterhin werden Informationen zum XI International Jena Symposium on Tick-borne Diseases (Weimar, 24.-26.3.2011) und der neuen Zeitschrift Ticks and Tick-borne Diseases (Elsevier) gegeben.

Vom Mineral zum Enzym – Marginalien zur chemischen Evolution

Vorgetragen auf der Sitzung vom 21. Oktober 2011
(Kurzfassung) von
Wolfgang Weigand, Jena

Die Frage, wie Leben vor etwa 3,8 Milliarden Jahren auf der Erde entstanden ist, kann nach dem heutigen Stand der Forschung noch nicht beantwortet werden. Im vergangenen Jahrhundert wurden dazu verschiedene Hypothesen entwickelt, die teilweise heftig und kontrovers diskutiert wurden. In den letzten Jahren gewannen Theorien an Bedeutung, die eine Beteiligung von Mineralen beim präbiotisch chemoautotrophen Aufbau von ersten Biomolekülen vermuten lassen. Es wird dabei angenommen, dass in primordialer Zeit Minerale einfache organische Reaktionen aktiviert oder katalysiert haben. Die neu entstandenen Verbindungen könnten sich dann auf der Oberfläche dieser Minerale angeordnet und für weitere Reaktionen zur Verfügung gestanden haben. Ein möglicher evolutionärer „Oberflächenstoffwechsel“ konnte sich auf diese Weise ausbilden. *Chemische Evolution* bedeutet also, dass sich immer mehr komplexe, biochemisch wichtige Verbindungen aus einfachen anorganischen Molekülen wie Wasser, Stickstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff unter Bedingungen, die zu der damaligen Zeit auf der Erde geherrscht haben könnten, gebildet haben. Die vielschichtigen Prozesse, die zu lebenden Systemen, wie wir sie kennen, geführt haben, sind jedoch für die Wissenschaft bisher noch ein großes Rätsel.

Natürlich-vorkommende Minerale wie Tonmineral sowie Übergangsmetallsulfide haben möglicherweise eine zentrale Rolle bei der Herausbildung von lebenden Systemen gespielt, da sie in der Lage sind, an der Oberfläche angelagerte Moleküle zu aktivieren und somit bestimmte Reaktionen gezielt zu katalysieren. So ist z. B. bekannt, dass eine Vielzahl von Mineralen in der Lage ist, die Umwandlung von Fettsäuremicellen in Vesikel zu befördern. Ende der 1980er Jahre wurden zwei Hypothesen vorgestellt, welche die womöglich zentrale Bedeutung von Eisensulfiden für die Entstehung ersten Lebens betonen. Eisenmonosulfid FeS ist oxidationsempfindlich gegenüber Sauerstoff und kommt darum nur in geringen Mengen auf der Erde, z. B. in der Umgebung von *Hydrothermalquellen* auf dem Meeresboden, vor. Allerdings waren FeS und Pyrit (FeS₂) auf der Urerde in der sauerstofffreien Atmosphäre vorhanden. Plausibilität gewinnen die Hypothesen durch die Tatsache, dass einfache Fe-S-Verbindungen wie [2Fe:2S]- und [4Fe:4S]-Cluster Redoxpotentiale mit einer großen Bandbreite aufweisen und in einer Vielzahl von Enzymen wirksam sind. So bilden Eisen-Schwefel-Cluster u. a. die aktiven Zentren in heutigen Enzymen, die Redoxreaktionen an Molekülen wie N₂, H₂ und CO katalysieren. Diese Moleküle waren höchstwahrscheinlich wichtige Bestandteile der Uratmosphäre.

Die von G. Wächtershäuser entwickelte Hypothese der *Eisen-Schwefel-Welt* postuliert, dass sich an der Oberfläche von Eisensulfiden ein erster so genannter *Pionier-Organismus* entwickelte. Dieser ist gekennzeichnet durch autokatalytische Kohlenstofffixierungs-Zyklen, die zur Bildung einer organischen Überstruktur auf einer anorganischen, metallsulfidischen Substruktur führen. Die reduktive Kraft für die Bildung und den weiteren Aufbau von niedermolekularen organischen Molekülen mittels CO₂-Fixierung liefert die oxidative Pyritbildung:



Martin Luther, Erfurt und die Scherflein der armen Witwe

Vorgetragen auf der Sitzung vom 18. März 2011
(Kurzfassung) von
Josef Pilvousek, Erfurt

Die Lutherdekade verlangt auch von Erfurt, einer „Lutherstadt“, sich kirchengeschichtlich mit dem Leben des Reformators in ihren Mauern zu beschäftigen. Luther war in seinen Erfurter Jahren kein normaler Einwohner der Stadt. Sowohl Universität als auch Kloster waren Bereiche für sich mit eigenem Gesichtskreis und Interessen. Die Stadt war eher Umgebung, und könnte man ihn heute fragen, welchen seiner Lernorte er mehr geliebt habe, würde er sicher Eisenach antworten. Was hat die Stadt Erfurt für Luther bedeutet, oder konkreter, was hat sie ihm „abgesehen von Studien- und Klosterzeit“ vermittelt? Sicher könnte man nicht ganz zu Unrecht behaupten, dass sich Luther mehr um Erfurt mühte als die Stadt um ihn. Die wirtschaftlich und finanziell geschwächte Kommune, der politisch von einer in die andere Abhängigkeit lavierende Magistrat, die miteinander um die Vorherrschaft ringenden religiösen Parteien und eine Universität, die ihre Blütezeit hinter sich hatte; das alles zeichnet das Bild einer Stadt, der, wie es einmal ein Mainzer Erzbischof sarkastisch sagte, der Pfennig an der Mark fehlte. Der Vortrag versucht Martin Luther seit seiner Immatrikulation 1501 bis zu seinem letzten Besuch in Erfurt und seiner letzten überlieferten Äußerung zu Erfurt zu begleiten, um ein ungefähres Bild seiner Stellung zu Erfurt und der Stadt zum Reformator zu vermitteln.

Wer waren die Märtyrer?

Vorgetragen auf der Sitzung vom 21. Oktober 2011
(Kurzfassung) von
Walter Ameling, Köln

Selbst heute steht einem bei Ausdrücken wie ‚Märtyrer‘ oder ‚Christenverfolgungen‘ erst einmal die Antike vor Augen, in der Begriff wie Gegenstand zum ersten Mal zu finden sind. Allerdings hat sich heute – angesichts von Christenverfolgungen, die an Zahl und Intensität alles übertrafen, was es in der Antike geben konnte, – zunehmend die Ansicht durchgesetzt, daß Verfolgungen in der Antike nicht zum Alltag der Christen gehörten und daß sie – schon vor der Mitte des 3. Jahrhunderts – vor allem den Funktionseleiten der Christen galten, also Bischöfe oder andere Führungsfiguren in den Gemeinden betrafen. Der Vortrag versucht, zuerst der Frage nach der Häufigkeit von Christenverfolgungen nachzugehen und wahrscheinlich zu machen, daß sie im stärke-

ren Maße zum Alltag zählten, als wir uns das meist vorstellen (und daß die Rezeption des berühmten Plinius-Briefes eher ein christliches Konstrukt als praktische Realität war). Dieser Befund wird zum Anlaß genommen, die Frage nach einer gezielten Verfolgung der christlichen Oberschicht noch einmal zu betrachten.

Carl Theodor von Dalberg – Staatsmann und Kirchenfürst im Schatten Napoleons

Vorgetragen auf der Sitzung vom 21. Oktober 2011
(Kurzfassung) von
Herbert Hömig, Köln

Der Name des Reichsfreiherrn Carl Theodor von Dalberg (1744-1817) als kurmainzischer Statthalter in Erfurt zwischen 1772 und 1802 ist mit der Geschichte Erfurts und Thüringens im Zeitalter der Französischen Revolution eng verbunden gewesen. Als Statthalter hat er das kurmainzische Territorium Erfurt rund drei Jahrzehnte regiert und dort bleibende Spuren seines Wirkens hinterlassen. Auch das Schicksal des alten Deutschen Reiches hat er als Kurfürst und Erzkanzler für kurze Zeit mitbestimmt, ehe er nach dessen Untergang von Napoleon zum Fürstprimas des Rheinbundes erhoben wurde. Damit wurde er gleichsam zum Staatsoberhaupt für das sogenannte Dritte Deutschland, des Rheinbundes, in dem jene Gebiete Deutschlands außerhalb Preußens und der habsburgischen Erblande zusammengefasst wurden. Seine politische Laufbahn beendete er 1813 als Großherzog von Frankfurt. Nach dem Sturz Napoleons zog er sich im Einverständnis der Siegermächte auf sein geistliches Amt als Erzbischof von Regensburg zurück, wo er 1817 im Alter von 73 Jahren starb.

Die Statthalterschaft im Mainzischen Erfurt charakterisiert Dalberg als einen aufgeklärt-absolutistischen Regenten am Vorabend der Französischen Revolution. Seine Freundschaft mit Goethe, Wilhelm von Humboldt, Schiller, Herder und Wieland, der Herzoginwitwe Anna Amalia und dem Herzog Carl August von Weimar hat ihm den Beinamen eines „Koadjutors der deutschen Literatur“ eingetragen, der in der Geistesgeschichte als Förderer von Wissenschaft und Kunst ebenso bekannt ist wie sein Bruder Wolfgang Heribert, der Intendant des Mannheimer Nationaltheaters, in dem 1782 Schillers „Räuber“ in Gegenwart des Dichters uraufgeführt wurden.

Carl Theodor war ein Repräsentant jener Kräfte, die eine Reform des Reiches erstrebten und zugleich eine Reform der Reichskirche im Sinne der Ökumene zu fördern versuchten. Angeregt von den sogenannten Reichspublizisten wie Johann Jacob Moser (1701-1785) und Johann Stephan Pütter (1725-1807) erstrebte er spätestens nach seiner Ernennung zum Koadjutor des Erzbischofs Friedrich Carl von Erthal eine Reform des Reiches und der Reichskirche. Das Amt des Koadjutors unter Erthal war nota bene nicht einfach im Sinne eines Hilfsbischofs zu verstehen, der dem bejahrten Kirchenfürsten in seinen Funktionen als Kurfürst und Erzkanzler des Reiches beizustehen hatte. Eine gleichsam politische Funktion war aus dieser Berufung durchaus herzuleiten, folgte doch aus dem Koadjutoramt häufig ein Sukzessionsrecht, das von

dem wahlberechtigten Domkapitel akzeptiert wurde. So erwies sich schon die Berufung Dalbergs zum Koadjutor Erthals im Frühjahr 1787 als ein Politikum ersten Ranges, bei dem die deutschen Großmächte Preußen und Österreich ein gewichtiges Wort mitzusprechen hatten.

In den Jahren 1772 bis 1800 pflegte Dalberg von Erfurt aus enge Beziehungen zu den benachbarten Höfen von Gotha und Weimar und bemühte sich als Statthalter in Erfurt erfolgreich um die Verbesserung von Wirtschaft, Volksgesundheit und Bildungswesen. Dabei machte er sich ebenso wie später in Aschaffenburg, Konstanz, Regensburg und Frankfurt einen Namen als großzügiger Mäzen der bürgerlichen Elite. Die Reform der aus dem Mittelalter stammenden Universität Erfurt und die Wiederbelebung der 1754 begründeten „Akademie gemeinnütziger Wissenschaften“ waren ihm ein wichtiges Anliegen. Der Statthalter war künstlerisch und wissenschaftlich interessiert, auch wenn ihm seine Weimarer Freunde gern seinen Dilettantismus bescheinigten. Seine zahlreichen, in ihrem Wert umstrittenen wissenschaftlichen und künstlerischen Arbeiten stammen zumeist aus den Erfurter Jahren.

Als er schließlich nach dem Tode Erthals 1802 Kurfürst Erzbischof von Mainz und Erzkanzler des Reiches wurde, hatte sich die politische Lage in Europa und auch in Deutschland grundlegend verändert. Die Säkularisierung der geistlichen Territorien mit Ausnahme des Kurfürstentums Mainz während der Revolutionszeit im Reich wurde unter maßgeblicher Beteiligung Frankreichs im Reichsdeputationshauptschluß von 1803 durchgeführt. Dieses Reichsgesetz stellte die letzte Verfassungsurkunde des Alten Reiches dar, die von einem Ausschuss des Reichstages, der Reichsdeputation, unter Beteiligung der einstigen auswärtigen Garantiemächte des Westfälischen Friedens Russland und Frankreich ausgearbeitet worden war. Durch das Reichsgutachten vom 24. März und die kaiserliche Ratifikation vom 27. April 1803 wurde der Reichsdeputationshauptschluss zum Reichsgrundgesetz gemacht und damit als neue Verfassung deklariert.

Bis zum Tode Erthals könnte man Carl Theodor als Repräsentanten des alten deutschen Reiches und seiner aristokratischen Elite, auch der Reichskirche, bezeichnen. Als Anhänger der Aufklärung und Verfechter eines absolutistischen Staatsideals war er dem Prinzip verpflichtet, die Glückseligkeit der Untertanen zu verwirklichen. Im Zeitalter der Revolutionskriege und unter der Herrschaft Napoleons sollte sein Schicksal als Staatsmann und Kirchenfürst jedoch eine ganz andere Richtung nehmen. Er blieb seinen politischen Reformvorstellungen auch als Landesherr und Bischof in Regensburg und Konstanz treu, nachdem ihm Napoleon seinen Rang als Erzkanzler des Reiches bis zum Untergang des Reiches gelassen hatte. Der Erzkanzler verfügte zunächst über einen unzusammenhängenden Territorialbesitz, zu dem das Fürstentum Aschaffenburg, die weltlichen Teile des Fürstentums Regensburg und die Grafschaft Wetzlar gehörten. Dies war der Erzkanzlerische Staat, der später, in der Rheinbundzeit wieder verändert, ja arrondiert und in das Großherzogtum Frankfurt umgewandelt werden sollte. Anstelle des Fürstentums Regensburg erhielt der Großherzog zusätzlich das Gebiet der Reichsstadt Frankfurt, so dass er zwischen 1810 und 1813 über ein einigermaßen arrondiertes Herrschaftsgebiet ohne die Stadt Regensburg verfügte.

Auch als Fürstprimas des Rheinbundes und Großherzog von Frankfurt von Gnaden des selbsternannten kaiserlichen Protektors Napoleon folgte er dieser Linie. Als Nachfolger des Kurfürsten Friedrich Carl von Erthal stellte sich Dalberg in die Tradition der Mainzer Reformpolitik seit den Tagen Bertholds von Henneberg. Als Primas von

Deutschland hoffte er, sowohl kirchliche wie politische Reformen im Reich vor und nach 1806 durchsetzen zu können. Im Zentrum jener Bestrebungen standen Versuche, durch ein Konkordat mit der Kurie das Reich politisch zu stabilisieren und die Machtansprüche der deutschen Fürsten zu beschränken. In der Rheinbundzeit gab Dalberg seine Konkordatspläne nicht auf, hoffte allerdings vergeblich auf eine nachdrückliche Unterstützung durch Napoleon. In diesem Zusammenhang sind auch seine vergeblichen Versuche zu sehen, seinerseits Napoleons Politik zu beeinflussen, etwa durch die Ernennung von Napoleons Onkel, dem Kardinal Joseph Fesch zu seinem Koadjutor.

Der „Kardinal-Koadjutor“ Fesch wurde niemals Dalbergs Nachfolger. Auch Napoleons Stiefsohn Jérôme Beauharnais, den der Kaiser an dessen Stelle setzte, konnte sein Amt nach dem Sturz Napoleons 1813 nicht mehr antreten. Das Verhältnis zu Napoleon, insbesondere die Affäre Fesch, hat im 19. Jahrhundert zu einer scharfen Kritik der Nationalbewegung an dem Patriotismus Dalbergs geführt, die seit den Untersuchungen von Bastgen (1917) und Becher (1944) entscheidend relativiert worden ist. Dalbergs Reichsgesinnung ist heute unbestritten, auch seine ökumenische Gesinnung, aber auch die Treue gegenüber dem Papst steht anders als bei seinem Vorgänger Erthal außerhalb jeder Diskussion.

Die Bindung Carl Theodors an Napoleon macht den Erzkanzler und späteren Großherzog von Frankfurt nicht zum Reichsverräter, als den man ihn im 19. Jahrhundert wiederholt bezeichnete. Napoleon traf wohl einen entscheidenden Punkt in Dalbergs Denken, als er ihn 1807/1808 gegenüber Metternich einen Ideologen nannte. Er quäle ihn fortwährend mit dem Anliegen, er solle „die Verfassung von dem, was er das deutsche Vaterland nennt, herstellen“. In den späten Regensburger Jahren, die Dalberg nach seiner Abdankung als Großherzog als Erzbischof in Regensburg verbrachte, gestand er sich ein, dass er durch die politische Entwicklung immer wieder ins Unrecht gesetzt worden war. Der Verfechter aufgeklärter und absolutistischer Prinzipien hatte als Regent weder der Politik des Alten Reiches noch der Epoche der Revolution und Napoleons seinen Stempel aufdrücken können. Sein komplizierter Charakter und seine Biographie offenbaren die Tragik eines den älteren Reformvorstellungen des 18. Jahrhunderts verhafteten Reichspatrioten im Zeitalter der Französischen Revolution.