

# Gengenbachit, $\text{KFe}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , ein zweites neues Phosphatmineral von der Grube Silberbrünne bei Gengenbach im mittleren Schwarzwald, nunmehr eine anerkannte neue Mineralart

Von Kurt WALENTA, Thomas THEYE & Frédéric HATERT

## Zusammenfassung

Das neue Phosphatmineral fand sich unter den Sekundärmineralien der im Haigerachtal bei Gengenbach liegenden Grube Silberbrünne. Es ist mit dem 1999 als neues Mineral beschriebenen Haigerachit, Gips, Jarosit, Diadochit, der Gangart Quarz sowie Pyrit vergesellschaftet.

Das Mineral tritt in Verwachsung mit Haigerachit in Form von säuligen Kristallen auf, die ca. 0,06 mm Länge erreichen. Die hexagonalen Kristalle weisen Prismenflächen (10 $\bar{1}$ 0) und die Basis (0001) auf. Farbe hellbraun, durchscheinend, Strich weiß, Glanz glasartig, Bruch uneben, keine Spaltbarkeit, Härte ca. 2, Dichte (gem.) 2,40(5), Dichte (ber.) 2,43(2) g/cm<sup>3</sup>. Optische Eigenschaften:  $n_w$ , 1,592(2),  $n_e$ , 1,596(2), einachsige (+), anomale lichtbräunliche Interferenzfarben.

Gitterkonstanten des Minerals: a 9,12(1), c 16,84(2) Å. c : a = 1,846, Raumgruppe P31c, Z = 2. Stärkste Linien des Pulverdiagramms: 7,16 (10) 10 $\bar{1}$ 1, 5,78 (8) 10 $\bar{1}$ 2, 4,57 (7) 10 $\bar{1}$ 3, 11 $\bar{2}$ 0, 3,23 (6) 20 $\bar{2}$ 3, 3,09 (8) 10 $\bar{1}$ 5, 11 $\bar{2}$ 4. Chemische Zusammensetzung (Gewichts-%): K<sub>2</sub>O 4,54, Na<sub>2</sub>O 0,56, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 23,27, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,73, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 48,70, H<sub>2</sub>O (als Rest) 19,20, Summe 100,00 %, woraus sich als empirische Formel auf der Basis von 30 Sauerstoffatomen  $\text{K}_{0,85}\text{Na}_{0,16}\text{Fe}_{2,58}\text{Al}_{0,65}\text{P}_{6,08}\text{H}_{18,89}\text{O}_{30}$  ergibt, idealisiert  $\text{KFe}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . IR-Untersuchungen unterstützen die abgeleitete Formel. Auf Grund der Analyseergebnisse ist anzunehmen, dass es zu einer Mischkristallbildung kommen kann, wobei ein Teil des K<sup>+</sup> (und Na<sup>+</sup>) durch H<sup>+</sup> bzw. H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ersetzt wird.

Das Mineral ist in verdünnter HCl löslich. Es ist seit 1950 als künstliche Verbindung bekannt.

## Abstract

The new phosphate mineral was found among the secondary minerals of the Silberbrünne Mine which is situated in the Haigerach valley near Gengenbach. It is associated with haigerachite, described as a new mineral species 1999, gypsum, jarosite, diadochite, the gangue mineral quartz and with pyrite.

The mineral occurs in columnar crystals which are intergrown with haigerachite and reach about 0,06 mm in length. The hexagonal crystals are bordered by prisms (10 $\bar{1}$ 0) and the basis (0001). Colour pale brown, translucent, streak white, lustre vitreous, fracture uneven, no cleavage, hardness about 2, density (meas.) 2.40(5) g/cm<sup>3</sup>, density (calc.) 2.43(2) g/cm<sup>3</sup>. Optical properties:  $n_w$ , 1.592(2),  $n_e$ , 1.596(2), uniaxial (+), anomalous pale brown interference colours.

Unit-cell dimensions of the mineral: a 9.12(1), c 16.84(2) Å, c : a = 1.846, space group P31c, Z = 2. Strongest lines of the powder pattern: 7.16 (10) 10 $\bar{1}$ 1, 5.78 (8) 10 $\bar{1}$ 2, 4.57 (7) 10 $\bar{1}$ 3, 11 $\bar{2}$ 0, 3.23 (6) 20 $\bar{2}$ 3, 3.09 (8) 10 $\bar{1}$ 5, 11 $\bar{2}$ 4. Chemical composition (wt. %): K<sub>2</sub>O 4.54, Na<sub>2</sub>O 0.56, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 23.27, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.73, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 48.70, H<sub>2</sub>O (by difference) 19.20, total 100.00 % yielding on the basis of 30 oxygen atoms the empirical formula  $\text{K}_{0,85}\text{Na}_{0,16}\text{Fe}_{2,58}\text{Al}_{0,65}\text{P}_{6,08}\text{H}_{18,89}\text{O}_{30}$ , simplified  $\text{KFe}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , which is supported by IR-studies. Analytical investigations suggest that solid solution occurs with a partial substitution of K<sup>+</sup> (and Na<sup>+</sup>) by H<sup>+</sup> or H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>.

The mineral is soluble in dilute HCl. It is known as synthetic compound since 1950.

## Einleitung

Die erste Erwähnung des nunmehr Gengenbachit benannten Minerals erfolgte in Zusammenhang mit der Beschreibung des Haigerachits,  $\text{KFe}^{3+}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_6(\text{HPO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (WALENTA & THEYE 1999), der die gleichen Komponenten enthält wie der Gengenbachit und diesem in chemischer Hinsicht nahesteht. Die Formel  $\text{KFe}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  wird genannt und erwähnt, dass es bereits in künstlicher Form bekannt ist (HASEMAN et al. 1950), wie dies ähnlich auch für den Haigerachit gilt. Da nur sehr wenig Mineralsubstanz zur Verfügung stand, viel weniger als dies bei dem mit dem Gengenbachit eng verwachsenen Haigerachit der Fall ist (Abb. 1), gestaltete sich die weitere Untersuchung schwierig. Dennoch ließen sich genügend Daten ermitteln, um einen Versuch zu unternehmen, für das Mineral Anerkennung zu erlangen. Dieser Versuch scheiterte zunächst, obwohl die Mehrzahl der Mitglieder der Commission on New Minerals and Mineral Names der IMA für eine Anerkennung stimmte, aber es kam nicht die erforderliche Zweidrittelmehrheit bei der Abstimmung zustande. Da nicht abzusehen war, dass sich an diesem unbefriedigenden Stand der Dinge bald etwas ändern würde, wurde der Entschluss gefasst, nicht weiter zu warten und die bisher vorliegenden Mineraldaten zu veröffentlichen (WALENTA & THEYE 2004). Im Titel der Veröffentlichung ist unter Anführung der Formel von einem zweiten neuen Phosphatmineral die Rede. Der vorgeschlagene Name Gengenbachit wird nur kurz im Text erwähnt mit der Bemerkung, dass bei der Abstimmung der Kommissionsmitglieder über diese Benennung eine Zweidrittelmehrheit erreicht wurde. In der von BAUMGÄRTL & MÜCKE zusammengestellten Liste neuer Mineralnamen (2005, S. NM 217) ist der Gengenbachit bereits enthalten mit dem Hinweis, dass eine Anerkennung durch die IMA noch aussteht.

Die Sachlage hat sich inzwischen geändert und das Mineral ist in einer neuen Abstimmung mit genügender Mehrheit von den Mitgliedern der zuständigen Kommission als neue gültige Mineralart anerkannt worden. Dazu beigetragen haben zusätzliche Untersuchungsergebnisse, auf die in der Folge eingegangen wird und die dem an dritter Stelle genannten Autor zu verdanken sind. Rückblickend erhebt sich die Frage, ob die Veröffentlichung der Mineralbeschreibung vor der Anerkennung nicht besser hätte unterbleiben sollen. Es war aber seinerzeit nicht abzusehen gewesen, dass schon bald eine solche erfreuliche Entwicklung eintreten würde. Die Daten sollten möglichst bald in der Literatur zur Verfügung stehen und nicht auf unbestimmte Zeit unbekannt bleiben. Die Anerkennungsverfahren können sich manchmal sehr in die Länge ziehen, auch wenn sie letztendlich – wie im vorliegenden Fall – zum Erfolg führen.

In der vorliegenden Arbeit wird die ausführliche Mineralbeschreibung nicht nochmals wiederholt und auf die bereits erfolgte Veröffentlichung von 2004 verwiesen. Übernommen wurden lediglich die Zusammenfassung und das englische Abstract.



Kurt WALENTA



Thomas THEYE



Frédéric HATERT

### Autoren zum Artikel

**Gengenbachit,  $\text{KFe}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , ein zweites neues Phosphatmineral von der Grube Silberbrünnele bei Gengenbach im mittleren Schwarzwald, nunmehr eine anerkannte neue Mineralart**

Prof. Dr. Kurt WALENTA (1927) leitete das Institut für Mineralogie und Kristallchemie der Universität Stuttgart von 1972 bis zum Frühjahr 1994. Sein Hauptarbeits-

gebiet sind die Lagerstätten des Schwarzwaldes und ihre Mineralien. Am Anfang dieser Forschungstätigkeit stand die Dissertation (1956), welche die Bearbeitung der antimonerzführenden Gänge des Schwarzwaldes zum Thema hatte.

Dr. rer. nat. Thomas THEYE, Studium der Mineralogie an der Technischen Universität Braunschweig, Promotion 1988 über hochdruckmetamorphe Gesteine auf Kreta. Seit 1988 wissenschaftlicher Angestellter an den Universitäten Bochum, Braunschweig, Paris und Stuttgart.

Dr. Frédéric HATERT arbeitet als Wissenschaftler am Mineralogischen Labor der Universität Liège, Belgien. Sein Hauptarbeitsgebiet ist die Kristallchemie und Stabilität von Phosphaten. Seit 2006 ist er stellvertretender Vorsitzender der IMA-CNMNC (Kommission der Internationalen Mineralogischen Gesellschaft für neue Minerale, Nomenklatur und Klassifikation) und zuständig für die Nomenklatur von Mineralen.

Adresse der Autoren: Prof. Dr. Kurt WALENTA & Dr. Thomas Theye, Institut für Mineralogie und Kristallchemie der Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 55, 70569 Stuttgart (Vaihingen). Dr. Frédéric HATERT, Université de Liège, Laboratoire de Minéralogie, Allée de 6 Août, B 18, B-4000 Liège.

## Zusätzliche Untersuchungen

Diese beschränkten sich auf die Stelle genannten Autor durch die Formel  $\text{KFe}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  stellt ( $\text{cm}^{-1}$ ):

3492, 3383, 3303, 3074 ( $\text{H}_2\text{O}$ ), 1122, 1030 ( $\text{PO}_4$  und/oder  $\text{H}_2\text{O}$ )

Die Untersuchungen konnten für nicht genügend Material ergriffen werden, dessen erste Verfahren lagen Temperaturkonzentrationen von 0,5 bis 1,0 g/l. Die Proben wurden in einer späteren Behandlung von frisch gefälltem  $\text{K}_2\text{CO}_3$  bei Temperatur 100 °C in einer Mischung von 20 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  und 20 g  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (85 %) erhitzt. Das System unter Hochdruck (200 MPa) für Stunden lang auf 70 °C. Die Analyse der Verbindung betrug dann 200,4 g  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (77 %), 22,0 g  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (10 %) und 468,0 g  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (85 %). Das letztgenannte Verfahren wurde auch im vorliegenden Fall zur Gewinnung verwendet, wobei allerdings ein längerer Zeitraum erforderlich ist, um ein gut kristallisiertes Produkt zu erhalten. Auf diese Weise wurden Korngrößen von 0,2 mm erreicht, mehr als die Größe der natürlichen Kristalle beträgt.

Beabsichtigt ist, das Syntheseverfahren zu einer Strukturbestimmung anzuwenden, deren Ergebnisse an dieser Stelle veröffentlicht werden sollen. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass vom Haigerachit bereits eine Strukturbestimmung vorliegt (AUBERTIN 1999). Die Veröffentlichung der Haigerachitstruktur somit unberücksichtigt, hätte auf die Struktur des neuen Minerals gebracht. Ebenfalls ist die Struktur von  $(\text{NH}_4)\text{Fe}_3(\text{HPO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  angegeben worden und die nach der Struktur des Ammonium-Äquivalents des Haigerachits.

Die Verfasser danken dem Funder für die Unterstützung.

## Literatur

- ANASIMOVA, N., CHUDINOVA, N. & SERAFIN, I. (2005): New phosphates,  $\text{KFe}_3(\text{HPO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  and  $(\text{NH}_4)\text{Fe}_3(\text{HPO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . *Neues Jahrbuch für Mineralogie*. – Eine Kurzfassung

## Zusätzliche Untersuchungen

Diese beschränkten sich auf IR-Untersuchungen, die – wie bereits erwähnt – von dem an dritter Stelle genannten Autor durchgeführt wurden. Sie trugen vor allem dazu bei, die Mineralformel  $KFe_3(H_2PO_4)_6(HPO_4)_2 \cdot 4H_2O$  zu erhärten. Im Einzelnen wurden folgende Absorptionsbande festgestellt ( $cm^{-1}$ ):

3492, 3383, 3303, 3074 ( $H_2O$ ), 2830, 2348 (OH verbunden mit  $HPO_4$ -Gruppen) 1625, 1576 ( $H_2O$ ), 1122, 1030 ( $PO_4$  und/oder  $HPO_4$ ), 902, 869 ( $HPO_4$ ), 747, 599, 516, 415 (Gitterschwingungen).

Die Untersuchungen konnten nicht an dem natürlichen Mineral durchgeführt werden, da hierfür nicht genügend Material zur Verfügung stand. Es musste auf das Syntheseprodukt zurückgegriffen werden, dessen erste Darstellung HASEMAN et al. (1950, S. 81) zu verdanken ist. Ihrem Verfahren lagen Temperaturen von 27 bis 95 °C, pH-Werte von 0,5 bis 2,5 und Phosphatkonzentrationen von 0,5 bis 3,0 M zugrunde. Weitere Einzelheiten über die Darstellungsweise werden in einer späteren Veröffentlichung (TVA 1991) mitgeteilt. So erhält man es durch Behandlung von frisch gefälltem  $FePO_4 \cdot xH_2O$  mit einer sauren Lösung (pH 1 bis 2) von  $KH_2PO_4$  (0,5 bis 3M  $K_2O$ ) bei Temperaturen im Bereich von 25 bis 95 °C oder auch ausgehend von einer Mischung von 20 g  $KH_2PO_4$ , 5 g  $FeCl_3$ , 20 g 85 %  $H_3PO_4$  und 200 ml  $H_2O$ , wobei sich ein Eisenphosphatgel bildet, das sich nach 48 Stunden bei Temperaturen von 60 bis 90 °C in ein grobkristallines Produkt verwandelt. Ein weiteres Verfahren wurde neuerdings von PROCHNOW et al. (2003) angegeben. Sie benutzten 204,4 g  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$  [77 %  $Fe_2(SO_4)_3$ ], 22,0 g  $K_2SO_4$ , 406,0 g  $H_3PO_4$  (85 %) und 468,0 g  $H_2O$  und erhitzen das System unter Rühren 48 Stunden lang auf 70 °C. Die Ausbeute an der Verbindung betrug danach 4,4 g. Das letztgenannte Verfahren wurde auch im vorliegenden Fall zur Synthese verwendet, wobei allerdings die Erfahrung gemacht wurde, dass ein längerer Zeitraum erforderlich ist, um zu einem gut kristallisierten Produkt zu gelangen. Auf diese Weise wurden Korngrößen bis zu 0,2 mm erreicht, mehr als die Größe der natürlichen Kristalle beträgt.

Beabsichtigt ist, das Syntheseprodukt zu einer Strukturbestimmung zu verwenden, deren Ergebnisse an anderer Stelle veröffentlicht werden sollen. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass vom Haigerachit bereits eine Strukturbestimmung vorliegt (ANASIMOVA & CHUDINOVA 1997). Die Arbeit war zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Haigerachitbeschreibung noch nicht bekannt gewesen und blieb darin somit unberücksichtigt, hätte aber schon damals eine Bestätigung für die abgeleitete Formel des neuen Minerals gebracht. Ebenso wurde schon vor längerer Zeit die Struktur der Verbindung  $(NH_4)Fe_3(HPO_4)_2(HPO_4)_4 \cdot 6H_2O$  bestimmt (MOORE & ARAKI 1979), deren Raumgruppe mit P31c angegeben wird und die nach neuen Erkenntnissen auch für den Gengenbachit gilt. Sie kann als das Ammonium-Äquivalent des letzteren angesehen werden.

Die Verfasser danken dem Finder Dr. F. HAHN, Hohberg, für die Überlassung der Mineralstufe.

## Literatur

- ANASIMOVA, N., CHUDINOVA, N. & SERAFIN, M. (1997): Preparation and crystal structure of potassium iron hydrogen phosphate,  $KFe_3(HPO_4)_2(H_2PO_4)_4 \cdot 4H_2O$ . – *Z. anorg. allg. Chem.*, 623 (1997), S. 1.708 - 1.714.  
 BAUMGÄRTL, U. & MÜCKE, A. (2005): Neue von der IMA (International Mineralogical Association) anerkannte Mineralien. – Eine Kurzfassung (31). – *Aufschluss*, 56, S. NM 217 - 220.

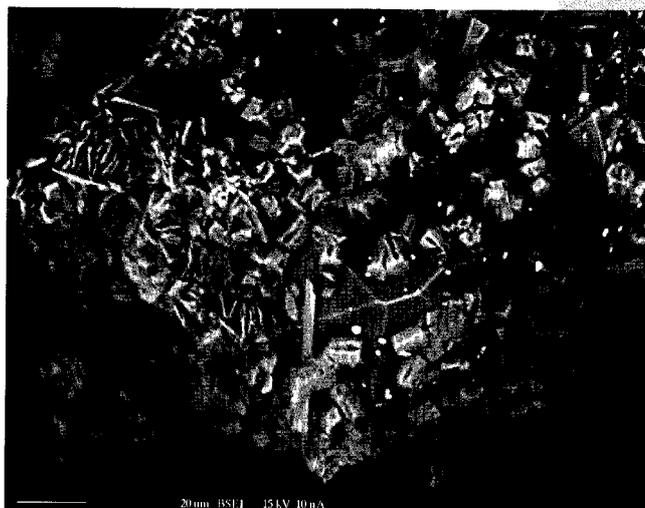


Abb. 1: Säulige Gengenbachitkristalle mit rundlichem Haigerachitaggregat aufgewachsen auf Quarz. Rückstreuelektronen-Aufnahme.

- HASEMAN, J. F., LEHR, J. R. & SMITH, J. P. (1950): Mineralogical character of some iron and aluminium phosphates containing potassium and ammonium. – *Soil Sci. Soc. America Proc.*, **15**, S. 76 - 84.
- MOORE, P. B. & ARAKI, T. (1979): Crystal structure of synthetic  $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{Fe}^{3+}_3(\text{PO}_4)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . – *Amer. Miner.*, **64**, S. 587 - 592.
- PROCHNOW, L. I., CHIEN, S. H., DILLARD, E. F., AUSTIN, E. R., CARMONA, G., HENAO, J., SINGH, U. & TAYLOR, R. W. (2003): Synthesis, characterization, and agronomic evaluation of iron phosphate impurities in superphosphates. – *Soil Sci. Soc. America J.*, **67**, S. 1.551 - 1.563.
- Tennessee Valley Authority (TVA) (1991): Crystallographic properties of fertilizer compounds. – *Bull.* y-217, II.
- WALENTA, K. & THEYE, Th. (1999): Haigerachit, ein neues Phosphatmineral von der Grube Silberbrünnele bei Gengenbach im mittleren Schwarzwald. – *Aufschluss*, **50**, S. 1 - 7.
- WALENTA, K. & THEYE, Th. (2004):  $\text{KFe}^{3+}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , ein zweites neues Phosphatmineral von der Grube Silberbrünnele im mittleren Schwarzwald. – *Erzgräber*, **18**, S. 17 - 23.

## Bücherschau Fortsetzung

Hans-Rudolf BORK: *Landschaften der Erde unter dem Einfluss des Menschen*. PRIMUS VERLAG GMBH 2006, [www.primusverlag.de](http://www.primusverlag.de); ISBN-13: 978-3-89678-584-8, ISBN-10: 3-89678-584-2. Preis: 34,90 Euro.

„Wie beeinflusst der Mensch die Entwicklung an und unter der Erdoberfläche? Welche Spuren haben die Menschen in den Landschaften der Erde hinterlassen? Mit diesen Fragen konfrontiert der Autor oder besser gesagt konfrontieren die Autoren – es werden 41 Ko-Autoren am Anfang des Buches genannt – den Leser zu Beginn des ersten Kapitels. Erwähnte Fragen und im Verlauf des Buches etliche Fragen mehr, werden im ersten Teil des Buches aufgestellt, ja formuliert und am Ende des dritten Teils spezifisch beantwortet, weiterhin werden die Aussagen zusammengefasst. Im zweiten Teil des Buches werden beispielhaft die gestellten Fragen für zahlreiche Landschaften oder Ausschnitte der Landschaften in Asien, Afrika, Nord- und Südamerika, Europa, für drei pazifische Inseln und eine atlantische Insel beantwortet.

Dieses Buch ist kein Lehrbuch der Geowissenschaften sondern mehr ein Geschichtsbuch über Natur und Kultur der Erde unter dem Einfluss des Menschen; es vermag aber gleichzeitig das Interesse an den Geowissenschaften zu wecken.

An beeindruckenden Beispielen und aktuellen Bildern vermittelt der Autor mit spannenden Geschichten und Erzählungen die vielfältigen und oftmals unerwarteten Auswirkungen der Nutzung der Natur durch den Menschen.

Dieses Buch macht unmissverständlich deutlich, dass der Mensch durch diese Nutzung in bislang kaum bekanntem Ausmaß Einfluss auf die Landschaften der Erde nimmt.

Das kartonierete Buch, in einer sehr eleganten und handlichen Form gehalten, fällt sehr positiv durch seinen modernen Satzspiegel und eindrucksvollen Abbildungen auf. Diese didaktisch sehr guten, leicht verständlichen Abbildungen tragen im Wesentlichen dazu bei, dass Geschriebene zu verstehen.

Das Buch wird von den Autoren für den Leser im ersten Teil strukturiert. Zur Beantwortung der von den Autoren aufgestellten fächerübergreifenden Fragen wurde eine aufwändige Methodenfolge entwickelt – man nennt diese „Landschaftssystemanalyse“ – und an mehreren tausend Standorten auf der Erde eingesetzt. Die überraschenden Antworten – im zweiten Teil des Buches aufgeführt – wurden durch Bereisen der vielfältigen Landschaften, die von den Menschen durch unterschiedlicher Weise beeinflusst wurden, gewonnen. Ausschlaggebende Ähnlichkeiten und Differenzen der bereisten Landschaften sind Gegenstand des dritten Abschnitts, der zusammenfassend durch die vergangenen 11.700 Jahre begleitet und danach die gestellten Fragen beantwortet.

Das Buch ist in 3 Teile gegliedert, wobei jeder Teil wiederum in verschiedene Kapitel aufgeteilt ist:

Teil 1: Grundlagen der Erforschung der Haut der Erde (Fragen, Erddetektive unterwegs, Detektive in der Erde: die Landschaftssystemanalyse).

Teil 2: Landnutzung und ihre Spuren in den Landschaften der Erde (Asien, Afrika, Nordamerika, Südamerika, Pazifischer Ozean, Europa).

Teil 3: Chronologie des Wandels der Landschaften der Erde (Der Klimawandel, Die Geschichte der Landnutzung, Der drastische Wandel der Landschaften der Erde durch Landnutzung, Antworten).

Jeder Teil ist in sich abgeschlossen und wirkt dennoch als Teil des Ganzen. Ein achtenswertes Glossar, nicht nur für Spezialisten, ein hervorragendes Literatur- und Quellenverzeichnis, ein Orts-, Sach- und Personenregister runden dieses sehr gelungene Buch entscheidend ab.

Dieses Buch wird für alle Geowissenschaftler, Naturfreunde und Wissbegierige von großem Interesse sein. Der Preis von 34,90 Euro ist entsprechend der aufwendigen Bindung und Gestaltung und der darin enthaltenen Hochglanzbilder mehr als gerechtfertigt. Dieses Buch sollte als aktuelle und zukunftsweisende Bildinformation über Landschaften unserer Erde in keiner Büchersammlung fehlen und kann für die private Büchersammlung genauso wie für wissenschaftliche Bibliotheken, wie sie in Forschungsinstituten und Universitäten anzufinden sind, uneingeschränkt empfohlen werden.

Jürgen GÖSKE, 91233 Neunkirchen am Sand

Gijsbertus DE WITH: *Structure, Deformation and Integrity of Materials. Volume I: Fundamentals and Elasticity. Volume II: Plasticity, Visco-Elasticity and Fracture*. Verlag Wiley-VCH-Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim. ISBN-10 : 3-527-31426-1. Preis: 119,00 Euro.

Der Bereich Materialwissenschaft und kristalline Materie werden auf hohem Niveau mit dem Thema mechanisches Verhalten abgehandelt. Das zweibändige Werk wendet sich an fortgeschrittene Leser, die sich mit dem weiten Thema der Eigenschaften auseinandersetzen wollen. Zwischen den informativen und ausführlichen Beschreibungen zu Themen der Kinematik, Kinetik, Thermodynamik, Struktur und Bindung, Elastizität, Plastizität, Bruch und Ermüdung, die mathematisch entsprechend aufbereitet sind, werden auch immer wieder kurze Lebensläufe berühmter Wissenschaftler mit eingebunden. Dies lockert den formelreichen Inhalt zwangsläufig auf, auch wenn die Kurzbiografien nur hin und wieder auftauchen.

Ein anspruchsvolles zweibändiges Werk, das allen Wissenschaftlern und Bibliotheken empfohlen werden kann.

Herbert PÖLLMANN, Halle (Saale)