pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Nick, Sabine; Ruppersberg, Klaus; Peper-Bienzeisler, Renate

Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade! Bioleaching: Kleine Helfer im Bergwerk

Chemie konkret : CHEMKON 23 (2016) 2, S. 93-94

Quellenangabe/ Reference:
Nick, Sabine; Ruppersberg, Klaus; Peper-Bienzeisler, Renate: Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade! Bioleaching: Kleine Helfer im Bergwerk - In: Chemie konkret : CHEMKON 23 (2016) 2, S. 93-94 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-127084 - DOI: 10.25656/01:12708

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-127084
https://doi.org/10.25656/01:12708

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

pedocs
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Teste dein Wissen mit Aufgaben aus der ChemieOlympiade!

Bioleaching: Kleine Helfer im Bergbau

Fangen wir heute mal mit einer IChO-Aufgabe aus der 4. Runde 2010 an:

Blei wird aus natürlich vorkommenden Bleisulfid (PbS) gewonnen. Es gibt dafür zwei Verfahren: Das Röst**reaktions**verfahren und das Röst**reduktions**verfahren. In beiden Fällen wird Bleisulfid zunächst „geröstet", wobei die Oxidationsstufe des Bleis unverändert bleibt. In Abhängigkeit der Sauerstoffzufuhr lassen sich zwei unterschiedliche bleihaltige Produkte und eine gasförmige Verbindung erhalten.

a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die Reaktionen mit viel und mit weniger Sauerstoff beim Röstprozess.

Zur Gewinnung des Bleis (Werkblei) werden die bleihaltigen Produkte aus dem Röstprozess entweder mit ungeröstetem Bleisulfid umgesetzt (Röstreaktionsverfahren) oder mit Kohlenstoff reduziert (Röstreduktionsverfahren).

b) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen.

So wie in der Aufgabe für das Blei beschrieben, werden sehr viele Metalle aus ihren sulfidischen Erzen gewonnen. Aber es geht auch anders …

Bioleaching – was ist das?

Unter *Bioleaching* (engl. *to leach* = auslaugen, durchsickern lassen) versteht man den Aufschluss oder den Abbau von eisen- und/oder schwefelhaltigen Erzen mit Hilfe von Bakterien: Schwerlösliche Erze werden in eine wasserlösliche Form überführt; aus der wässrigen Lösung lassen sich dann die Metalle gewinnen [1 – 5]. Bakterienstämme der Gattung *Thiobacillus* sind in der Lage, Eisen(II) zu Eisen(III) sowie Sulfide und elementaren Schwefel zu höher oxidierten Schwefelspezies und letztendlich zu Sulfat zu oxidieren:

$$4\,Fe^{2+} + 4\,H^+ + O_2 \xrightarrow{\textit{eisenoxidierende Bakterien}} 4\,Fe^{3+} + 2\,H_2O$$

$$2\,S + 3\,O_2 + 2\,H_2O \xrightarrow{\textit{schwefeloxidierende Bakterien}} 2\,SO_4^{2-} + 4\,H^+$$

Die Bakterien nutzen diesen Prozess zur Energiegewinnung. Damit können durch derartige Bakterien eisenhaltige sulfidische Erze direkt aufgeschlossen werden – man spricht hier von **direkter** Laugung:

z. B. $2\,FeS_2 + O_2 + 4\,H^+ \xrightarrow{\textit{schwefeloxidierende Bakterien}} 2\,Fe^{2+} + 4\,S + 2\,H_2O$

oder $CuFeS_2 + O_2 + 4\,H^+ \xrightarrow{\textit{schwefeloxidierende Bakterien}} Cu^{2+} + Fe^{2+} + 2\,S + 2\,H_2O$

Aber auch Eisen(III)-Ionen können in saurer Lösung (ganz ohne Bakterien!) sulfidische Erze chemisch angreifen:

$MeS + 2\,Fe^{3+} \rightarrow Me^{2+} + 2\,Fe^{2+} + S$ oder $MeS_2 + 2\,Fe^{3+} \rightarrow Me^{2+} + 2\,Fe^{2+} + 2\,S$ (Me = Metall)

Die dabei gebildeten Eisen(II)-Ionen und der elementare Schwefel werden durch die Bakterien dann wieder in Eisen(III)-Ionen und Sulfat-Ionen überführt (s. o.), so dass diese dann wieder weiteres Erz lösen können – dies wird dann als **indirekte** Laugung bezeichnet. Ist die **direkte** Laugung erst einmal „gestartet", geht es **indirekt** solange weiter, bis kein Erz mehr vorhanden ist.

Die Zuordnung der Oxidationszahlen in den obigen Reaktionsgleichungen ist gar nicht einfach. Versuche dies doch einmal! Du kannst aber auch deine Chemielehrerin oder deinen Chemielehrer zurate ziehen!

Als kleine Hilfe eine IChO-Aufgabe aus der 2. Runde 2016

In welcher Verbindung besitzt das Metall eine Oxidationsstufe von +II?

A	SiO_2	**B**	Li_2O	**C**	FeS_2	**D**	H_2CrO_4	**E**	KO_2

Bakterien im Bergbau? Ein alter Hut?

Bioleaching wurde schon im Altertum genutzt, um indirekt Metalle aus ihren Erzen zu gewinnen. Natürlich wussten die Menschen damals nicht, dass es sich um Bioleaching handelte, sondern sie verwandten die metallhaltigen Grubenwässer zur Gewinnung der Metalle [1]. Erst Ende der 1940er Jahre wurde entdeckt, dass *Thiobacillus*-Bakterien für die Entstehung metallhaltiger Wässer verantwortlich sind.

In den letzten Jahrzehnten wurde die Methode des Bioleaching immer bedeutender und findet heutzutage in verschiedenen Varianten Einsatz bei der industriellen Metallgewinnung.

Bioleaching – eine sinnvolle Sache?

Und ob! Das Aufschließen der Metallerze mit Hilfe von Bakterien ist natürlich dann praktisch, wenn traditionelle Methoden („*Verhüttung*") sich nicht lohnen oder nicht eingesetzt werden können. Dies kann z. B. dann der Fall sein, wenn der Restgehalt von ausgebeuteten Minen so gering ist, dass sich der klassische Abbau nicht weiter lohnt. In diesem Fall ist Bioleaching eine kostengünstige und ergiebige Alternative. Dies gilt ebenso, wenn der Erzgehalt einer neuen Mine von vornherein sehr gering ist oder wenn Sicherheitsrisiken den klassischen Abbau verhindern. Aber auch für Schlacken, (Elektronik-)Schrott, industrielle Rückstände und Abfälle sowie Flugasche aus der Abfallverbrennung kann Bioleaching genutzt werden, um die enthaltenen wertvollen Metalle zu isolieren.

© 2016 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Verhüttung – woher kommt der Name eigentlich?

Eine Hütte ist ein „nicht-festes Gebäude“ und bezeichnet im Sprachgebrauch der Bergarbeiter den gesamten geschützten Bereich, der oberhalb ihrer Arbeit liegt, außer den festen Gebäuden. Man spricht von Kalkhütte, Glashütte, Messinghütte, Eisenhütte, Silberhütte usw. Im engeren Wortsinn sind Hütten Schmelzhütten und haben noch enger gegriffen etwas mit dem Schmelzen von Metallen zu tun. *Hütte* wird auch oft als Gegenbegriff zu *Grube* benutzt: Kohlegrube, Erzgrube usw.

Abb. 1: Westfalenhütte Dortmund, vor 1896 (privates Fotoalbum der Familie Jucho, gemeinfrei)

In Dortmund gab es von 1871 bis 2001 die Westfalenhütte der HOESCH AG, später ThyssenKrupp AG, in der Generationen von Stahlarbeitern Stahl für Eisenbahnschienen und Industrieanlagen produzierten. Die fallenden Preise des Weltmarkts und die zu Recht strenger werdende Umweltpolitik brachten die Westfalenhütte in immer stärkere Bedrängnis.

Ab 2002 zerlegten chinesische Facharbeiter das Hüttenwerk Schraube für Schraube und bauten es in der Nähe von Shanghai wieder auf [6].

Auch die Namen einiger Städte und Orte deuten auf eine (ehemalige) Hüttentätigkeit hin: Eisenhüttenstadt, Georgsmarienhütte, Glashütte, Tangerhütte, Maxhütte-Haidhof, Stadtteil Nowa Huta.

Bioleaching – wie funktioniert es?

Beim Bioleaching werden mehrere Verfahren unterschieden: Die Hang-, die Halden-, die in-situ- und die Suspensions-Laugung [1]. Bei allen wird das metallhaltige Erz mit Bakterien-Lösungen, Schwefelsäure, Wasser und in Abhängigkeit der Probenzusammensetzung auch mit Eisen-Salzen behandelt. Bei der in-situ-Methode werden stillgelegte Stollen geflutet oder in den Gruben lagerndes Abraummaterial besprüht oder unter Druck ausgewaschen. Die Aufbereitung der metallhaltigen Lösung erfolgt über Tage. Bei Hang- und Halden-Laugung wird die Bioleaching-Flüssigkeit auf die angehäuften Erzhaufen gegeben und das Sickerwasser aufgefangen, ausgebeutet und zurückgepumpt (Abb. 2). Die Suspensions-Laugung erfolgt im Bioreaktor.

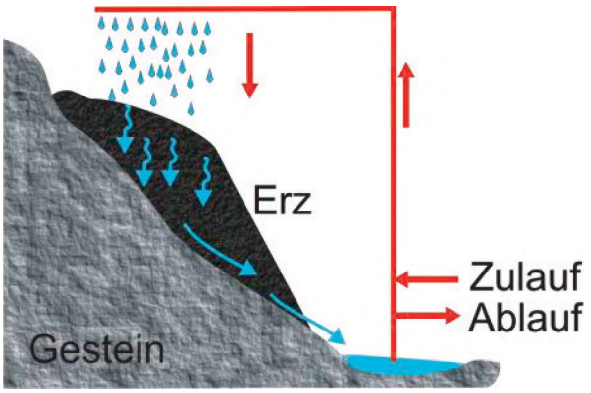

Abb. 2: Schematische Darstellung der Hang-Laugung (nach [1])

Bioleaching – Vor- und Nachteile

Bioleaching ist umweltfreundlicher als klassische Verfahren der Metallgewinnung, da keine Treibhausgase entstehen. Auch ist dieses Verfahren sehr kostengünstig, da keine großen Produktionsstätten oder spezielle Maschinen benötigt werden. Die Metallgewinnung erfolgt über Tage, so dass auch hier Kosten für eine Infrastruktur „im Berg“ entfallen. Aber natürlich gibt es auch Nachteile. Da beim Prozess Schwefelsäure entstehen kann, führt dies zu einer Absenkung des pH-Wertes in der Umgebung. Sowohl die Säure als auch im Verfahren gelöste Schwermetalle können ins Grundwasser gelangen.

Neben diesen Nachteilen in Bezug auf die Umwelt beschränkt sich die Methode selbst in ihrer Profitabilität: Die Bakterien arbeiten sehr langsam und die Produktionsraten sind daher geringer als im klassischen Verhüttungswesen. Durch die Hydratation der im Prozess freigesetzten Ionen erhöht sich die Temperatur. Wenn diese zu hoch wird, können die Bakterien absterben und die Umsetzungen kommen zum Erliegen [7].

☺

Literatur zum Nachschlagen und Nachlesen

[1] RÖMPP Online, Version 3.60, Stichwort: Bioleaching.
[2] Neale, J. (2006). Bioleaching technology in minerals processing, Mintek, Biotechnology Division (http://wiki.biomine.skelleftea.se/biomine/hyper/start_files/bioleachingtechnologyinmineralsprocessing_38.pdf (letzter Zugriff: 18.03.2016).
[3] Ehrlich, H. L. (1997). Microbes and metals. Appl. Microbiol. Biotechnol. 48, 687 – 692. DOI: 10.1007/s002530051116
[4] Rawlings, D. E., Dew, D., du Plessis, C. (2003). Biomineralization of metal-containing ores and concentrates. Trends in Biotechnology 21(1), 38 – 44.
[5] Pradhan, N., Nathsarma, K. C., Rao, C. K., Sukla, L. B., Mishra, B. K. (2008). Heap bioleaching of chalcopyrite: A review. Minerals Engineering 21, 355 – 365.
[6] http://www.wissen.de/video/von-der-ruhr-zum-jangtse (letzter Zugriff 3.4.2016).
[7] http://www.pythongroup.ca/mining-news/article/id/56 (letzter Zugriff: 18.03.2016).

Viel Spaß wünschen die Redaktion und das IChO-Aufgabenteam!

© 2016 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim