

# **Die Manganerzlagerstätte Burahol bei Karangnunggal auf Java.**

Von **R. Osberger** und **E. von Krauss**.

(Mit 3 Textabbildungen)

Inhaltsverzeichnis.

Teil I: Geologie und Genese der Manganerzlagerstätte Burahol.

Von **R. Osberger**.

Vorwort

Einleitung

Geschichtliches

Lagerstätteninhalt und Begleitminerale

Stratigraphie und Tektonik

Altersverhältnis von Manganerz und Kaolin.

Genese der Manganerze

Herkunft des Mangans

Lösung des Mangans

Der Weg der manganhaltigen Lösungen

Anreicherung des Mangans

Die Entstehung des Kaolins

Das Alter der Manganerze

Zusammenfassung

Literaturverzeichnis

Teil II: Chemische Untersuchungsergebnisse der Manganerzlagerstätte Burahol.

Von **E. v. Krauss**.

**Teil I: Geologie und Genese der Manganerzlagerstätte Burahol.**

**Vorwort.**

Den wiederholten Besuch Burahols machte mir der Kommissär der Allgemeinen Industriellen Mijnbouw en Exploitatie Maatschappij (A.I.M.E.), Herr Prof. Dipl.-Ing. P. G. H. A. Fermin, möglich, wofür ich ihm sehr zu Dank verpflichtet bin. Außerdem gestattete er in liebenswürdiger Weise Einblicknahme in verschiedene Betriebsaufzeichnungen. Ich danke ferner Herrn Prof. Dipl.-Ing. M. E. Akkersdijk, daß er die Ausführung der erforderlichen Zeichnungen in der ihm unterstehenden Zeichenabteilung ermöglichte. Den beiden oben genannten Herren und Herrn Dipl.-Ing. F. Szemian bin ich außerdem Dank schuldig für die Mühe, welcher sie sich unterzogen haben, indem sie mit mir Diskussionen führten, die beitrugen, die Probleme der Lagerstätte deutlicher zu sehen.

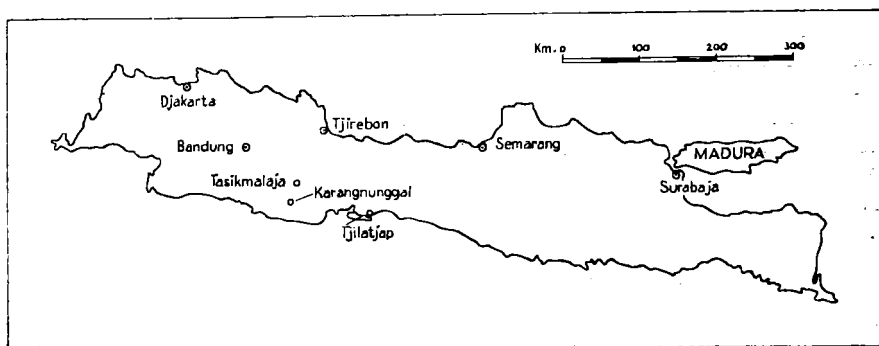


Abb. 1

### Einleitung.

Burahol ist der Name eines Hügels in der Nähe des Distriktortes Karangnunggal. In diesem Hügel liegen oxydische Manganerze, die zusammen mit weiteren, noch unangebauten und den bereits abgebauten Erzen von Kompang und Pasir Angin, die „Manganerzvorkommen von Karangnunggal“ bildeten, bzw. noch bilden.

Die Erze, besonders die Liegenderze, zeichnen sich durch Reinheit aus, weswegen sie allerdings erst nach Konzentration — bis zum Ausbruch des zweiten Weltkrieges auf dem Weltmarkt einen guten Absatz fanden. Die Produktion ist nunmehr wieder im Anlaufen. Ziffern über die Vorkriegsproduktion finden sich in Fernin, 1951.

Die Manganerze werden jetzt im Tagebau gefördert, handsortiert und mittels Lastauto über eine gut gehaltene Asphaltstraße in das ca. 50 km entfernte Tasikmalaja gebracht. Dort werden sie in Züge verladen, nach Tjilatjap gebracht und von hier per Schiff als metallurgische Erze in die Welt versandt.

### Geschichtliches.

Die ersten Manganvorkommen auf Java wurden von dem Bergingenieur Huguenin im Jahre 1854 entdeckt. Im gleichen Jahre machte Junghuhn von weiteren Entdeckungen Mitteilung. Arntzenius und van Dijk, 1872, beschrieben als nächste Manganvorkommen auf Java. Verbeek und Fennema, 1896, widmeten ihnen einige Absätze. Eine ausführlichere Schrift über Vorkommen und Verwendung von Manganerzen, worin auch einige Angaben über die Manganvorkommen auf Java aufscheinen, wurde jedoch erst im Jahre 1918 vom „Dienst van het Mijnwezen in Nederlandsch Ost-Indie“ veröffentlicht. In dieser Publikation wurde auch der Versuch gemacht, die Genese der Manganerze von Karangnunggal zu deuten. Der im Zusammenhang mit dieser Arbeit wichtige Teil dieser Abhandlung lautet (in Übersetzung): „Anders ist es mit Eisen und Mangan, die sich aus in der Tiefe geformten Lösungen abscheiden, so daß diese aufsteigenden oder seitwärts abfließenden Gewässer mit der freien Luft und ihrem Sauerstoff in Berührung

kommen.“ In der ersten Veröffentlichung, die sich mit der Genese der Erze beschäftigt, wird also hypogene Herkunft der Erze angenommen.

Zu einem gleichen Ergebnis kommt van Bemmelen in seinem unveröffentlichten Bericht von 1940, den er in seinem großen Werk von 1949 zitiert. In letzterem dagegen wurde in Abänderung seiner Ansicht von 1940 die Möglichkeit supergener Herkunft der Erze in Betracht gezogen. Van Bemmelen schreibt (in Übersetzung): „Alle Absetzungen sind kleine und unregelmäßige linsenförmige Erzkörper im Kalk oder in vulkanischen Breccien der Alt-Andesit-Formation. In der Kompang Mine schneidet ein N—S-laufender Bruch durch eine Erzlinse. Auf der Bruchfläche kommen die folgenden Mineralien vor: Baryt, Kalzit, Pyrit und Markasit, Göthit, Hämatit, Limonit. Thermalwasser zirkulierte wahrscheinlich längs der Bruchfläche und hat die Diagenese des Manganerzes und anderer Mineralabsetzungen beeinflußt.“ Van Bemmelen scheint also anzunehmen, daß Minerallösungen aus der Tiefe auf bereits vorhandene Manganerze stießen und diese zumindest lokal veränderten. Autor gibt jedoch keine Erklärung, wie er sich die primäre Entstehung der Manganerze von Karangnunggal vorstellt.

Schließlich beschreibt Fermín, 1951, eingehender die Region von Karangnunggal. Betreffend der Genese der außerhalb des Kalkes vorkommenden Manganerze, schreibt der Autor (in Übersetzung): „Dieses Manganerz scheint uns von den verwitterten, porösen, andesitischen, altmiozänen Breccien... abzustammen.“ Ferner nimmt Fermín an, daß Metasomatose bei der Entstehung der oxydischen Manganerze mit Hilfe atmosphärischen Sauerstoffes und mit möglicher Hilfe von Bakterien nicht ausgeschlossen ist. „Da bei Karangnunggal sowohl die andesitische Breccie als auch der hangende Kalk beinahe horizontal liegen, kann diese Umlagerung und sekundäre Konzentration durch supergenes an der Oberfläche fließendes Wasser schwierig erklärt werden, sondern eher durch azzendentes Wasser in der porösen Breccie, das an der Oberfläche genügend Sauerstoff vorfindet. Ob diese aufsteigenden Wässer ursprünglich, also zur Zeit der sekundären Konzentration und oxydischen Erzbildung vados waren und das Erz erst später durch hypogenes Wasser hydrothermal verändert und verkieselt wurde, oder ob das Erz direkt durch hypogene, hydrothermale Lösungen abgeschieden wurde, so wie van Bemmelen anzunehmen scheint, ist noch fraglich. Wir selbst halten den Totalinhalt der gesamten Erzinsen um Karangnunggal, sowie auch die Erscheinungen an der Grenze von Kalk und poröser Andesitbreccie, als Argumente für Metasomatose und (oder) oxydischer Absetzung durch azzendetes, vadoses Wasser, jedoch bestimmt von starken, hydrothermalen Veränderungen, Verkieselung und Verwitterung gefolgt.“

#### Lagerstätteninhalt und Begleitmineralien.

Es kommen folgende Erzmineralien vor: An erster Stelle Pyrolusit, radial- oder verworrenfaserig, körnig oder erdig, schaliger Pyrolusit und Wad. Begleitmineralien sind: Brauner Glaskopf und Limonit, Quarz in Nestern oder als Spaltenfüllung.

Weißer Kaolin kommt in einer bis zu 7 m mächtigen Schicht an der Basis der Manganerze vor. Weiterhin tritt er in unregelmäßigen Körpern inmitten des Erzes oder auch im Hangenden auf. Dieser Kaolin ist rot, gelb und braun gefleckt. Ferner findet sich auch noch Kaolin als Ausfüllung von Spalten im Erz, wohin er durch absteigende Wässer gebracht wurde. Gar nicht selten tritt Kaolinit in der Höhlung von Erzgeoden auf, wohin er nur in gelöster Form gelangt sein kann. Allen, 1945<sup>1)</sup>, gibt zahlreiche Beispiele über Lösung und Wiederabsetzung von Tonmineralien. Allen, 1952, S. 677, schreibt, daß Kaolin vermutlich in kolloidaler Suspension in Lösung gehen kann.

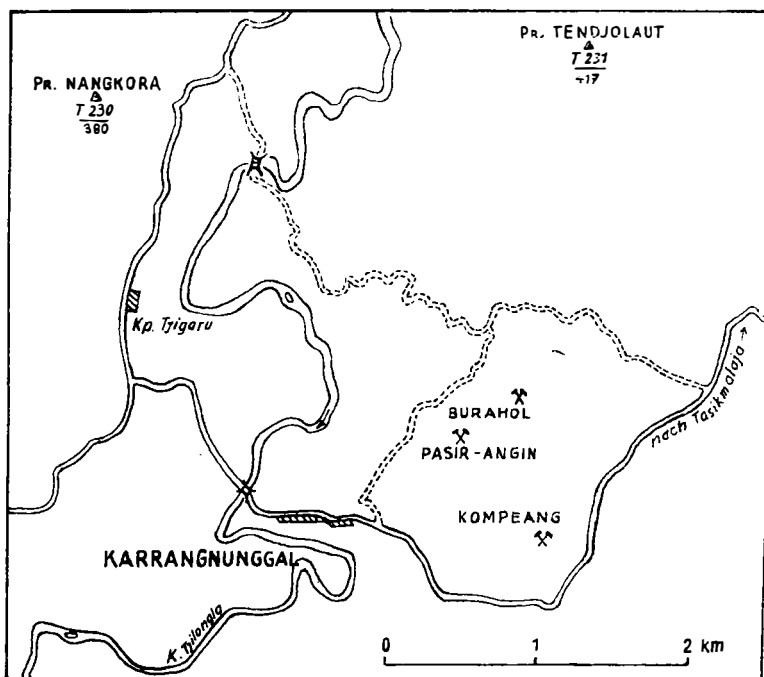


Abb. 2

Das Hangende wird überall von einer roten, erdigen Masse gebildet, welche, wie die Röntgenuntersuchungen ergaben, hauptsächlich aus Kaolinit und Quarz besteht. Die Bezeichnung „Kaolin im Beginnstadium der Lateritisierung“ dürfte dafür am ehesten entsprechen.

Stellenweise folgt über der Haupterzschicht, die aus mehr oder weniger reinen Manganerzen besteht, manganfreies oder fast manganfreies Eisenerz in Form von Limonit oder Glaskopf. Meist aber ist dies nicht der Fall und der rote Kaolin unmittelbar über der

<sup>1)</sup> Zitiert in Allen 1952: Am. Ceramic Soc. Jour. 28, 1945.

Haupterzschicht ist von Manganerzen förmlich durchwachsen. Die Erzlösungen scheinen bei Entstehung der Lagerstätte größtenteils auf Verwitterungsprodukte gestoßen zu sein, da sich nur selten Pseudobreccienstruktur zeigt, wie sie bei Erzen in hartem Gestein so häufig auftritt. Im Zusammenhang mit der Annahme Fermins, daß nach der Lagerstättenbildung hydrothermale Veränderungen, vor allem Verkieselung stattgefunden hätte, ist zu erwähnen, daß die Erzlösungen bereits auf verkieseltes Gestein gestoßen sein müssen, da es sich bei diesen Pseudobreccien fast immer um unverkieselten Pyrolusit und verkieselten Kalk handelt.

### Stratigraphie und Tektonik.

Die Manganerzvorkommen von Burahol, Pasir Angin und Kompeang liegen in der altmiozänen Djampang Serie (siehe geologische Karte von van Bemmelen, 1949, S. 625), die nach Fermin, 1951, S. 74, aus folgenden Schichtgliedern zusammengesetzt ist:

- Andesitische Breccien und Laven mit Manganlinsen,
- Andesitischer Tuffsandstein und Tuff mit Manganlinsen,
- Dazitischer Bimsstein und Tuffe,
- Dazitische Lava,
- Dazitische Breccien und Tuffe.

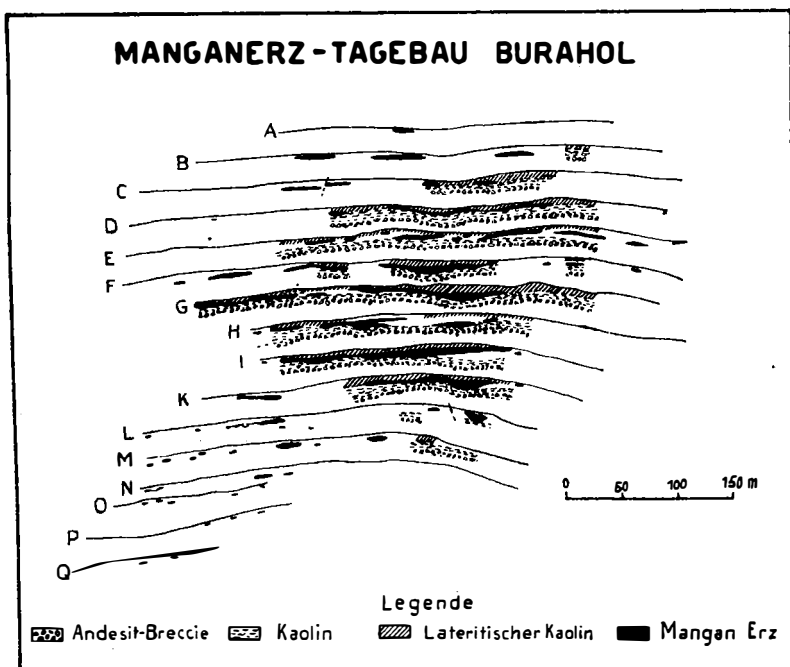


Abb. 3

Darüber liegt die Bentang Serie: Tufföse Mergel, Sandsteine und Konglomerate, ferner massiver Kalk mit Manganerzen und Phosphatanreicherungen.

Pliozän sind wahrscheinlich vulkanische Breccien und Tuffe. Ebenso kommen vulkanische Breccien und Tuffe im Quartär vor. Bei Pasir Tendjolut in etwa 8 km Entfernung kommt ein kleiner Grano-Dioritstock vor.

Wegen der Zeitumstände war es mir selbst nicht möglich, eine Kartierung der Umgebung der Vorkommen durchzuführen. Lediglich eine Exkursion konnte durchgeführt werden. Diese erbrachte in der Nähe von Burahol im Tji (Fluß) Langla anstehende andesitische Breccie und weiter im W beim Kampong (Dorf) Tjigaru gelblichen, sandigen Kalk mit Fossilresten, offensichtlich eine Seichtwasserbildung. Nachdem dieses Gestein in der oben angegebenen Stratigraphie, die nach Angaben W. C. B. Koolhovens, R. W. van Bemmelen und K. Koetens zusammengestellt wurde, nicht aufscheint, scheint mir dieselbe unvollständig zu sein.

Tektonische Bewegungen haben sicher nach der Entstehung des Liegendkaolins stattgefunden, ob nach der Bildung der Erze, kann als wahrscheinlich angesehen werden. So zeigt der Liegendkaolin im Tagebau Burahol, südlich der Teeplantage Palaahlar, ganz deutlich Harnische, die teils ungefähr N—S, teils O—W verlaufen. Dieser Liegendkaolin von mehreren Metern Mächtigkeit bildet in der Grube eine etwa NW—SO verlaufende Mulde, deren SW-Schenkel gut aufgeschlossen ist und einen Einfallswinkel von etwa 18 Graden besitzt, während der NO-Schenkel erst bei weiterem Abbau besser zutage treten wird. Im Erz zeigen sich zahlreiche senkrechte Spalten und Risse, die mit Klüftletten, der von hangenden Kaolinlagen stammt, hierher gebracht wurde. Diese Klüfte sind möglicherweise auf tektonische Bewegungen zurückzuführen, die jünger als die Erzbildung sein müßten. Durch diesen Teil der Lagerstätte scheint außerdem ein Bruch durchzugehen, der aber nur eine Sprunghöhe von einigen Metern haben kann. Sein vermutlicher Verlauf ist NNW—SSO. Es ist sehr schwer, hier den Verlauf von Störungen festzulegen, da die Aufschlüsse in der Grube nicht überall vom Liegenden zum Hangenden durchlaufen. Ferner treten auch über der Haupterzschicht Kaolinlagen auf, was bei ungenügenden Aufschlußverhältnissen eine sichere Korrelation unmöglich macht. Feststehend ist jedoch, daß die hier auftretenden Brüche, den mehr oder weniger durchlaufenden Manganerzlagen nach zu schließen, eine nur ganz geringe Sprunghöhe haben können und kaum tief reichen dürften. Van Bemmelen schrieb 1949 von einem Bruch in der benachbarten Grube Kompeng, auf dessen Fläche unter anderem Baryt und Hämatit vorkommen sollten. Ich bezweifle, ob es möglich war, in diesem schwierigen Terrain eine Bruchfläche festzulegen. Es ist außerdem anzunehmen, daß die, wie oben auseinandergesetzt, wahrscheinlich vorhandenen Brüche nur kleine Öffnungen verursachten, die in dem liegenden Kaolin gewiß sofort geschlossen wurden und Thermalwässern somit der Weg versperrt wurde.

Fermor, 1909, gibt auf Seite 35 eine Liste der Begleitminerale der indischen Manganvorkommen an, unter welchen ebenfalls Hämatit und Baryt aufscheinen. Nach seinen Angaben ist Hämatit zweifellos supergener Entstehung, während Baryt von hypogenen, hydrothermalen Lösungen gebildet wurde. Baryt kann aber auch supergener Herkunft sein.

#### Altersverhältnis von Manganerz und Kaolin.

Die Bestimmung des relativen Alters von Manganerz und Kaolin erleichtert wesentlich die Frage nach ihrer Entstehung. Die Beweisführung mag stellenweise primitiv erscheinen, — Tatsache ist jedoch, daß die Argumente in der früheren Literatur teilweise übersehen wurden.

I. Bei Gleichaltrigkeit müßte angenommen werden, daß, falls die manganhaltigen Lösungen a) supergener Herkunft sind, dieselben gleichzeitig mit dem Absatz des Mangans genügend Tonerde und  $\text{SiO}_2$  in Lösung genommen haben, die in größerer Tiefe wieder abgesetzt wurden. Nach den Untersuchungen Thiels, 1927, S. 484, kann Tonerde nur dann in Lösung gehen, wenn der pH-Wert einer Lösung kleiner als 4,7 oder größer als 8,0 ist. Geht der Wert über, bzw. unter diese Zahlen, fällt die Tonerde aus. Es ist anzunehmen, daß die weggehenden Lösungen, die nunmehr an Stelle des Mangans hauptsächlich Tonerde und Kieselsäure mit sich führten, ihren pH-Wert beim Zusammentreffen mit dem Grundwasser veränderten und somit zumindest einen Teil ihrer Fracht verloren.

b) Bei Annahme hypogener Herkunft der Lösungen müßte sich durch Einwirkung der Tiefenlösungen erst Kaolin gebildet haben und durch diese Schichten hindurch die Manganlösungen gedrungen sein, welche die Manganoxyde absetzten. Abgesehen davon, daß der in der Hauptsache auftretende Pyrolusit zusammen mit Psilomelan nach Forrester, 1947, S. 137, und anderen Autoren, hydrothermale Herkunft der Lösungen ausschließen, haben auch Versuche Kohlers, 1903, S. 49, bewiesen, daß Metalle leicht alkalischer Lösungen nur in verschwindend geringer Menge durch Kaolin diffundieren. Gleichaltrigkeit von Kaolin und Manganerzen ist daher nur sehr untergeordnet und nur im Falle supergener Entstehung der Manganerze anzunehmen.

II. Ob der Kaolin älter oder jünger als die Erzlagerstätte ist, kann nunmehr leicht beantwortet werden. Ist er jünger, müßte hydrothermale oder pneumatolytische Entstehung angenommen werden, die ihre Spuren auch im Erzlager hinterlassen haben müßte. Solche Spuren sind jedoch nicht zu finden. Außerdem ist zu beachten, daß sich das Erz mit scharfer Grenze von dem unterlagernden Kaolin absetzt, und daß es am reinsten in seinen liegenden Partien ist, was auf Stauwirkung des Kaolins gegenüber von oben kommenden Lösungen zurückzuführen ist. Es bleibt also nur noch die Möglichkeit, daß der Kaolin supergen vor dem Manganerz gebildet wurde.

#### Genese der Manganerze.

Bereits aus dem vorigen Kapitel geht hervor, daß die Manganerze supergener Abkunft sein müssen. Hier seien noch einige weitere

Gründe dafür angeführt: Abbildung 3 zeigt, daß die Manganlinsen ungefähr parallel mit der Erdoberfläche verlaufen. Die gleiche Beobachtung ergab sich bei einem im Büro der A. I. M. E. in Bandung vorhandenen Profil der Manganerzlagerstätte Petodjok.

Fermor, 1909, S. 382, machte bereits die Beobachtung, daß die lateritoiden und lateritischen Manganvorkommen Indiens in Hügeln (hillocks) liegen.

Emmons, 1917, S. 81, schreibt, daß Erze, die durch Fällung entstanden sind, „eine auffällige Beziehung zur derzeitigen oder zu einer früheren Landoberfläche zeigen und im allgemeinen, jedoch nicht immer, zum Grundwasserspiegel.

Die Lagerstätten sind wahrscheinlich mächtiger unter Hügelkuppen, wo „the outcrop“ mächtig ist und der Grundwasserspiegel tiefer liegt als in Tälern. Ihre Minerale (dieser Art von Lagerstätten) sind jene, die unter Oberflächenbedingungen stabil sind, nämlich die sogenannten Endprodukte der Verwitterung — Eisenoxyde, Kaolin, Bauxit, Manganoxyde usw.“.

Nach den angeführten Beobachtungen und Literaturzitate ist also mit Sicherheit anzunehmen, daß die Manganerze supergener Abkunft sind.

#### Herkunft des Mangans.

Vogt veröffentlichte 1898 Analysenergebnisse über den durchschnittlichen Mangangehalt saurer, intermediärer und basischer Gesteine.

Saure Gesteine	232 Analysen	0·056% MnO <sub>2</sub>
Intermediäre Gesteine	180 Analysen	0·107% MnO <sub>2</sub>
Basische Gesteine	141 Analysen	0·123% MnO <sub>2</sub>

Nach Behrend, 1924, ist das Lösungsverhältnis von Mangan zu Eisen bei Einwirken kohlenensäurehaltiger Wässer auf mangan- und eisenhaltiges Gestein etwa 5:1, bei schwefelsauren Wässern 1:1. Henrich, 1910, S. 86, wies nach, daß bei Einwirken kohlenensäurehaltiger Wässer auf Basalt, MnO, CaO und FeO von allen Gesteinsbestandteilen am stärksten herausgelaut wurden. Für andere vulkanische Gesteine nahm er dasselbe an.

Bentang- und Djampangserie enthalten bedeutende Mengen an vulkanischen Gesteinen, hauptsächlich basischer Art, so daß man mit Fermin, 1951, nicht fehlgehen kann, diese als Lieferanten des Mangans anzusehen.

#### Lösung des Mangans.

Savage, 1936, hat dieses Thema sehr ausführlich behandelt. Er fand folgende Lösungsmittel als besonders aktiv bei der Lösung des Mangans (in der Reihenfolge ihrer Wirksamkeit):

1. Wässer mit freier Schwefel- oder Salzsäure,
2. Kohlensäurehaltige Wässer,
3. Moorwässer.

ad 1. Schwefelsäurehaltige Wässer kommen nach Savage, 1936, hauptsächlich in vulkanischen Gebieten vor. Durch Oxydation von



Sulfiden kann ebenfalls Schwefelsäure entstehen, worauf auch van Bemmelen, 1949. im Zusammenhang mit dem Erklärungsversuch der sedimentären Manganerzlagerstätte Kliripan (Ostjava) hinwies.

ad 2. Kohlensäurehaltige Wässer, die von den drei angeführten Lösungsmitteln die größte Verbreitung haben, können ihr Gehalt an Kohlensäure auf verschiedene Weise beziehen. Nach Högbom (zitiert in Clarke, 1924) soll vulkanische Tätigkeit hauptverantwortlich für den Gehalt der Luft an  $\text{CO}_2$  sein.

ad 3. Dieses Solvens wird wohl kaum allzusehr in Erscheinung getreten sein. Dagegen wohl Lösungen, die von oberflächennaher Verwesung organischen Materials abstammen (Moore and Maynard, 1929).

Savage, 1936, gibt an, daß bei Einwirken von „carbonated water“ auf Eisensulfid-hältigen Diabas sehr wenig Mangan in Lösung ging, weil das „carbonated water“ zuerst die leichter löslichen Sulfide angriff. Er hielt daher größere Mengen von  $\text{CO}_2$  für nötig, damit Mangan in bedeutenderem Maße in Lösung ginge. Nach van Bemmelen sind die Gesteine der Alt-Andesit-Formation häufig von Sulfiden, hauptsächlich Pyrit imprägniert. Die Ergebnisse Savages auf unsere Verhältnisse übertragen, bedeuten, daß die Sulfide die Lösung des Mangans durch  $\text{CO}_2$ -haltige Wässer geradezu verhindern. In der Hauptsache werden es daher wohl schwefelsaure Lösungen, entstanden durch Einwirken kohlensäurehaltiger Wässer auf Pyrit, gewesen sein, welche die Lösung des Mangans bewirkten.

Ob das Mangan in echter Lösung transportiert wurde oder in Solform, kann nicht entschieden werden. Der Literatur folgend, spricht sich ein Teil der Forscher für Transport in Solform, ein anderer für Transport als Bikarbonat aus.

### Der Weg der manganhaltigen Lösungen.

Nach Emmons, 1917, S. 46, existieren in der obersten Erdrinde zwei voneinander getrennte Wasserzirkulationen: a) die Zone der oberen Zirkulation, die bis zum Grundwasserspiegel reichen kann, und b) die Zone der tieferen Zirkulation, deren obere Begrenzung der Grundwasserspiegel ist. Welche von beiden Zirkulationen kann für die Bildung der Lager verantwortlich gemacht werden?

Leith, 1912, Simpson, 1912, Woolnough, 1918, Taylor, 1932, und vor allem Fox, 1928, beschreiben Profile, aus denen mehr oder weniger deutlich hervorgeht, daß die Oberfläche des Grundwasserspiegels in den beschriebenen Fällen mit der Obergrenze einer zusammenhängenden Schicht Kaolins zusammenfällt. Das Hangende dieser basalen Kaolinlage, das vermutlich ehemals auch Kaolin war, wird Prozessen unterworfen, deren markantester die Lateritisierung ist. Lateritisation ist ein Prozeß, der Peneplanation und Wechsel von Regen und Trockenzeiten voraussetzt. Auch in Burahol finden wir eine dicke, durchlaufende basale Kaolinschicht, darüber die Manganerze und darinnen in unregelmäßiger Verteilung, rot-, braun- und gelb gefleckten Kaolin, der nach oben

in roten Kaolin übergeht. Auch hier ist anzunehmen, daß die Hangendfläche der basalen Kaolinlage gleichzeitig die Obergrenze des Grundwasserspiegels war. Grundwasser war also bei der Entstehung des basalen Kaolinlagers maßgeblich beteiligt. Die Parallelität dieser Kaolinlage zur Landoberfläche erklärt sich dadurch zwanglos.

Ein Aufsteigen manganhaltiger Lösungen aus dem Grundwasser, wie sie Fermin für möglich hält, ist nicht anzunehmen, da derartig aufsteigende Lösungen, die ja die Lateritisierung herbeiführen, eher alkalisch sind, zumindest aber einen größeren pH-Wert als 4,7 haben. Dieser ist, wie angegeben, nötig, um die Tonerde in Lösung zu bringen, an deren Stelle das Mangan niedergeschlagen werden soll.

In den Tälern zwischen einzelnen Hügeln bei Karangnunggal ist in zahlreichen Aufschlüssen zu sehen, daß hier der Grundwasserspiegel knapp unter der Oberfläche liegen muß, da der Kaolin unmittelbar unter dem Humus und einer geringmächtigen, rot gefärbten Schicht zutagekommt. Es ist auffällig, daß Hügel gleichen Aussehens und gleicher Grundwasserverhältnisse in der Erzführung vollkommen verschieden sein können: Einerseits können reiche Erzlager auftreten, andererseits nur Spuren. Es ist denkbar, daß die Erzlösungen in solche Hügel nicht einwandern können, die von tieferen Tälern umgeben sind und wo daher der Grundwasserspiegels rings um den Hügel verhältnismäßig knapp unter der Erdoberfläche liegt.

#### Die Anreicherung des Mangans.

Für die Fällung des Mangans aus der leicht sauren Lösung ist als Grundbedingung — wie bereits erwähnt — Umschlag dieser Lösung zur Alkalinität nötig (Savage, 1936). In diesem Fall bilden sich die Hydroxyde von Mangan und Eisen, die bei Zunahme des Alkalitätsgrades gefällt werden.

Alkalinität kann unter verschiedenen Bedingungen entstehen:

1. Durch Kontakt der Lösungen mit Kalk (Savage, 1936, u. a.). In der nahegelegenen Manganerzlagerstätte Bebidjilan sind sehr reine Manganerzvorkommen in Riffkalk an der Grenze gegen benachbarte Andesitbreccien zu finden.

2. Durch Tätigkeit von Drahtbakterien, vor allem von *Crenothrix polyspora*, *Leptothrix ochracea*, *Cladothrix dichotoma* und *Clanothrix fusca* im Boden. Diese neutralisieren die freie Kohlensäure der Lösung und fällen selbst Mangan aus. Sie sind in Mooren, in lehmigen und manganhaltigen Böden weit verbreitet (Thiel, 1925, S. 309, Savage, 1936, S. 293).  $MnO_2$  wirkt als Katalysator auf die restliche Lösung, so daß nunmehr Mangan in verstärktem Maße gefällt wird.

3. Durch Alkalinität des Bodens infolge Vorhandensein von eisen- und manganhaltigen Aluminiumhydraten. Bei zahlreichen indischen Vorkommen scheint dieser Fall zutreffend zu sein.

4. Belüftung fördert das Zustandekommen von Manganniederschlägen. Fermor, 1909, S. 395, beschreibt ein Vorkommen von

Pyrolusit und Psilomelan auf Kalk unter einem Wasserfall des PENCHFLUSSES bei GHOPARA im DISTRIKT NAGPUR (INDIEN).

Für unseren Fall dürfte Punkt drei zutreffend sein. Es steht ferner zu erwarten, daß vor dem Absatz der Manganerze bereits Eisen; möglicherweise auch Mangankonkretionen vorhanden waren (siehe Limonit im Hangenden der Manganerze), die den Umschlag zur Alkalinität entweder herbeiführten oder halfen, ihn zu beschleunigen.

#### Die Entstehung des Kaolins.

Bekanntlich ist die Frage der Kaolinbildung noch heute umstritten, nachdem dieses Thema bereits im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts zur Diskussion gestellt wurde. Die Frage, um deren Lösung es ging, war: Ist die Entstehung des Kaolins durch Pneumatolyse, hydrothermale Wässer oder durch Verwitterung zu erklären? Neben extremen Vertretern der einen und der anderen Richtung, gibt es auch eine ganze Reihe von Forschern, die eine Bildung des Kaolins auf verschiedenen Wegen für möglich halten.

Nach dem Studium der einschlägigen Literatur zu schließen, scheinen zumindest folgende Möglichkeiten der Kaolinbildung vorhanden zu sein (Lindgren, 1915; Schwarz und Walcker, 1925; W. und W. E. Petrascheck, 1950, Allen, 1952, u. a.):

1. Pneumatolyse,
2. Hydrothermale Umwandlung feldspatreicher Gesteine,
3. Einwirken kalter saurer Oberflächengewässer,
  - a) Oberflächenverwitterung feldspatreicher Gesteine,
  - b) Zersetzung feldspatreicher Gesteine infolge Grundwasserzirkulation,
  - c) Einwirkung von Moorwässern auf feldspatreiche Gesteine.

Bei Kaolinlagern, die durch Pneumatolyse entstanden sind (Allen, 1946), ist zu beobachten, daß diese Lager vollkommen unregelmäßig geformt sind. Eigene Beobachtungen in einem Solfatarenfeld im Gebiete des Patuha Vulkans südwestlich von Bandung; ließen dieselbe Erscheinung bei sicher hydrothermal entstandenen Kaolinvorkommen erkennen. Es erscheint daher die Entstehung des Kaolins in und um Burahol auf Bedingungen zurückzuführen zu sein, die unter Punkt 3a und b angeführt wurden.

#### Das Alter der Manganerze.

Bei der Altersbestimmung der Erze müssen folgende Tatsachen in Betracht gezogen werden:

1. Als Lieferant des Mangans kommen miozäne Schichten in Frage.
2. Während des Pliozäns wurden in dem Gebiet der Lagerstätten keine marinen Sedimente mehr abgesetzt. Das Land war flach (van Bemmelen, 1949, S. 627).
3. Im Pleistozän wurde dieses Gebiet gehoben (van Bemmelen, op. cit., S. 627) und somit stärker der Erosion ausgesetzt.
4. Die Erzlinsen zeigen deutliche Beziehung mit der derzeitigen Oberfläche. Nachdem die Morphologie jung ist, müssen es die Erzlinsen ebenfalls sein.

Aus diesen Daten kann entnommen werden, daß das Alter der Erze höchstwahrscheinlich pleistozän ist. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß im alluvialen Schlick in der Nähe von Breslau bis 40 cm mächtige Nester von Mangan-Eisen-Erzen gefunden wurden (Beyschlag und Michael, 1907, S. 153). Die Dauer des Pleistozäns erscheint also zur Bildung der Manganerze ausreichend zu sein.

### Zusammenfassung.

Die oxydischen Manganerze von Burahol liegen, wie ähnliche Vorkommen in Indien, in der Kuppe eines Hügels und sind als Verwitterungslagerstätten anzusehen, die auf oxydationsmetasomatischem Weg entstanden sind. Voraussetzung für ihre Entstehung waren das Vorhandensein ausgedehnter Gebiete mit mächtigen vulkanischen Ablagerungen, bei deren Verwitterung manganhaltige Lösungen entstanden. Diese trafen auf ihrer Wanderung auf roten Kaolin, der im Beginnstadium der Lateritisierung war und in welchem Eisen- und vermutlich auch Mangankonkretionen vorhanden waren, welche Umschlag der Lösung zur Alkalinität bewirkten. Ein weiterer entscheidender Umstand war, daß der Grundwasserspiegel hier ziemlich tief lag. Es waren somit die Bedingungen für Niederschlag des Mangans aus den Verwitterungslösungen gegeben. Das Liegende der Manganerze besteht aus Kaolin, der vor der Bildung derselben durch Wirkung von Grundwasser entstand.

Für die Praxis ergibt sich folgendes: Manganlagerstätten dieser Type müssen gesucht werden, wo nachstehende Bedingungen gegeben sind:

1. Große Mengen manganführender Gesteine als Lieferanten der manganhaltigen Verwitterungslösungen.

2. Kein starkes Relief, sondern sanfte, abgerundete Geländeformen mit beginnender oder vollzogener Lateritisation. Mangan findet sich hier ausschließlich in Hügelkuppen.

Oder: 1. Wie oben.

2. Bedeutung des Reliefs zurücktretend. An Stelle des Laterites bzw. Kaolins im Beginnstadium der Lateritisation sind reine Kalkvorkommen zu suchen. Manganerze finden sich an der Grenze von nichtkalkigem Gestein zu Kalk.

### Literatur.

1. Allen, V. T., Sedimentary and volcanic processes in the formation of high aluminium clay. *Econ. Geol.* XLI, 1946.
2. — Petrographic relations in some typical bauxite and diasporite deposits. *Bull. of the Geol. Soc. of Am.* July 1952.
3. Arntzenius, W. O. P., Onderzoek naar kolen in de residentie Djokjakarta. *Naturkundige Tijdschr. v. Nederl. Indie* 1864.
4. Behrend, F., Über die Bildung von Eisen- und Manganerzen durch deren Hydroxydsole auf Verwitterungslagerstätten. *Z. f. prakt. Geologie*, 1924.
5. Behrend, F. und Berg, G., *Chemische Geologie*. Stuttgart 1927.
6. Bemmelen, R. M. van, Die verschiedenen Arten der Verwitterung der Silikatgesteine in der Erdkrinde. *Zeitschrift f. anorg. Chemie*, Bd. 66, 1910.
7. Bemmelen, R. W. van, *Geol. Survey Report* 10/g/40 (July—August 1940).
8. — Kort verslag van een tocht naar Karangnunggal ten Zuiden van Tasikmalaja van 16.—18. April 1940. Bericht bei der A. I. M. E.

9. Bemmelen, R. W. van, Localities of Manganese ores in the East Indies. Arch. Bur. of Mines, Bandung 42/z 2.
10. — Rapport betreffende het voorkomen van Mangaan en de economische betekenis van dit metal. Arch. Bur. of Mines, Bandung 42/ap 1.
11. — Manganese Deposits of Java. The Geology of Indonesia Vol. II. Economic Geology. Den Haag 1949.
12. Beyschlag-Krusch-Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Stuttgart 1921.
13. Beyschlag, F., und Michael, R., Über die Grundwasserverhältnisse der Stadt Breslau. Z. f. prakt. Geologie, 1907.
14. Campbell, J. M., Origin of the iron formation of the Mesabi Range (Discussion) Econ. Geol., XVIII, 1923.
15. Clark, J. D., und Menaul, P. H., Role of Colloidal Migration in ore Deposits. Econ. Geol., XI, 1916.
16. Clarke, F. W., Data of Geochemistry. Bull. 770. US Geol. Survey, 1924.
17. Cornu, F., Die Bedeutung gelartiger Körper in der Oxydationszone der Erz-lagerstätten. Z. f. prakt. Geologie, 1909.
18. Deiss, E., Über Bildung und Eigenschaften des kolloidalen Mangansuperdioxids. Kolloid. Zeitschr., 6, 1910.
19. Dieulafait, L., Origine et mode de formation de certains minerais de manganèse. Comptes Rendu, 101, p. 324, 1885.
20. Dijk, P. van., Geologische beschrijving der residentie Djokjakarta. Jb. Mijnw., I, 1872.
21. Edwards, M. G., The occurrence of Aluminiumhydrates in clays. Econ. Geol., X, 1915.
22. Emmons, W. H., The enrichment of ore deposits. Bull. 625, US Geol. Survey, 1917.
23. Fermin, P. G. H. A., Mangaanertsen op Java. Geologie en Mijnbouw, Februari 1951.
24. Fermor, L. L., The Manganese Ore deposits of India. Mem. Geol. Survey of India, XXXVII, 1909.
25. — Manganese. Rec. Geol. Survey of India, 64, 1930.
26. Fetzer, W. G., Humic Acid and true Organic Acids as Solvents of Minerals. Econ. Geol., XLI, 1946.
27. Foose, R. M., High Alumina Clays of Pennsylvania. Econ. Geol., XXXIX, 1944.
28. Forrester, J. D., Principles of Field and Mining Geology. New York 1947.
29. Fox, C. S., The Bauxite and aluminous Laterite. Mem. Geol. Survey of India, XLIX, Pt. 2, 1923—1928.
30. Frederickson, A. F., Mechanism of Weathering. Bull. of the Geol. Soc. of Am., Dez. 1951.
31. Freise, F. W., Die Entstehung einer Manganerzlagerstätte im tropischen Urwald. Metall und Erz 1933. Referiert in N. Jb., 1934.
32. — The „Terra Roxa“ in Sao Paulo, Brazil. Econ. Geol., XXIX, 1939.
33. Ginzburg, I. I., Radioactivity of the manganese ores as a geochemical indicator. Acad. Sci. U.R.S.S. B. Ser. geol., no. 2 p., 313—350.
34. Goldman, M. J. and Tracey, J. J., Relations of Bauxite and Kaolin in the Arkansas Bauxite Deposits. Econ. Geol., XLI, 1946.
35. Graton, L. C. and McLaughlin, D. H., Ore deposition and enrichment at Engels, California. Econ. Geol., XII, 1917.
36. Grout, F. F., The oxidation of Pyrite. Discussion of the Paper by A. N. Winchell, Econ. Geol., III, 1908.
37. Ham, W. L. and Oakes, M. C., Manganese Deposits of the Bromide District, Oklahoma. Econ. Geol., XXXIX, 1944.
38. Harrison, J. B., The Residual Earths of British Guiana commonly termed „Laterite“. Geol. Mag. VII, 1910.
39. Hayes, C. W., Manganese ores of the Carterville district, Georgia. U.S. Geol. Surv. Bull. 213, 1903.
40. — On the Gila River alum deposits. U.S. Geol. Surv. Bull. 315, 1907.
41. Henrich, F., Über die Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser auf Gesteine usw. Z. f. prakt. Geol. 18, 1910.
42. Junghuhn, F., Java. Den Haag 1854.

43. Leith, C. K. and Mead, W. J., The origin of the iron ores of central and northeastern Cuba. *Trans. Am. Inst. Min. Eng.* XLII, 1912.
44. Lenher, V., The oxidation of manganese solutions in presence of the air. *Econ. Geol.*, XI, 1916.
45. Leonard, R. J., The hydrothermal alteration of certain silicate minerals. *Econ. Geol.*, XXII, 1927.
46. Lindgren, W., The origin of Kaolin. *Econ. Geol.*, X, 1915.
47. — Gel Replacement, a new aspect of Metasomatism. *Proc. Nat. Acad.* II, no. 1, 1925.
48. — Metasomatism. *Bull. Am. Geol. Soc.* XXXVI, 1925.
49. — Mineral Deposits. New York 1933.
50. Logan, W. N., Kaolin of Indiana. Discussion by W. H. Bucher: *Econ. Geol.*, XVI, 1921.
51. Loughlin, G. F., Notes on Ground Water. *Econ. Geol.*, XIX, 1924.
52. Mallet, F. R., On lateritic and other manganese ore, occurring at Gosulpur, Jabalpur District, Central Provinces. *Rec. Geol. Surv. India.* XVI, 1883.
53. Mangan, Voorkomen en gebruik van Mangaanertsen. Verslagen en Mededeelingen betr. Ind. Delfst. en hare toepas. Batavia Nr. 5, 1918.
54. Martin, K., Vorläufiger Bericht über geologische Forschungen auf Java, Jogjakarta. *Samml. d. geol. Reichsmus. in Leyden Ser. I. Bd.*, IX, 1911—1914.
55. Mead W. J., Occurrence and origin of the Bauxite deposits of Arkansas, *Econ. Geol.*, X, 1915.
56. Miser, H. D., Manganese Carbonates in the Batesville district, Arkansas. *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 921, 1941.
57. Moore, E. S. and Maynard, J. E., Solution, Transportation and Precipitation of Iron and Silica. *Econ. Geol.*, XXIV, 1929.
58. Neumann, F. R., Origin of the cretaceous White Clays of South Carolina. *Econ. Geol.*, XXII, 1927.
59. Noll, W., Hydrothermale Synthese des Kaolins. *Miner. Petr. Mitt.* 45, H. 2—3, 1934.
60. Pardee, J. F., Manganese-bearing deposits near Lake Crescent and Humptulips, Washington. *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 795-A, 1927.
61. Petrascheck, W. und Petrascheck, W. E., Lagerstättenlehre. Wien 1950.
62. Ross, C. S. and Kerr, P. F., The kaolin minerals. *Prof. Paper* 165, U.S. Geol. Surv. 1931.
63. Savage, W. S., Solution, transportation and precipitation of manganese. *Econ. Geol.*, XXX, 1936.
64. Schwarz, R. und Walcker, R., Über die Genesis der natürlichen Aluminiumhydrosilikate. *Zeitschr. f. anorg. Chemie*, 145, 1925.
65. Shurtz, R. F., A hydrothermal kaolinite deposit in West-Texas. *Journal of Geol.* January 1951.
66. Simons, Dr. A. L., Report on an exploration tour in the sections Djember, Loemadjang and Malang. *Geol. Survey Report*, September 1940, 12/g/40.
67. Simpson, E. S., Notes on Laterit in Western Australia. *Geol. Mag.* IX, Dec. 5, 1912.
68. Smitheringale, W. V., Notes on etching tests and x-ray examination of some manganese minerals. *Econ. Geol.*, XXIV, 1929.
69. Spencer, A. C., Manganese Deposits of Santiago, Cuba. *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 213, 1903.
70. Steidtmann, E., A graphic comparison of the alteration of rocks by weathering with their alteration by hot solutions. *Econ. Geol.*, III, 1908.
71. Stokes, H. N., Experiments on the action of various solutions on pyrite and marcasite. *Econ. Geol.*, II, 1907.
72. Stose, G. W., White clays of southern Mountain, Pennsylvania. *U.S. Geol. Surv.*, 315, 1907.
73. Sullivan, E. C., The interaction between minerals and water solutions with special reference to geologic phenomena. *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 312, 1907.
74. Taylor, N. H., Soil processes in volcanic ash beds. *New Zealand J. Sci. and Tech.*, XIV, nos. 4 and 5, 1932.
75. Thiel, G. A., The manganese minerals, their identification and paragenesis. *Econ. Geol.*, XIX, 1924.

Analysenbild der Manganerzlagstätte Burahol

		pH	H <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub>	MgO	CaO	NiO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	Cl	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O	ZnO
Humus																				
Eisenhaltiger Kaolin	rotbraun	5.4	7.4	33.7	19.0	34.3	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
Kaolin	hell blaugrau mit rotgelben Flecken	5.0	5.3	27.3	6.4	59.2	+	-	0.5	0.6	-	-	-	0.5	-	-	+	-	-	-
Burahol 3	gelbbraun mit Quarz	-	-	0.6	18.7	78.6	-	+	+	0.5	-	-	++	+	-	1.1	+	-	-	-
Burahol 2	grauschwarz mit Quarz	-	-	0.6	-	29.4	-	66.3	+	2.9	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Burahol antiklinal	} Durchschnittswerte	-			2.15	17.0	74.2													
Burahol synklinal		-			2.5	5.85	84.1													
Burahol 1	dunkelgrau mit gelbbraun	-	-	-	5.3	2.1	-	90.2	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Kaolin	weiß mit dunklen Flecken	6.3	7.4	33.4	4.4	52.2	1.5	0.02	++	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-
Andesit-breccie																				

} unvollständige Analysen

- = nicht vorhanden  
 + = Spur  
 ++ = deutlich nachgewiesen, jedoch nicht quantitativ bestimmt  
 x In Burahol 1 ist auch 1.4% Mangan II Oxyd vorhanden

Die Tabelle stellt ein „chemisches Profil“ der Lagerstätte dar.

76. Thiel, G. A., Manganese precipitated by Microorganisms. *Econ. Geol.*, XX, 1925.
77. — The enrichment of Bauxite Deposits through the Activity of Microorganisms. *Econ. Geol.*, XXII, 1927.
78. Trenchove, S. A., The hydrothermal oxydation of manganese minerals. *Econ. Geol.*, XXI, 1926.
79. Udluft, H., Geologisch-chemische Untersuchungen über das Verhalten von Fe (OH)<sub>3</sub>-Sol, MnO<sub>2</sub>-Sol und Humussol gegen Karbonat, Bikarbonat und Ion. *Kolloid Z.* XXXIV, 1924.
80. Vassel, A., Eine neue Kaolin-Ton-Theorie und ihre Auswirkungen auf dem Gebiet der Keramik und Geologie. *Zentralbl. Min., Abt. A*, Nr. 10, 1936.
81. — Über die kaolinitische Verwitterung von Feldspatgesteinen. *Zentralbl. Min., Abt. A*, Nr. 1, 1936.
82. Verbeek, R. D. M. en Fennema, R., *Geologische Beschrijving van Java en Madoera*. Amsterdam 1896.
83. Vernadsky, W. J., *Geochemie in ausgewählten Kapiteln*. Leipzig 1930.
84. Vincent, M. V., Circulation du manganèse dans les eaux naturelles. *Compte Rendu*, 162, 1916.
85. Vogt, J. H. L., Über die relative Verbreitung der Elemente, besonders der Schwermetalle, und über die Konzentration des ursprünglich fein verteilten Metallgehaltes der Erzlagerstätten. *Z. f. prakt. Geol.*, 1898.
86. Weiss, F., Vorkommen und Entstehung der Kaolinerden des ostthüringischen Buntsandsteinbeckens. *Z. f. prakt. Geol.*, 1910.
87. Whitmann, A. R., The vadose Synthesis of Pyrites. *Econ. Geol.*, VIII, 1913.
88. Winchell, A. N., The oxidation of pyrite. *Econ. Geol.*, II, 1907.
89. Woolnough, W. G., The Physiographic Significance of Laterite in Western Australia. *Geol. Mag.*, V, 1918.
90. — Origin of White Clays and Bauxite and chemical criteria of penepplanation. *Econ. Geol.*, XXIII, 1928.
91. Wüst, E., Die Entstehung der Kaolinerden der Gegend von Halle an der Saale. *Z. f. prakt. Geol.*, 1907.
92. Zapffe, C., Deposition of Manganese. *Econ. Geol.*, XXVI, 1931.
93. — Catalysis and its Bearing on the origin of Lake Superior Iron-bearing Formation. *Econ. Geol.*, XXVIII, 1933.

Bandung, im März 1953.

Geologisches Institut der Universität von Indonesien.

## Teil II: Chemische Untersuchungsergebnisse der Manganzlagerstätte Burahol.

Die Manganzerde von Burahol liegen stellenweise zwischen zwei, sowohl äußerlich als auch in der Zusammensetzung deutlich verschiedenen Kaolinen. Der hangende Kaolin geht nach oben in rotbraunen, stark eisenhaltigen Kaolin über, der sich im Beginnstadium der Lateritisierung befindet und teilweise von Mangankonkretionen durchsetzt ist. Derartige Konkretionen fehlen sowohl im Hangend- als auch im Liegend-Kaolin.

Wir haben die Zusammensetzung der vorkommenden Erze und Kaoline qualitativ und was die wichtigsten Bestandteile betrifft auch quantitativ bestimmt. Bei der Auswertung der Analysen ergaben sich gewisse Gesetzmäßigkeiten, die anschließend besprochen werden sollen. Die Nomenklatur der Nichterze stützt sich auf die Ergebnisse röntgenographischer Untersuchungen.

Von den Kaolinen bestimmten wir den pH-Wert von wäßrigen Auszügen mit Hilfe von Oxypheinpapier. Die Analysen wurden nach der Schwefelwasserstoffmethode in verschiedenen wässrigen und Säureauszügen, sowie in mit Alkalikarbonat aufgeschlossenem Mate-



rial ausgeführt. Zur eindeutigen Bestimmung der einzelnen Ionen wurden verschiedene Tüpfelreaktionen herangezogen. Die quantitativen Bestimmungen wurden hauptsächlich gewichtsanalytisch ausgeführt. Die Resultate sind in der beigefügten Tabelle zusammengestellt.

Der Liegendkaolin ist kalkweiß mit dunkelrotbraunen Flecken und fühlt sich fettig an, ist dabei krümelig und läßt sich in der Porzellanschale zu einem gleichmäßig, violettrosa Pulver zerreiben. Der Mangan Gehalt dieses Kaolins, der uns wegen der dunklen Flecken besonders interessierte, wurde kolorimetrisch nach der Permanganatmethode bestimmt.

Die Röntgenanalyse bestätigte unsere Vermutung, daß der Kaolin neben viel Kaolinit noch freien Quarz enthält.

	Theoretische Werte für Kaolinit	Liegendkaolin	Röntgenanalyse
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39·5 %	33·4 %	Hauptsächlich Kaolinit mit viel Alpha-Quarz
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	4·4 %	
SiO <sub>2</sub>	46·5 %	52·2 %	
TiO <sub>2</sub>	—	1·5 %	
H <sub>2</sub> O	14·0 %	7·4 %	

Direkt über diesem Kaolin liegt das weiche Manganerz Burahol 1. Es besteht aus dunkelgrauem, sehr stark abfärbenden Pyrolusit, der durchsetzt ist von bräunlichen, nicht abfärbenden dünnen Psilomelanbändern. Die beiden folgenden Analysen „Burahol synklinal“ und „Burahol antiklinal“ stammen nicht aus unserem Laboratorium. Es sind Durchschnittswerte von Analysen, die vor längerer Zeit im Laboratorium des staatlichen Bergbauamtes in Bandung im Auftrage der Firma A. I. M. E. ausgeführt wurden. Es handelt sich um Analysen von Erzproben, die im gleichen Vertikalabstand vom liegenden Kaolin, jedoch einmal über einer Synklinale und das anderemal über einer Antiklinale des Liegendkaolins genommen wurden. Diese Analysen zeigen deutlich, daß innerhalb der Lagerstätte seitliche Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Erzhaubtbestandteile, nämlich MnO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und SiO<sub>2</sub> bestehen. Diese Unterschiede stehen wahrscheinlich in nahem Zusammenhang mit dem Vorhandensein von Synklinalen und Antiklinalen in der basalen Kaolinlage. Ob diese Unterschiede jedoch primär bereits bei der Genese der Lagerstätte entstanden sind, oder erst sekundär, kann nicht angegeben werden. Die folgende Analyse Burahol 2 wurde wieder in unserem Laboratorium ausgeführt. Das Erz verrät bereits äußerlich, daß es kein oder nur sehr wenig Eisen enthält. Es besteht aus grobkristallinem Pyrolusit, der stellenweise mit Quarzbändern abwechselt oder auch Quarz in unregelmäßiger Verteilung enthält. Vereinzelt ist erdiger, stark abfärbender Pyrolusit vorhanden. Über dem Manganerz Burahol 2 liegt das gelbbraune „Eisenerz“ Burahol 3, das nur Spuren Mangan enthält und von feinen Quarzadern durchsetzt ist. Es scheint sich hier ursprünglich um ein mit Quarz durchsetztes Kalziumsilikat zu handeln, in welchem der größte Teil des Kalkes durch Eisen III Oxyd ersetzt

wurde. Die Probe läßt sich mit dem Hammer zerschlagen und im Messingmörser zu feinem Pulver zerreiben. Über dem „Eisenerz“ Burahol 3, das nicht durchlaufend vorhanden ist, folgt örtlich wieder Kaolin. Sein Grundfarbton ist hellbläulich-grau. Darin sind gelbliche und braunrote dünne Bänder und unregelmäßige Flecken der gleichen Farbe zu finden. Die Struktur ist feiner als die des liegenden Kaolins. Er ist ferner deutlich magerer als der untere. Wie die Analyse zeigt, enthält er mehr  $\text{SiO}_2$  als der Liegendkaolin. Die Röntgenuntersuchung ergab ebenfalls das Vorhandensein von Kaolinit und Alpha Quarz.

Dieser Kaolin geht nach oben in dunkelrotbraunen, sehr stark eisenhaltigen Kaolin über. Das Material dieser Probe war so feucht, daß es erst in der Sonne getrocknet werden mußte, worauf es sich leicht zu einem feinen Pulver zerreiben ließ. Dieses wurde nun im Trockenschrank bei  $110^\circ$  bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Hierauf bezieht sich der Wassergehalt von 7.4%. Mangan wurde in der untersuchten Probe nicht gefunden. Dagegen wiesen andere nicht näher untersuchte Proben eine große Anzahl von Mangankonkretionen auf. Alle diese stark eisenhaltigen Kaoline sind stark sauer. Von ihnen wurden drei Röntgenanalysen durchgeführt, die nur das Vorhandensein von Kaolinit und Quarz ergaben. Dem niederen Gehalt an  $\text{SiO}_2$  und dem hohen Gehalt an Eisen nach zu schließen, handelt es sich hier um „Kaolin im Beginnstadium der Lateritisierung“. Die gesamte Lagerstätte enthält nach den untersuchten Proben zu schließen, in allen Teilen mehr oder weniger freien Alpha-Quarz. Ferner ist mit Ausnahme des Erzes „Burahol 2“, das fast oder ganz eisenfrei ist, in allen Proben Eisen in dreiwertiger Form vorhanden. Titan ist in den Kaolinen vorhanden, fehlt jedoch in den Erzen.

Die Analysen wurden in unserem Laboratorium von den Damen Lim Gin Heng und Masnah Badwi und von den Herren Tan Sip Ie, Isjrin Nurdin und Friso Willeboordse ausgeführt. Die Röntgenanalysen der Kaoline verdanken wir der Liebenswürdigkeit des Leiters der staatlichen Materialprüfanstalt in Bandung, Herrn Dipl.-Ing. A. A. H. Gaster, der Herrn A. J. van Bergen beauftragte, mit dem der Anstalt gehörenden Norelco Röntgen-Beugungs-Apparat von der North American Philips Co. Inc., die Untersuchungen durchzuführen.

Bandung, im März 1953.

Aus dem Anorganisch-chemischen und physikochemischen Institut der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität von Indonesien.