

## **Die Rohstoffbasis der Stahlindustrie Nordostindiens**

**VON**

**WALTER ALEXANDER SCHNITZER**

Mit 1 Karte, 5 Figuren und 1 Tabelle

### **I. Einleitung**

Obgleich die Indische Union überaus reich an den für die Stahlindustrie notwendigen Rohstoffen ist, wurden erst nach der Selbständigkeit im Jahre 1947 die Bodenschätze des Landes systematisch prospektiert und der Schwerindustrie zugänglich gemacht. Die Teilung des Subkontinentes in die Indische Union und Pakistan erbrachte für Indien fast alle Bergbaureviere und die notwendige Rohstoffbasis für die Schwerindustrie. Vor der Unabhängigkeit verfügte Indien über eine bescheidene Eisen- und Stahlindustrie. Von dieser wäre in allererster Linie die Tata Iron & Steel Company (TISCO) mit ihrem Schwerpunkt in Jamshedpur (Tatanagar) zu nennen. Dieses Stahlwerk ist hervorragend organisiert und verfügt selbst über bedeutende Rohstoffvorkommen. Neben dem Tata-Konzern bestanden Stahlwerke in Burnpur (West-Bengalen) und Bhadravati (Mysore), die der Indian Steel Company und der Iron & Steel Company in Mysore angehören.

Im Jahre 1961 hatte ich Gelegenheit, zahlreiche Eisen-, Mangan- und Kohlelagerstätten in Zentral- und Nordost-Indien zu untersuchen. 1963, 1964 und 1967 konnte ich mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der an dieser Stelle für die finanzielle Hilfe der besondere Dank ausgesprochen werden soll, längere Forschungsreisen in Süd- und Zentralindien unternehmen, um die geologischen Verhältnisse in den Purana-Schichten Süd- und Zentralindiens zu untersuchen. In diesen Gebieten liegen zum Teil auch die industriell wichtigen Kalkstein- und Dolomitvorkommen für die Stahlindustrie Indiens.

Die systematische geologische Erforschung der indischen Rohstoffe nach 1947 durch den Geological Survey in Calcutta sowie die Geologen der staatlichen Stahlwerke und der Privatindustrie erbrachte enorme Vorräte an Eisen- und Manganerzen in Zentralindien. Ebenso zeigte sich, daß die Gondwana-Kohlen in West-Bengalen, Madhya Pradesh und Orissa außerordentlich weit verbreitet sind. Leider ist von diesen Kohlen nur ein Teil verkokbar und somit für die neu gegründete Stahlindustrie zu verwenden. Die aufgefundenen Rohstoffvorkommen führten letztlich zur Gründung der drei staatlichen Stahlwerke Indiens, nämlich Rourkela, Bhilai und Durgapur, die der Hindustan Steel Limited (HSL) unterstehen. Der zeitlichen Reihenfolge nach wurde zuerst Rourkela mit Hilfe der Bundesrepublik, dann Bhilai mit technischer und finanzieller Unterstützung der UdSSR und schließlich Durgapur mit Hilfe eines Konsortiums britischer Firmen und Banken erbaut. Das vierte Stahlwerk in Bokaro soll nach dem Scheitern der Verhandlungen mit den Vereinigten Staaten nunmehr ebenfalls von der UdSSR erstellt werden. Ehe im einzelnen die Rohstoffvorkommen Nordostindiens behandelt werden, soll ein Überblick über die bestehenden privaten und staatlichen Stahlwerke, ihre heutige Produktion und ihre Erweiterungsprogramme gegeben werden.

## II. Die Stahlwerke Indiens (Planung, Produktion und Erweiterungsprogramm)

### 1. Die private Stahlindustrie

Vor der Selbständigkeit Indiens waren ausschließlich private Firmen wie Tata, Indian Steel Company und Iron & Steel Company in Mysore die Erzeuger von Roheisen und Stahl. Von diesen Konzernen ist vor allem Tata zu nennen, der sich nicht nur hinsichtlich der Produktion, sondern auch für die Exploration der Rohstoffvorkommen in Indien eingesetzt hat. So nimmt es kaum Wunder, daß heute mit die qualitativ und quantitativ besten Vorkommen den privaten Konzernen, insbesondere der TISCO, gehören. Die Familie Tata hat schon um die Jahrhundertwende die wichtigen Eisen- und Manganerzvorkommen Indiens erforscht und sich frühzeitig die Schürfrechte gesichert. Die staatlichen Stahlwerke konnten erst wesentlich später mit der Exploration der Lagerstätten beginnen und haben auch nicht immer die günstigste Wahl für ihre Rohstoffvorkommen getroffen. Auf dem privaten Sektor arbeiten die Hüttenwerke, wie wohl überall, einfacher und rationeller als die staatlichen. Allenthalben wird im Bereich der privaten Industrie Indiens heute eine Erhöhung der Eisen- und Stahlproduktion angestrebt. Mit Genehmigung der Zentralregierung geht die Iron & Steel Company in Burnpur daran, eine Erweiterung des Werkes vorzunehmen. Ebenso wurde Tata in Jamshedpur aufgefordert, seine Anlagen im dritten und vierten Jahresplan weiter auszudehnen. Schon von 1956 bis 1960 hatte die TISCO ihre Kapazität auf fast 2 Mill. t Rohstahl jährlich erhöht. Obgleich das den Aktionären erhebliche Einbußen gebracht hat, hat sich *J. R. D. Tata* als Aufsichtsratsvorsitzender der TISCO bereit erklärt, weiterhin zu expandieren. Die Kapazität der TISCO soll von 2 auf 3 Mill. t Rohstahl jährlich — wahrscheinlich bis 1971 — erhöht werden. Außer der TISCO soll die Iron & Steel Company in Burnpur demnächst von 1 auf 2 Mill. t erweitern. Ob die angestrebten Produktionsziffern sinnvoll sind und erreicht werden, bleibt abzuwarten.

Insgesamt gesehen stellen die privaten Stahlwerke heute im Rahmen der Roheisen- und Stahlerzeugung einen sehr beachtlichen Faktor dar, zumal sie im Gegensatz zu den staatlichen Werken rationeller arbeiten und vorausschauend planen.

### 2. Die staatliche Stahlindustrie

#### a) Rourkela

Das erste der indischen Stahlwerke wurde in Rourkela mit Hilfe der Bundesrepublik Deutschland errichtet. Rourkela, an der Bahnlinie Kalkutta-Bombay und am Zusammenfluß von Koel und Sankh gelegen, ist rohstofforientiert. Das ehemalige Busch- und Steppengebiet ist nach

der Erstellung des Stahlwerkes zu einem bedeutenden Schwerindustrienzentrum geworden. Rourkela kann als das modernste Stahlwerk Asiens angesehen werden.

Die Vorarbeiten für das Stahlwerk reichen bis in den ersten Fünfjahresplan zurück. In dieser Zeit schloß die indische Regierung mit den Firmen Krupp und Demag einen Beratungsvertrag über den Bau eines Hüttenwerkes mit einer Leistung von 500 000 t Stahl pro Jahr ab. Bei der Aufstellung des zweiten Fünfjahresplanes, dessen Schwergewicht auf dem Ausbau der Eisen- und Stahlindustrie lag, wurde die Nennleistung sofort auf 1 Mill. t pro Jahr nominiert. Bei der Planung wurde Wert darauf gelegt, das Stahlwerk von der Wohnsiedlung zu trennen. So ist die Wohnstadt durch eine bis zu 100 m hohe Hügelkette aus präkambrischen Konglomeraten und Quarziten, die der Gangpur-Serie angehören, von dem Stahlwerk abgegrenzt (Abb. 1). Die Hügel bieten bei den vorherrschenden südwestlichen Winden Schutz vor dem Rauch und den Abgasen des Hüttenwerkes. Die Wohnsiedlung wurde in 20 Sektoren aufgeteilt. Dazwischen liegen weiträumige freie Flächen, die ursprünglich „parkartig“ angelegt werden sollten. Der Verkehr vom Stahlwerk zur Wohnsiedlung verläuft über eine großzügig angelegte Ringstraße, die durch zwei natürliche Einschnitte in der Hügelkette von Nord nach Süd geleitet wird. Das für die Versorgung notwendige Wasser wird aus dem Sankh, dem Koel und aus Bohrungen gewonnen. Die für das Stahlwerk benötigte elektrische Energie wird vom Kraftwerk Hirakud geliefert. Hier wird der Mahanaddi mit einem über 5 km langen Damm aufgestaut.

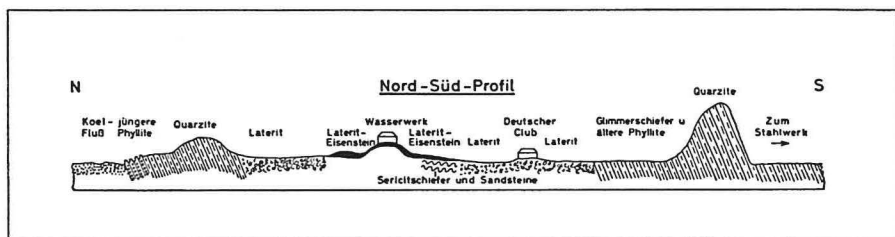


Abb. 1. Geologisches Profil vom Koel über die Wohnsiedlung Rourkela bis zur Quarzit-Hügelkette

Im Gegensatz zu anderen Stahlwerken wird in Rourkela 75 % Sauerstoff- und Blasstahl nach dem LD-Verfahren und 25 % SM-Stahl erzeugt. Gegenüber dem alten Verfahren hat das LD-Verfahren große wirtschaftliche Vorteile. Dem Bedarf entsprechend ist das Werk auf Stahlplatten, Grob-, Mittel- und Feinbleche ausgelegt. Für den Bau des Stahlwerkes hatten im Gegensatz zu Bhilai 35 deutsche Großfirmen Haupt- und Direktverträge mit der indischen Regierung abgeschlossen.

Die zur Errichtung des Rourkela-Werkes erforderliche Summe wurde ursprünglich auf 1280 Mill. Rupies geschätzt. Durch die zunehmende Teuerung wurde die kalkulierte Summe um 30 % überschritten, so daß sich die Gesamtkosten des Projektes auf über 1,5 Mrd. DM beliefen.

Bei einem sehr modern ausgestatteten Stahlwerk, wie es in Rourkela errichtet wurde, konnten Rückschläge, auf deren Ursachen hier nicht eingegangen werden soll, nicht ausbleiben. Fest steht lediglich, daß im Gegensatz zu Bhilai die Nennleistung in Rourkela viele Jahre nicht erreicht werden konnte. Erst im August 1964 konnten nach den Religionsunruhen, die sich auf den Betrieb des Werkes sehr schädlich ausgewirkt hatten, gute Produktionen erzielt werden, wobei allerdings nur zwei Hochöfen gefahren wurden. Auch an Ammoniak, der als Grundstoff für das Düngemittelwerk Rourkela erzeugt wird, konnten überdurchschnittlich hohe Produktionen erreicht werden.

Rourkela liegt nahe den großen Eisenerzlagerstätten des Bonai-Distriktes. Ebenso sind Mangan- und Chromerze in unmittelbarer Nähe. Von Barsua wird das Erz mittels einer 31 Meilen langen Erzbahn nach Rourkela transportiert. Die Kokskohle kommt aus den westbengalischen Feldern von Kargali (75 % des Bedarfes), Bokaro und Iharia (25 % des Bedarfes). Den größten Teil des benötigten Kalkes liefert der Steinbruch von Purnapani, nördlich von Rourkela, aus dem archaischen Gangpur-System. Der benötigte Dolomit muß auf Grund der besonderen Anforderungen aus dem Chhattisgarh-Becken in Madhya Pradesh und aus den Gruben bei Bardawahr, an der Bahnlinie Bilaspur-Rourkela gelegen, über eine Entfernung von 300 km beschafft werden (Abb. 2).

Im Vergleich zu den anderen Stahlwerken der HSL hat Rourkela zweifellos mehr Schwierigkeiten bereitet, während Bhilai von vornherein zuverlässig und rentabel gearbeitet hat. Dabei muß man aber bedenken, daß Bhilai ein Objekt ist, das in ähnlicher Ausführung schon öfters erstellt wurde und von technischer Seite her mit nicht allzu großen Risiken belastet war. Während Bhilai und Durgapur auf schwere und mittelschwere Produkte ausgelegt sind, erfordert die Herstellung von Bandstahl und Blechen in Rourkela unvergleichlich mehr technischen Aufwand. Auch Durgapur hatte ähnliche Schwierigkeiten bereitet. Auf längere Zeit gesehen wird Rourkela trotz aller Rückschläge und Mißlichkeiten, die durch die Presse nicht immer in objektiver Form wiedergegeben wurden, das modernste Stahlwerk Asiens bleiben. Moderne Stahlwerke benötigen zwangsweise eine längere Anlaufzeit und vor allem eine längere Beratung und Führung durch erfahrene Fachleute, wobei man den Experten mehr Entscheidungsgewalt einräumen sollte.

Inzwischen hat Rourkela die Garantieleistung überschritten und wirft von allen staatlichen Stahlwerken den größten Gewinn ab. Im

Finanzjahr 1964/65 wurde von der HSL ein Reingewinn von 45. Mill. Rupien verzeichnet. Dazu hat Rourkela allein mit „35 Mill. Rupien“ beigetragen, während Durgapur 5,6 Mill. und Bhilai 3,8 Mill. Rupien Reingewinn erbrachte. Auf lange Sicht gesehen wird Rourkela nicht nur die Garantieleistungen überschreiten, sondern auch größere Gewinne bringen als die übrigen staatlichen Werke.

Im Zuge der Erweiterung der indischen Stahlwerke wird Rourkela zur Zeit auf eine Kapazität von 1,8 Mill. t ausgelegt; bis 1971 soll die Produktion auf 2,5 Mill. t erweitert werden. Ob dies möglich und sinnvoll ist, wird die weitere Entwicklung auf dem Stahlsektor zeigen.

#### b) Bhilai

In der zeitlichen Reihenfolge wurde nach Rourkela das Hüttenwerk Bhilai mit technischer und finanzieller Unterstützung der UdSSR erstellt. Bhilai liegt ebenso wie Rourkela an der Bahnstrecke Kalkutta-Bombay, 150 Meilen von Nagpur entfernt (Abb. 2). Am 2. April 1956 wurde in Neu-Delhi der Lieferungsvertrag mit den verantwortlichen Fachleuten der UdSSR unterzeichnet. Die Gesamtkosten für das Projekt wurden mit 1,15 Mrd. Rupien veranschlagt. Die von der UdSSR gestellte Ausrüstung in Höhe von 550 Mill. Rupien basiert auf einem Kredit, der in zwölf gleichen Jahresraten zurückgezahlt werden soll.

Das Hüttenwerk war ursprünglich mit drei, nunmehr mit sechs Hochöfen ausgestattet und produziert Rohstahl für Schienen, schwere und mittelschwere Gerüste, Schwellen und Stangen. Bhilai wurde für eine Nennleistung von 1 Mill. t installiert. Das ausgezeichnet arbeitende Werk hat schon frühzeitig die Nennleistung auf dem Gebiet der Roh-eisen-, Flußstahl- und Schienenproduktion überschritten. Die Jahresproduktion soll auf 1,8 Mill. t bis 1971 sogar auf 4 Mill. t erweitert werden. 1967 produzierte Bhilai 1,8 Mill. t.

Ähnlich wie Rourkela liegt Bhilai in unmittelbarer Nähe großer Eisen- und Manganerzvorkommen. Die präkambrischen Eisenerze, die für die Versorgung von Bhilai herangezogen werden, liegen südlich von Durg im Bereich der Dhalli- und Rajhara-Bergzüge, 90 km von Bhilai entfernt (vgl. Abb. 2). Die erforderlichen Kohlen kommen aus Westbengalen, hauptsächlich von den schon bei Rourkela erwähnten hochwertigen Kokskohlevorkommen bei Iharia, Kargali und Raniganj, 725 km von Bhilai entfernt. Nördlich des Hüttenwerkes liegen in 26 km Entfernung große Vorräte an Kalkstein und dolomitischem Kalk, die bei Nandini abgebaut werden. Gleichfalls dem Purana-System im Chhattisgarh-Becken gehören die bedeutenden Dolomitvorkommen bei Hirri-Kharkhena und Dhauranbata, unfern Bilaspur gelegen, an. Diese Dolomitlager versorgen nicht nur Bhilai, sondern auch Rourkela und Durgapur mit hochwertigem Dolomit; sie liegen 210 km nördlich Bhilai.

Die Gesamtplanung von Bhilai ist ähnlich den anderen Stahlwerken. Das Hüttenwerk ist von der Wohnsiedlung Bhilainagar getrennt, um möglichst wenig Belästigung durch Rauch und Abgase zu haben. Die Bevölkerung beträgt rund 100 000 Einwohner. Im Gegensatz zu Rourkela, dessen Wohnsiedlung einst einen hervorragenden Eindruck machte, inzwischen aber stark indisch überprägt wurde, ist das Wohngelände von Bhilai außerordentlich gepflegt und durch eine wunderschöne Parkanlage vervollständigt. Das notwendige Wasser stammt aus den Tandula- und Gondli-Tanks, 56 km südsüdwestlich Bhilai gelegen.

#### c) Durgapur

Als letztes Stahlwerk unter der Aufsicht der HSL wurde Durgapur von einem Konsortium britischer Firmen und Banken errichtet. Durgapur liegt 110 Meilen von Kalkutta entfernt, an der Eisenbahnstrecke Kalkutta-Delhi (vgl. Abb. 2). Im Gegensatz zu Bhilai und Rourkela, die in unmittelbarer Nähe der Eisen- und Manganerzlagertstätten errichtet wurden, liegt Durgapur inmitten der westbengalischen Kohlefelder. Für Durgapur müssen Eisenerz, Manganerz und Zuschlagstoffe aus größerer Entfernung herantransportiert werden; dafür entfällt der häufig zum Engpaß werdende Kohletransport über große Strecken.

Das Hüttenwerk ist auf mittelschwere Produkte, wie Räder, Achsen und Halbfertigprodukte ausgelegt. Durgapur soll im Zuge der Erweiterung auf eine Jahresleistung von 1,6 Mill. t gebracht werden. Bis 1971 hofft man, die Produktion auf 3 Mill. t steigern zu können, was kaum wahrscheinlich sein dürfte. Außerdem ist beabsichtigt, für das Hüttenwerk das rationellere LD-Verfahren einzuführen.

#### d) Das Projekt Bokaro und die weitere Planung

Schon 1963 war die Errichtung eines vierten staatlichen Stahlwerkes in greifbare Nähe gerückt. Nach Rourkela, Bhilai und Durgapur sollte Bokaro ursprünglich von einer amerikanischen Gruppe unter Führung der United States Steel Corporation gebaut werden. Es bestand die Absicht, das Werk nicht mehr der HSL — die ohnehin mit den anderen bestehenden Werken überlastet ist — zu unterstellen. Die Kapazität war auf 1,4 Mill. t veranschlagt, um später in zwei Stufen auf 4 Mill. t erweitert zu werden. Wohl durch Erfahrungen in Rourkela gewarnt, bestanden die Amerikaner darauf, das Hüttenwerk zehn Jahre lang von amerikanischem Personal leiten zu lassen. Bei einem komplizierten Werk, wie es Bokaro werden soll, war dieser Wunsch sicher nicht ungerechtfertigt, da eigenes indisches Personal über längere Zeiträume erst ausgebildet werden muß und nicht von den bestehenden Stahlwerken abgezogen werden kann. Für die Errichtung des Projektes rechnet man allein mit 20 000 indischen Arbeitern. Die gescheiterten



Abb. 2. Rohstoffvorkommen und Stahlwerke Zentral- und Nordostindiens

Verhandlungen mit den USA beruhten nicht nur auf den von Indien nicht angenommenen Forderungen der Amerikaner, sondern auch auf den Schwierigkeiten, die der damalige Präsident *Kennedy* — der sich besonders für Bokaro einsetzte — mit dem Repräsentantenhaus hatte. Einer der Hauptpunkte, die Bokaro schließlich zu einem Politikum werden ließen, war eine Kommission unter Führung von General *Clay*, die keine Entwicklungshilfe für solche Unternehmen der öffentlichen Hand zulassen wollte, die in gleicher Weise von Privatunternehmern erstellt werden könnten. Auch die Argumentation von *J. R. D. Tata*, dem führenden Mann der privaten Stahlindustrie Indiens, solche Werke könnten nur mit staatlicher Hilfe erbaut werden, fruchteten nicht. Damit zogen sich die Vereinigten Staaten endgültig von dem geplanten Werk zurück. Ob dieser Schritt politisch klug war, mag dahingestellt sein. Amerika ist der größte Kapitalgeber für Indien. Im Gegensatz zu anderen Nationen engagiert sich Amerika an vielen kleinen Projekten mit großen Kosten, die im Gesamtbild nicht so in Erscheinung treten wie große Werke, die mit geringerem Aufwand als Meilensteine der indischen Industrialisierung ins Auge fallen.

Etwas überraschend kam der Entschluß der UdSSR, die Errichtung für Bokaro zu übernehmen. Nach langwierigen Verhandlungen zwischen Indien und der UdSSR wurde Ende Januar 1965 der Bau des neuen Stahlwerkes vertraglich festgelegt. Rußland bestand darauf, die Durchführung und den Bau in die Hände russischer Fachleute zu legen. Die indischen Ansichten gingen dahin, möglichst viel indische Kräfte einzuschalten und einen großen Teil des benötigten Materials in Indien selbst herzustellen. Der jetzige Vertrag sieht vor, daß nun doch Indien weitgehend verantwortlich zeichnen soll. Im Gegensatz zu dem ausgezeichnet arbeitenden Werk in Bhilai, das in seiner Konfiguration einfach gestaltet ist, will die UdSSR in Bokaro ein hochmodernes, mit Rourkela vergleichbares Werk errichten.

Schließlich ist noch ein fünftes großes Hüttenwerk geplant, das ein anglo-amerikanisches Konsortium vielleicht erstellen wird. Zur Zeit bestehen erhebliche Differenzen über den Standort dieses Werkes.

Außer den großen Werken tendiert man im vierten Plan zur Errichtung kleinerer Stahlwerke. Als Standorte wurden Goa, Salem und Vizakhapatnam genannt. Die geplanten Stahlwerke sollen wahrscheinlich mit Niederschachtöfen ausgestattet werden, in denen vor allem minderwertige Kohle verwendet werden kann.

Die einheimische Produktion an Fertigstahl von etwa 6 Mill. t erhoffte man mit Hilfe der Erweiterung bestehender Werke und dem Bau neuer bis 1971 auf 17 Mill. t zu erhöhen. Bis zum Jahr 1975 soll sogar eine Produktionskapazität von 35 bis 40 Mill. t erreicht werden. Inzwischen hat man von einer Kapazitätserhöhung auf 17 Mill. t im

vierten Fünfjahresplan abgesehen und begnügt sich mit 14 Mill. t. Die verringerte Nachfrage an Fertigstahl und die Tatsache, daß der Stahlbedarf Indiens für die nächsten Jahre kaum 10 Mill. t überschreiten wird, läßt die Erhöhung der Produktion im besonderen Licht erscheinen. Auch die oft nicht zufriedenstellende Qualität des Stahls und die Preisgestaltung spielen für den Export eine ausschlaggebende Rolle. Es ist sinnlos, die Kapazität der Hüttenwerke zu erweitern, wenn weder der Absatz im Lande gesichert ist noch die Chance besteht, exportieren zu können. Gesteckte Ziele mit 35 bis 45 Mill. t bis 1975 sind völlig unrealistisch.

Für die hier umrissene Stahlindustrie bedarf es entsprechend großer Rohstoffvorkommen. Nicht minder wichtig ist die Lage inmitten eines möglichst dichten Absatzgebietes, was in vielen Fällen nicht gegeben ist.

Angesichts der möglichen Expansion erhebt sich die Frage, inwieweit die Rohstoffvorkommen Zentral- und Nordostindiens für derartige Projekte auf längere Zeit ausreichen. Dazu sei der geologische Bau Peninsula Indiens kurz umrissen.

### III. Der geologische Bau Peninsula Indiens

Der Subkontinent Indien baut sich aus drei großen geologischen und natürlichen Einheiten auf: 1. dem alten indischen Schild oder Peninsula, 2. der nach Norden den indischen Schild begrenzenden Alluvialebene des Indus-Ganges-Systems, 3. dem jungen Faltengebirge des Himalayas. Für die Rohstoffversorgung der indischen Stahlindustrie spielt das junge Orogen im Norden und die mächtigen Alluvialaufschüttungen des Indus-Ganges-Systems keine Rolle. Um so größer ist die Bedeutung des alten indischen Schildes mit seinen Rohstoffquellen.

Die Deccan-Scholle wird etwa zur Hälfte von archaischen Gneisen und Schiefern und präkambrischen Sedimenten aufgebaut, die verschieden stark metamorphosiert sind. Der übrige Teil Peninsulas wird von Gondwana-Schichten überdeckt und im Westen von einem der größten Lava-Ergüsse dem „Deccan-Trapp“, der zeitlich zwischen der Oberkreide und dem Oligozän einzustufen ist.

Das Archaikum streicht vom Cap Comorin über Madhya Pradesh und Bihar unter der Gangesebene bis in das Plateau von Assam einerseits und andererseits von Mysore unter dem Deccan-Trapp nach Gujarat und Rajasthan. Die stratigraphisch-tektonische Aufschlüsselung der archaischen Gesteine, die sich aus einer äußerst heterogenen Folge von Gneisen, hochmetamorphen Sedimenten, Charnokiten und Graniten zusammensetzen, bereitete sehr große Schwierigkeiten. Erst die in den letzten 20 Jahren durchgeführten absoluten Altersbestimmungen mittels der Uran-Blei-, Uran-Helium- und der Rubidium-Strontium-Methode zeigen die Stratigraphie und die großtektonische Entwicklung der Deccan-Scholle auf. Folgende Tektonogenesen lassen sich sicher nachweisen (vgl. *Aswathanarayana 1964, Holmes 1949, 1950, 1955, Mahadevan und Aswathanarayana 1959*):

Balangoda Tektogenese  
(Travancore & Ceylon)  
Delhi Tektogenese

550 Mill. J.  
735 ± 30 Mill. J.

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| Satpura Tektogenese   | 950 ± 50 Mill. J.   |
| Östliches Randgebirge | 1600 ± 80 Mill. J.  |
| Dharwar Tektogenese   | 2300 ± 100 Mill. J. |

Zusätzlich lassen sich nicht ganz gesicherte orogene Zyklen ausgliedern:

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Kishengarh-Zyklus        | 580 Mill. J.  |
| Mahanaddi-Zyklus         | 1400 Mill. J. |
| Cuddapah-Zyklus          | 1460 Mill. J. |
| Eisenerz-Zyklus in Bihar | 2000 Mill. J. |

Von den als gesichert anzusehenden stratigraphisch-tektonischen Einheiten hat zunächst das Dharwar-System besondere Bedeutung. Hier liegen die großen Eisen- und Manganerzlagerstätten Indiens.

Das intensiv gefaltete und metamorphosierte Archaikum wird nach einer Zeit der Abtragung und Einebnung diskordant vom algonkischen Purana-System überlagert. Die Sedimente der Purana-Ära überdecken große Teile der Staaten Madras, Andhra Pradesh, Bihar, Madhya Pradesh und Rajasthan. Sie werden in eine tiefere Serie, die Cuddapahs, unterteilt und in eine höhere Serie, die Kurnools bzw. Vindhyan, für die ein absolutes Alter von 735 Mill. Jahren angenommen wird. Aus den Cuddapahs und Kurnools sind Strukturen bekannt geworden, die an Argentinität erinnern (vgl. Schnitzer 1964, Sreenivasa Rao 1943). Auch Sporen von Lycopsida und Sphenopsida wurden vermerkt. Im übrigen sind die Serien fossilleer. Das Vindhyan-System, aus dem ähnliche Fossilfunde bekannt wurden, mag mit seinen Ablagerungen noch bis in das Untere Kambrium reichen. Die gesamten Sedimente der Cuddapahs und Kurnools, die sich aus Tonsteinen, Quarziten, Kalk- und Dolomitfolgen zusammensetzen, sind als Rohstofflieferant für die Stahlindustrie von außerordentlicher Bedeutung. Vor allem wird aus dieser Schichtenfolge im Chhattisgarh-Becken hochwertiger Kalkstein für das Stahlwerk in Bhilai gewonnen und Dolomit für die Stahlwerke Bhilai, Rourkela und Durgapur.

Der Zeitraum vom Kambrium bis zum Karbon repräsentiert eine geokrate Periode. Marines fossilführendes Paläozoikum fehlt dem alten Urkontinent fast ganz. Dafür ist diese Folge in der Geosynklinale reich entwickelt. Peninsula war bis zum Beginn des Permokarbons im großen und ganzen gesehen Festland und Abtragungsgebiet. Erst am Ende des Karbons und im Perm lagerten sich Sedimente fluviatilen, teils lakustren oder marinen Charakters in Mächtigkeiten bis zu 6000 m auf dem Urkontinent ab. In jener Zeit war Peninsula südlich der heutigen Ganges-Ebene mit Australien-Südamerika, Südafrika und Madagaskar zu einer gewaltigen Landmasse, dem Gondwana-Land, verbunden. Die Gondwana-Schichten, benannt nach dem alten Königtum Gond in Madhya Pradesh, beginnen wie in den übrigen Südkontinenten mit eiszeitlichen Ablagerungen. An der Basis finden sich Tillite und Bändertone (vgl. Tab. 1).

Die tieferen Gondwana-Schichten, die lagerstättenkundlich wiederum von größter Bedeutung sind, gliedern sich in die Talchir-Serie, die Damuda- und Panchet-Serie. Die Damuda-Schichten, die unter warmem, feuchtem Klima und dem Höhepunkt der Entwicklung der Gondwana-Flora sedimentiert wurden, beinhalten in der Karharbari-, Baraker- und Raniganj-Stufe die wichtigen Gondwana-Kohlen Indiens. Hauptsächlich die Baraker-Stufe enthält bedeutende Kohlenlager, so bei Iharia, Bokaro usw.

Die oberen Gondwana-Schichten, die bis in die Kreide reichen, sind für die Rohstoffvorkommen Indiens nicht von Interesse. Trias und Jura sind in der Geosynklinale, aus der sich später das Himalaya-Gebirge aufgefaltet hat, reichhaltig entwickelt. Peninsula Indien wurde im Gegensatz dazu am Ende des Mesozoikums und dem beginnenden Tertiär im westlichen, zentralen und südlichen Teil von enormen Lavamassen überdeckt, die über 500 000 qkm einnehmen. Die Mächtigkeit beträgt

unfern Bombay nahezu 3000 m, wobei die Ergüsse durch zwischengelagerte Sedimente unterbrochen werden. Der Deccan-Trapp gehört zum Typ der Plateau-Basalte. Letztere sind über große Gebiete hinweg in ihrer Zusammensetzung konstant. In der Küstenregion von Bombay schalten sich Rhyolithe und Andesite ein. Normalerweise sind die Laven horizontal gelagert. An der Küste von Bombay und nördlich davon sind sie zum Meer hin mit  $10^\circ$  geneigt. Nach absoluten Altersbestimmungen dürften die Ergüsse von der Oberkreide bis in das späte Oligozän reichen. Die tertiäre Entwicklung hat Peninsula Indien hauptsächlich an den Küstenrändern modifiziert. Das Pliozän und Alluvium haben mächtige Ablagerungen in der Indus-Ganges-Ebene hinterlassen. Für die hier zur Diskussion stehende Problematik sind sie ohne Bedeutung.

#### IV. Die Rohstoffvorkommen im „Indischen Ruhrgebiet“

##### 1. Die präkambrischen Eisenerzareale

Von den primären präkambrischen Eisenerzen stellen die Bänder-eisenerze vom Typ „Lake Superior“ weitaus die wichtigste Gruppe dar. Außerdem finden sich liquidmagmatische Lagerstätten als Titanomagnetite mit Vanadin (bis 8,8 % V) in Singhbhum und Mayurbanj, sowie Apatit-Magnetit-Lagerstätten im „Singhbhum-Copper-belt“. An stratigraphisch wesentlich jüngeren Eisenerzvorkommen, die gelegentlich für die Stahlindustrie verwendet wurden, seien die sideritischen Eisenerze und Konkretionen aus den tieferen Gondwana-Schichten der Kohlefelder Raniganj und Auranga in Bihar erwähnt und die lateritischen Erze, die natürlich auch die Reicherzzonen der Bänder-eisenerze mitaufbauen. Untergeordnete Vorkommen von Eisenerzen in den Cuddapahs und Vindhya und Toneisensteingeoden in den tertiären Siwalik-Schichten seien am Rande erwähnt.

Die wichtigsten präkambrischen Bändererze liegen in der sog. Eisenerz-Serie von Bihar, Orissa und Madhya Pradesh einerseits und der Dharwar-Formation Goas und Mysore andererseits. Je nach dem Grad der Metamorphose liegen primär gebänderte Hämatit-Quarzite oder Magnetit-Quarzite mit Fe-Gehalten von maximal 40 % vor. In der Nähe der Oberfläche wurden sie sekundär zu Reicherzen, die Fe-Gehalte von 60—69 % aufweisen. Die herrschende Meinung geht heute dahin, daß aus den gebänderten Quarz-Hämatit- und Magnetit-Erzen die Kieselsäure unter tropischem Klima herausgelöst wurde und somit Kompakterze sich bilden konnten, die normalerweise nur an der Oberfläche der Strukturen zu finden sind. Inwieweit diese Ansicht richtig ist, mag dahingestellt sein. Studien des Verfassers in zahlreichen Lagerstätten dieses präkambrischen Typs vermitteln oft den Eindruck, daß die hochprozentigen Erze, die heute an der Oberfläche anstehen, nicht allein durch die Kieselsäureauslaugung zu erklären sind, sondern daß

diese Sedimente von vornherein höhere Eisengehalte aufgewiesen haben als das Hangende und das Liegende. Damit ist nicht gesagt, daß die Auslaugung der Kieselsäure aus den gebänderten Hämatitquarziten ohne Bedeutung ist, zumal man sie am Ausgehenden immer wieder beobachten kann. Die gewaltigen Kompakterzkörper lassen sich aber schwer allein durch Kieselsäureauslaugung erklären. Auch für die brasilianischen Erzlagerstätten gleichen Typus halten *E. C. Harder (1914)* und *B. v. Freyberg (1934)* die Entstehung mächtiger Erzkörper allein durch Kieselsäureauslaugung für wenig wahrscheinlich.

Die indischen Bänder Eisenerze entsprechen zeitlich gesehen jenen über alle Urkontinente hinweg entwickelten Erzen. Sie sind wohl stratigraphisch gleich zu stellen mit den Eisenerzen vom Oberen See in Nordamerika, mit den Itabiriten Brasiliens und Venezuelas, den Banded Ironstones in Transvaal und den großen Vorkommen in Australien. Die präkambrischen Itabirite haben einen Anteil von über 40 % an den Welteisenerzvorräten. Eine Erklärung für die weltweite Verbreitung der Bänder Eisenerze läßt sich kaum geben. Nach *Dehm (1956)* erscheint es nicht ausgeschlossen, daß weltweit massenhaft auftretende Organismengruppen zur Bildung solcher Gesteine geführt haben.

Die Mächtigkeit der primären Bändererze liegt bei maximal etwa 350—400 m. Werte von 900 m, wie sie gelegentlich für den Bonai-Distrikt veranschlagt werden, scheinen nach eigenen Beobachtungen durch tektonische Repetition hervorgerufen. Die Bändererze sind frei von detritischem Material, ein Zeichen dafür, daß es sich offenbar um weit von der Küstenzone abgelegene Sedimentationsräume handelt. Die Reicherzonen erreichen Mächtigkeiten von 20—60 Meter.

Die für die Stahlerzeugung in Betracht kommenden Bänder Eisenerze finden sich in den Staaten Bihar, Orissa und Madhya Pradesh. Die Lagerstätten liegen fast alle südlich der Linie Jamshedpur-Rourkela und Bhilai (Abb. 2). In Bihar und Orissa liegt die größte Zahl der Vorkommen zwischen Manoharpur an der „South-Eastern-Railway“ und Keonjhar im Süden. Die Eisenerze sind im Streichen von SSW nach NNE an Faltenzügen angeordnet, wobei die erzführenden Schichten nahezu ein Hufeisen bilden. Die Großtektonik der Hufeisenstruktur ist etwas unklar. Nach *H. C. Jones (1934)* handelt es sich um einen großen Muldenzug mit einem überfalteten Westrand. *Dunn (1942)* vertritt eine andere Meinung. Ein Querprofil durch die Eisenerz-Serie von Singhbhum, die eine der zahlreichen Möglichkeiten wiedergibt, zeigt Abb. 3.

Die stratigraphische Abfolge im Singhbhum-Distrikt im südlichen Teil Bihars wäre nach *Jones* folgende:

Jüngerer Dolerit

---

Granit

|                |                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | <hr/> Ultrabasische Gesteine <hr/>                                                                                                                                                                                                            |
| Eisenerz-Serie | { <ul style="list-style-type: none"> <li>Basische Laven</li> <li>Obere Schiefer</li> <li>Bändereisenerz</li> <li>Untere Schiefer</li> <li>Rote und graue Kalksteine (nur lokal vorhanden)</li> <li>Sandsteine und Basalkonglomerat</li> </ul> |
|                | <hr/> Ältere metamorphe Quarzite <hr/>                                                                                                                                                                                                        |
|                | Glimmer-Schiefer, Hornblende- und Chloritschiefer                                                                                                                                                                                             |
|                |                                                                                                                                                                                                                                               |
|                |                                                                                                                                                                                                                                               |
|                |                                                                                                                                                                                                                                               |

Der Westteil des Hufeisens läßt sich als durchgehender Eisenerzzug mit einer Streichrichtung von SSW nach NNE über 50 km verfolgen. Diesem Areal gehört an der Grenze von Bonai und Keonjhar die bedeutende Lagerstätte von Barsua in der südlichen Hälfte des Erzkörpers an. Sie liefert die Erze für das Hüttenwerk Rourkela. Am gleichen Körper finden sich zahlreiche Lagerstätten, wie Kiriburu (Export nach Japan). Weitere Erzareale liegen in dem Gebiet von Gorumahisani Pahar, Sulaipet, Badampahar, Noamundi und Gua in Singhbhum, Banspani und Joda (Abb. 2).

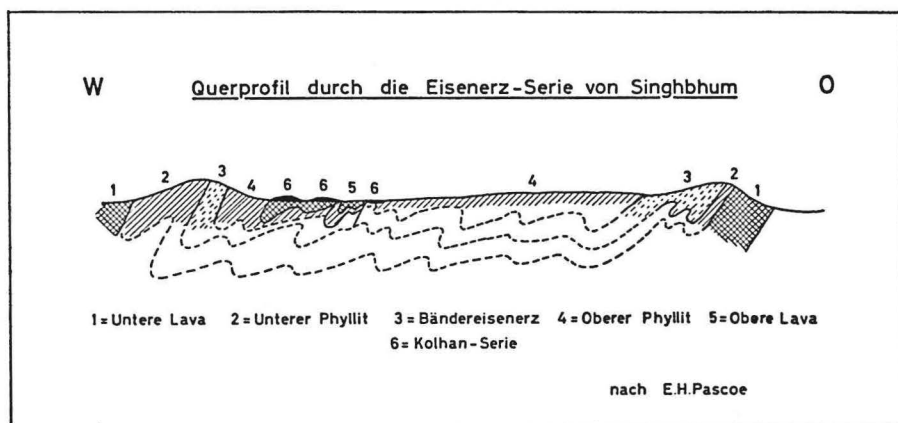


Abb. 3.

Für den gesamten Bereich des Erzgebietes Bihar und Orissa konnte Jones (1934) mehr als 135 Erzkörper mit annähernd 2800 Mill. t hochprozentiger Erze feststellen. Percival (1947) veranschlagt über 8000 Mill. t hochprozentiger Erze. Hinzu kommen noch jene Eisenerze mit Gehalten von 50—60 % Fe, die die vorgenannten Mengen erheblich übersteigen.

Von der Vielzahl der Minen sei jene von Barsua, die das Erz für Rourkela liefert, ausführlicher beschrieben. Die Minen von Barsua, etwa 42 Meilen von Rourkela entfernt und durch eine Erzbahn mit dem Hüttenwerk verbunden, sind nur ein Teil des berühmten Bonai-Erzzuges. Hier hat die HSL ein Gebiet von nahezu 10 Quadratmeilen für die Erzgewinnung vorgesehen. Die Vorräte belaufen sich auf 116 Mill. t gewinnbaren Erzes. Die Bohrungen, die von der HSL und dem Indian Bureau of Mines durchgeführt wurden, grenzen den Erzkörper gut ab. Im einzelnen verteilen sich die verschiedenen Erztypen in Barsua wie folgt:

|                   |              |            |
|-------------------|--------------|------------|
| Kompakterze       | 4 300 000 t  | 65,00 % Fe |
| Gestreifte Erze   | 67 190 000 t | 59,39 % Fe |
| Recemented        | 272 850 t    | 52,93 % Fe |
| Lateritische Erze | 4 072 656 t  | 54,91 % Fe |
| Staub Erz         | 40 000 000 t | 59,73 % Fe |
| „Flotationserze“  | 1 340 000 t  | 50,45 % Fe |

Zur Zeit werden jährlich 1,6 Mill. t Erz für Rourkela gewonnen. Nach Ausbau des Stahlwerkes müßten jährlich 3 Mill. t Erz gefördert werden. Bei dieser Produktion dürfte der Erzkörper für annähernd 40 Jahre ausreichen. Der Bergbaubetrieb in Barsua findet ausschließlich im Tagebau statt. Die Transportanlagen, das Brechersystem und die Siebanlagen gehören zu den größten und modernsten der Welt. Die chemische Zusammensetzung der Erze schwankt in den verschiedenen Typen. Vor allem schwanken die  $\text{SiO}_2$ -Gehalte stark und liegen oft sehr hoch. Ähnliches trifft für die  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Anteile zu. Dadurch wird die Erzeugung eines gleichmäßigen Roheisens außerordentlich erschwert und die Roheisen- und Stahlqualität vermindert. Die stark schwankende chemische Zusammensetzung erfordert eine wesentlich bessere Überwachung des Grubenbetriebes und genaue chemische Analysen der Erze an einer Vielzahl von Proben.

Madhya Pradesh verfügt ebenfalls über eine große Anzahl bedeutender Eisenerz-Lagerstätten, die für das Stahlwerk in Bhilai und die private Stahlindustrie von größter Bedeutung sind. Es handelt sich wiederum um eine Serie gebänderter Quarz-Hämatite und -Magnetite, die teilweise zu bedeutenden Reicherzonen konzentriert sind. Die Bändereisenerze wechseln mit Quarziten, Phylliten und Glimmerschiefern. Stratigraphisch sind sie den Erzen von Singhbhum, Bonai und Keonjhar gleichzustellen. Sie liegen in der sog. Bailadila-Serie, die nach einem bedeutenden Vorkommen im südöstlichen Teil von Madhya Pradesh benannt ist (vgl. Abb. 2). Die Vorkommen verteilen sich hauptsächlich auf die Distrikte von Durg, Bastar und die Gebiete von Chandar und Jabalpur.

Die Minen im Durg-Distrikt sind seit über 50 Jahren bekannt und von der TISCO sehr frühzeitig exploriert worden. Die Lagerstätten erstrecken sich über 32 km im Bereich der Dhalli- und Rajhara-Bergzüge mit einem Vorrat von wenigstens 120 Mill. t.

Im Bastar-Distrikt liegen ebenfalls bedeutende Erzvorkommen des gleichen Typs. Sie sind in NS-streichenden parallelen Zügen angeordnet und bilden wahrscheinlich die Ränder eines großen Synklinoriums. Die Mächtigkeit der erzführenden Formation liegt ähnlich wie in Bihar und Orissa zwischen 300—450 m. Von dieser Gesamtmächtigkeit ist allerdings nur ein geringer Teil mit 30—40 m Reicherz vorhanden. Die Vorräte werden mit 3600 Mill. t veranschlagt. Neben dem beschriebenen Vorkommen bei Bailadila (Export für Japan), sind jene von Rowghat im Bastar-Distrikt von Bedeutung. Sechs größere Erzgebiete mit Gehalten über 60 % Fe sind bekannt. Der Vorrat wird auf 500 Mill. t geschätzt. Alle Berechnungen sind selbstverständlich vorbehaltlich, da erst das Abbohren der Lagerstätten ein sicheres Bild über die Vorräte geben kann.

Präkambrische Bändererze liegen außerdem im Gebiet von Kanker. Für den Chanda-Distrikt werden 20 Mill. t Erz geschätzt. Im Jagdalpur-Distrikt liegt eine größere Anzahl von Lagerstätten in gleichem Niveau. Die Gehalte betragen jedoch nur 45—60 % Fe. Die Vorräte sollen sich auf 100 Mill. t belaufen (*Krishnan 1964*).

Die bisher genau untersuchten Eisenerz-Lagerstätten der Indischen Union lassen auf 7 Mrd. t hochprozentiger Erze schließen. Davon entfallen allein auf die präkambrischen Hämatit-Reicherze 5,6 Mrd. t, auf Magnetiterze 0,85 Mrd. t und auf lateritische 0,5 Mrd. t. Die gesamten Eisenerzvorräte werden sehr optimistisch auf 20 Mrd. t mit Fe-Gehalten von 60 % und darüber geschätzt.

Die indischen Eisenerz-Vorkommen sind bis heute noch nicht hinreichend erforscht. Man darf aber kaum daran zweifeln, daß die Indische Union über sehr große Vorräte verfügt.

## *2. Der Kohlegürtel von Westbengalen, Bihar, Madhya Pradesh und Orissa*

Im Gegensatz zu anderen Gondwana-Ländern besitzt Indien nicht nur hochprozentige Eisenerze, sondern auch große Kohlevorkommen, die in Nachbarschaft von Eisen- und Manganerzen liegen. Die für die Stahlwerke in Betracht kommenden Gondwana-Kohlen ziehen von Raniganj über Hazaribagh und Bokaro in das Son-Gebiet, den nördlichen Schenkel eines spitzwinkeligen Dreiecks bildend (vgl. Abb. 2). Über das Chhattisgarh-Gebiet, Raigarh bis nach Talchir in Orissa verläuft mit NW/SE-Streichen der zweite Schenkel des gedachten Dreiecks. Innerhalb des Dreiecks liegen die großen Eisenerz-Vorkommen von

Singhbhum, Bonai und Keonjhar und die Stahlwerke Rourkela, Durgapur, Bokaro, Jamshedpur und Burnpur. Das Werk Bhilai und die Eisenerze von Durg, Rowghat und Bailadila liegen südwestlich des großen Kohlegürtels.

Die Kohlen gehören ausnahmslos den Gondwana-Schichten an, die im Permo-Karbon und der Trias nunmehr auf dem alten präkambrischen Schild abgelagert wurden. Die Gondwana-Schichten reichen stratigraphisch vom Oberkarbon bis in die Untere Kreide. Für die Rohstoffversorgung sind nur die Unteren Gondwana-Schichten von Interesse, die vom Oberkarbon bis in die Untere Trias, unserem Buntsandstein bzw. der skytischen Stufe der Alpen entsprechend, reichen (vgl. Tab. 1). Zunächst beginnt die Sedimentation mit Glazial-Ablagerungen in ähnlicher Fazies, wie sie aus den anderen Teilen des großen Südkontinentes bekannt geworden sind.

In der Talchir-Serie finden sich an der Basis ein 60 m mächtig werdender Tillit-Horizont und fluvioglaziale Ablagerungen. Die hangenden Schiefer und Sandsteine zeigen durch ihre Pflanzenführung bereits milderes Klima an. Die Damuda-Serie mit über 2000 m Mächtigkeit besteht aus Sandsteinen, Konglomeraten und Schiefern. Sie beinhaltet die Hauptkohlelager, die für die Schwerindustrie genutzt werden. Die Serie, die unter warmem, feuchtem Klima mit reicher Vegetation sedimentiert wurde, hat vor allem in der Barakar-Stufe und auch in der Raniganj-Stufe zu ausgedehnten Kohlelagern geführt.

Tab. 1. Stratigraphie der Gondwana-Schichten

|              |       |              |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                |
|--------------|-------|--------------|----------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|----------------|
| Jura         |       | Mahadeva     | Jabalpur<br>Kota<br>Rajmahal Vulkanite |  |  |  |  |  |  |  | Ob. Gondwanas  |
| Trias        | Rhät  |              |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                |
|              | Nor   |              | Mahadeva<br>(Pachmarhi)                |  |  |  |  |  |  |  |                |
|              | Karn  |              |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                |
|              | Ladin |              |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                |
|              | Anis  |              |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                |
|              | Skyth | Pan-<br>chet |                                        |  |  |  |  |  |  |  | Unt. Gondwanas |
| Ob.-Perm     |       | Damuda       | Raniganj Kohle                         |  |  |  |  |  |  |  |                |
| Mitt.-Perm   |       |              | Ironstone shales                       |  |  |  |  |  |  |  |                |
| Unt.-Perm    |       |              | Barakar Kohle<br>Karharbari Kohle      |  |  |  |  |  |  |  |                |
| Ob.-Karbon   |       | Talchir      | Talchir Tillite                        |  |  |  |  |  |  |  |                |
| Mitt.-Karbon |       |              |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                |
| Unt.-Karbon  |       |              |                                        |  |  |  |  |  |  |  |                |

Die hangende Panchet-Serie mit 200—600 m Stärke weist durch ihre rote Farbe in Sand- und Tonsteinen auf zunehmend arides Klima hin und damit auf den Abschluß der Kohlebildung.

Die Gondwana-Schichten wurden in zahlreichen, mehr oder weniger zusammenhängenden Becken auf dem konsolidierten Untergrund von Peninsula abgelagert. Sie sind keineswegs wahllos verteilt, sondern folgen vorgezeichneten Linien, die in dem versteiften Untergrund frühzeitig angelegt waren. Es ist auffällig, daß diese Linien mit den heutigen Tälern annähernd gleich verlaufen. In Nordost- und Ostindien sind es drei Verbreitungsgebiete, die mit den heutigen Flußsystemen konform gehen: 1. Die Gondwana-Schichten im Damodar-River-Gebiet, 2. die Gondwana-Vorkommen von Madhya Pradesh, die im großen und ganzen gesehen dem Mahanaddi folgen und 3. die Vorkommen längs des Godavari-Flusses von der Gegend Nagpur bis zu seiner Mündung.

Von der Vielzahl der Kohlefelder in den Tieferen Gondwana-Schichten Indiens sind für die Schwerindustrie nur jene von Bedeutung, die Kokskohle liefern. Berechnet man alle Gondwana-Kohlen mit Flözstärken von 1 Fuß oder mehr, so ergibt sich nach *Krishnan (1956)* ein Vorrat von 70 Mrd. t. Legt man eine Flözstärke von 4 Fuß zugrunde, so resultieren etwa 25 Mrd. t. Da auch von dieser Menge nur 5—10 % Kokskohle vorhanden sind, so lassen sich die für die Stahlindustrie verwendbaren Vorräte auf höchstens 3 Mrd. t schätzen. Die neuesten Schätzungen aller Kohlevorkommen Indiens werden ebenfalls recht optimistisch mit 130 Mrd. Tonnen angegeben.

Die zur Zeit wichtigsten Kokskohle-Vorkommen und die größten Vorräte an verkokbarer Kohle liegen im Gebiet von Damodar, in den Bezirken Raniganj und Itharia, zu denen außerdem noch die Vorkommen von Bokaro, Ramgarh, Karanpura, Auranga und Hutar hinzukommen (vgl. Abb. 2). Auf diese Bezirke entfällt allein etwa 80 % der indischen Kohleförderung. Die Gondwana-Kohlen sehen blättrig-streifig aus. Die guten Qualitäten haben Aschegehalte von 10—15 % und flüchtige Bestandteile zwischen 20—40 %. Der Heizwert liegt bei 6000—7400 WE. Qualitativ sind die Gondwana-Kohlen nicht so gut wie die europäischen und nordamerikanischen Kohlearten. Der meist hohe Aschegehalt der Gondwana-Kohlen hat zur Erbauung von Kohlewaschanlagen an zahlreichen Orten geführt, die die Kohle von mitvorkommenden Verunreinigungen befreien sollen (Lodna, Kargali, Jamadoba, Bokaro und Durgapur); andere Werke sind im Entstehen oder bereits vollendet (Dugda, Pathardi und Bhojudih). In Madhya Pradesh und Orissa versucht man, die dortigen Kohlevorkommen in den Wirtschaftsprozess mit einzugliedern bzw. durch Aufbereitungsanlagen eine Kohle zu gewinnen, die den hochwertigen Kokskohlen für den Hochofenprozeß beigemischt werden kann. So bemüht man sich, aus zahlreichen Lagerstätten in Madhya Pradesh und Orissa (Tatapani, Ramkola, Korar, Sohagpur, Hasdo-Rampur, Korba, Raigarh und Talchir) Mischkohlen für die Stahlerzeugung zu produzieren (vgl. Abb. 2).

Die für die Stahlindustrie wichtigen Kohlegebiete seien kurz erläutert. Das *Raniganj-Kohlefeld* ist das östlichste im Damodar-Bezirk. Seine Hauptverbreitung liegt bei Asansol (130 Meilen NW von Kalkutta). Die kohleführenden Gondwana-Schichten nehmen über 1500 qkm ein. Das Feld ist geologisch gut kartiert und abgebohrt. Die stratigraphische Abfolge gibt folgende Tabelle wieder:

|                  |                                                                       |        |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| Supra Panchets   | rote u. grüne Sandsteine u. Schiefer                                  | 330 m  |
| Panchet          | glimmerreiche Sandsteine, rote u. grüne Schiefer u. Tone              | 650 m  |
| Raniganj         | feldspathaltige Sandsteine, Schiefer und Kohleflöze                   | 1100 m |
| Ironstone-shales | bituminöse Schiefer u. Toneisensteingeoden                            | 400 m  |
| Barakar          | mittel- bis grobkörnige, helle Sandsteine,<br>Schiefer und Kohleflöze | 700 m  |
| Talchir          | Sandsteine, Schiefer; an der Basis Geröllhorizont (Tillit?)           | 300 m  |

Das Raniganj-Kohlevorkommen wird im Norden, Westen und Süden von Archaikum umgeben, im Osten wird es von Alluvium überlagert. Die Haupttrandstörungen sind wahrscheinlich jurassischen Alters. Das Feld weist Kohleflöze der Barakar- und Raniganj-Stufe auf. Nach den Untersuchungen des Geological Survey of India (1955) hat das Feld folgende Reserven:

|                                               | Mill. t bis<br>330 m Tiefe | Mill. t bis<br>650 m Tiefe |
|-----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Kokskohle                                     | 288                        | 548                        |
| Diverse andere Kohlen,<br>teilweise verkokbar | 2759                       | 4838                       |
| Kohlen geringerer Qualität                    | 4949                       | 8432                       |

Außer den bisher erfaßten Kohlen wird die gleiche Menge noch unverritz in Tiefen bis 650 m vermutet. Insgesamt sind über 16 Flöze bauwürdig. Seit 1800 wird das Feld bereits abgebaut.

Das in der Nachbarschaft gelegene Kohlevorkommen von *Iharia* ist das bedeutendste Indiens, zumal es die beste Kohle liefert. Über 270 qkm kohleführende Schichten sind vorhanden. Sie verteilen sich auf die Barakar- und Raniganj-Stufe. Beide Stufen erreichen Mächtigkeiten von annähernd 700 m. Obgleich Kohleflöze in beiden Stufen auftreten, sind jene der Barakars weitaus am wichtigsten. Hier sind über 25 Flöze vorhanden, die zum großen Teil gute Kokskohle ergeben. Die Flözstärke schwankt zwischen 1,20 und 25 m. Bis zu einer Tiefe von 650 m liegen die bisher festgestellten Reserven bei etwa 12 Mrd. t. Die gleiche Menge wird als wahrscheinlicher Vorrat zusätzlich angegeben. 25—30 % der nachgewiesenen Vorräte entfallen auf hochprozentige Kokskohlen.

Das Vorkommen von *Bokaro* im Damodar-Bezirk erstreckt sich über 570 qkm (vgl. *D. R. S. Mehta 1964*) mit 21 Flözen, von denen einige bis zu 37 m Stärke aufweisen. Auch *Karanpura* weist bis zu 30 Flöze auf, von denen einige bis 35 m mächtig werden.

Bisher waren nur die Kohlefelder von *Raniganj* und *Iharia* eingehend geologisch kartiert und abgebohrt. In den letzten Jahren haben der Geological Survey of India, das Indian Bureau of Mines und die National Coal Development Corporation die Forschungen in den Gondwana-Schichten außerordentlich stark intensiviert. Es sollen bedeutende Lagerstätten neu aufgefunden worden sein. Der Geological Survey of India fand u. a. in *Madhya Pradesh* im Feld *Singrauli* ein Kohleflöz mit 78 m Stärke, wohl eines der mächtigsten Flöze, die es auf der Erde gibt. Bei weiteren eingehenden Untersuchungen erscheint es möglich, daß die geschätzten Vorräte an Koks-kohle überboten werden. Durch Errichtung neuer Waschanlagen ließen sich die für die Stahlindustrie notwendigen Mengen an hochwertiger Kohle sicher noch erhöhen.

Die Kohleproduktion in Indien stellt einen gewissen Engpaß dar. Manche Vorkommen sind noch nicht hinreichend exploriert, und zahlreiche Lagerstätten werden auf recht primitive Art und Weise abgebaut. Auch der bis heute betriebene Tagebau, der sich allerdings allmählich erschöpft, bedarf großer Kapitalinvestitionen, um auf den Untertagebau übergehen zu können.

Die derzeitige Kohleproduktion Indiens wird mit etwa 60 Mill. t pro Jahr veranschlagt. Für 1966 war eine Förderung von 87 Mill. t Kohle vorgesehen, die aber bei weitem nicht erreicht wurde, sondern nur 66 Mill. t betrug. Mit zunehmender Förderung hat sich auch die Qualität der Kohle verschlechtert. In dem Bestreben, höhere Förderziffern zu erreichen, wird nicht immer die Qualität so ausgelesen, wie es wünschenswert erschiene. Ein weiteres Problem ist schließlich der Abtransport der Kohle, der trotz aller Anstrengungen und großem Erfolg der indischen Eisenbahn immer noch im argen liegt. Bei der geplanten Errichtung weiterer Stahlwerke dürfte dieser Engpaß im Verbund mit dem Aschereichtum der Kohlen noch viel mehr in den Vordergrund treten als bisher.

### *3. Manganerze Zentralindiens*

Die Indische Union ist der zweitgrößte Mangan-Exporteur der Erde. Die Ausfuhren gehen hauptsächlich nach Japan, USA, Großbritannien, Frankreich und Belgien. Die Produktion an hochprozentigen Erzen betrug 1962 1,18 Mill. t (8,8 % Anteil an der Weltförderung), 1965 ca. 1,4 Mill. t. Die Vorräte an Manganerzen aller Qualitäten werden auf über 100 Mill. t geschätzt, wovon hochprozentige Erze mit vielleicht 20 Mill. t vorhanden sind.

Die primären Manganerze gehören fast ausschließlich dem Typ der metamorphen Lagerstätten an. Die primären Vorkommen sind häufig nicht bauwürdig. In der Oxydationszone tragen die Vorkommen reiche Manganhüte, in denen sich Pyrolusit und Psilomelan mit Mn-Gehalten zwischen 45—55 % angereichert haben. In der Oxydationszone geht der eigentliche Bergbau um. Primäre Manganmineralien sind vor allem Mangangranat, daneben auch Rhodonit, Manganhornblende und Diopside. Je nach dem Primärgestein werden verschiedene Typen unterschieden: 1. Gondite, das sind präkambrische intensiv gefaltete Gesteine mit Mangangranat und anderen Mangansilikaten, die in der Verwitterungszone Reicherze ergeben. Die reichsten Erze und die größten Vorkommen Indiens liegen im Gebiet von Nagpur-Balaghat. 2. Die Kodurite sind archaische Gesteine, die primär verschiedenartige Mangansilikate führen und oberflächlich zu Reicherzen an zahlreichen Stellen geführt haben (Ganjam, Koraput, Visakhapatnam, in den Staaten Orissa und Andra). Ein dritter Typ sind schließlich manganreiche Schiefer und Phyllite, die oberflächlich Reicherze als Psilomelan, Pyrolusit, Wad und Limonit enthalten. Ihre Verbreitung liegt im Eisenerzgürtel von Singhbhum, Bonai und Keonjhar, also in unmittelbarer Nähe der Hüttenwerke Rourkela und Jamshedpur. Diese Vorkommen sind auch mit anderen Typen vergesellschaftet. Alle Erze werden auf einfache Weise im Tagebau gewonnen, gesiebt und klassifiziert. Die Vorkommen sind reich und nicht nur in Zentralindien im Abbau, sondern über das ganze Land verteilt. Beachtliche Vorräte liegen außer den vorgenannten in den Staat Mysore, Maharashtra und Gujarat. Das heute geförderte „first grade ore“ weist über 48 % Mangan, daneben 4—7 % Eisen, 3—10 % Kieselsäure und um 0,2 % Phosphor auf.

#### 4. Die präkambrischen Kalk- und Dolomit-Serien

Der für die Stahlerzeugung notwendige Kalk und Dolomit wird hinsichtlich der Bedarfsmengen und der hochwertigen Qualität oft unterschätzt. Bedenkt man, daß alle drei staatlichen Werke einen Jahresverbrauch an Kalk von 500 000 bis 1 Mill. t pro Hüttenwerk und an hochwertigem Dolomit 50 000 t haben, so ist die Bereitstellung derartiger Mengen in günstiger geographischer Position keineswegs einfach. Nach Errichtung der staatlichen Werke kamen die Zuschlagstoffe oft teurer zu stehen als das Erz selbst, da sie oft hunderte von Meilen weit mit der Bahn transportiert werden mußten. Erst in den letzten Jahren hat man in nicht allzu großer Entfernung von den Hüttenwerken geeignete Rohstoffe angefahren. So wurden anfangs z. B. für Rourkela Dolomitlagerstätten in unmittelbarer Nähe des Hüttenwerkes bei Jagda prospektiert und mit diesen Varietäten in Deutschland Sinterversuche zufriedenstellend durchgeführt. Inzwischen wurde das ursprünglich für Rourkela geplante Vorkommen von der Tata Iron and Steel Company erworben, die das Gestein nach Jamshedpur über 100 Meilen weit transportieren. Das unfern Rourkela gelegene Kalk- und Dolomitgebiet von Birmitrapur liefert für die TISCO, während andererseits Rourkela hochwertiges Dolomit aus 200 Meilen Entfernung von den Lagerstätten Hirri und Kharkhena bei Bilaspur bezieht. Auch Durgapur erhält von diesen

Vorkommen hochwertigen Dolomit, der über eine Entfernung von ca. 350 Meilen transportiert werden muß. Angesichts der ohnehin stark überlasteten indischen Eisenbahn sind solche Transportstrecken nicht erfreulich. Bei dem für die Hüttenwerke notwendigen Kalk und Dolomit müssen je nach den vorhandenen Brennöfen besondere Ansprüche an die chemische Zusammensetzung der Rohstoffe und ihre mechanische Beschaffenheit gestellt werden. Hinzu kommt, daß bei den präkambrischen Lagerstätten infolge intensiver Faltung, Metamorphose oder Fazieswechsel enorm starke Schwankungen im Calcium-Magnesium-Verhältnis vorhanden sind. Nur bei selektivem Abbau läßt sich eine hinreichend gute Qualität garantieren. Manche Vorkommen bestehen aus zwei oder drei stärkeren Kalkbänken, die trotzdem noch abgebaut werden. Viele Steinbrüche sind kaum mechanisiert und werden oberflächlich abgegraben. All diese Punkte haben nicht zuletzt dazu geführt, daß in einzelnen Hüttenwerken immer wieder Schwierigkeiten mit den Zuschlagstoffen entstanden. Entweder war die chemische Zusammensetzung ungeeignet, zu starke Spaltbarkeit vorhanden oder es bestanden Transportschwierigkeiten. Diesen ungünstigen Verhältnissen abzuweichen, hat man keine Anstrengungen gescheut, um Rohstoffvorkommen möglichst nahe den Hüttenwerken zu erschließen. Da ein Stahlwerk ein aufeinander eingespieltes Ganzes darstellt, kann der Ausfall einer Kalkbrennanlage oder eines Sinterdolomitofens zu erheblichen Störungen führen.

Die für die Stahlwerke in Betracht kommenden Kalke und Dolomite liegen vornehmlich in der archaischen Gangpur-Serie oder in dem jungpräkambrischen „Kurnool-System“. Es sind zweifellos große Reserven an Kalken und Dolomit vorhanden; jedoch eignet sich nur ein Teil für die Hüttenwerke (Abb. 2).

Das Hüttenwerk Rourkela bezieht den größten Teil seines Kalkbedarfes aus dem Bruch Purnapani (32 km von Rourkela), der stratigraphisch im Gangpur-System liegt. Das unfern gelegene Birmitrapur liefert aus den Gangpur-Schichten in einem tieferen Horizont Dolomit, aus einem höheren Kalkstein für die TISCO. Chlorit- und Phyllitbänder im Kalk und Dolomit weisen auf mittelstarke Metamorphose hin. Die chemische Zusammensetzung der Kalke und Dolomite im Gangpur-System schwankt außerordentlich stark und bereitet Schwierigkeiten für die Stahlwerke. Die Vorkommen in dem ENE-WSW streichenden Gangpur-Antiklinorium sind recht beachtlich. Erst nach der Errichtung des Stahlwerkes Rourkela wurde das Antiklinorium nördlich des Koel und beiderseits des Sankh sehr genau von den Geologen der HSL in Rourkela geologisch aufgenommen, so daß heute eine gute Übersicht über die Vorkommen der Zuschlagsstoffe besteht.

Ein zweites wichtiges Gebiet für Stahlwerkskalk und -dolomit liegt im Chhattisgarh-Becken in Madhya Pradesh. Es gehört mit zu den größten Senkungsfeldern, die sich über Süd- und Zentralindien erstrecken und die mit den Schichten der Purana-Ära erfüllt sind. Mit einer Fläche von nahezu 30 000 qkm nimmt es Tonstein-, Sandstein- und Kalk-Serien mit mehr als 1000 m Mächtigkeit auf. Eingehende Untersuchungen und die Kartierung eines Teils des Beckens (Schnitzer 1964) zeigt einen großzyklischen Aufbau der Schichtfolgen, die jeweils von Sanden oder bituminösen Kalken zu Karbonat- und Tonstein-

Serien führen (Abb. 4). Während die Karbonat-Serien in den Zyklen 1 und 2 auf Grund ihres hohen Ton- oder Kieselsäureanteils für die Stahlindustrie nicht zu verwenden sind, liegen die ersten brauchbaren Kalke und Dolomite in der Akaltara-Serie. Sie werden aber nur örtlich verwendet. Große Bedeutung für Stahlwerkskalk und -dolomit haben die Karbonate des Zyklus 4a, die in dem großen Grubengelände von Nandini, 26 km nördlich Bhilai abgebaut werden. Aus diesen Gruben deckt das Stahlwerk Bhilai seinen Kalkbedarf. Die Kalke sind überaus reich an Algenstrukturen, und zwar überwiegend Cryptozoon- und Collenia-Strukturen. Der vollmechanisierte Abbau unterliegt vielen Schwierigkeiten, da die Calcium-Magnesium-Verhältnisse auf kürzeste Entfernung außerordentlich stark wechseln. Von reinen Kalksteinen und schwach dolomitischem Kalk mit MgO-Gehalten bis zu 4 % und SiO<sub>2</sub>-Gehalten bis maximal 6 % sind stärker Mg-haltige Kalke und reine Dolomite vorhanden. Hinzu gesellt sich eine reiche Serie schiefriger Kalke und Dolomite. Da die Lagerstätte sehr gut abgebohrt ist und eine laufende chemische Kontrolle der im Abbau begriffenen Partien durchgeführt wird, lassen sich die einzelnen Varietäten, die für die verschiedensten Zwecke im Hüttenwerk Bhilai benötigt werden, gut aushalten. Die Mächtigkeit von Kalk und Dolomit ist erheblich. Eine Bohrung stand bei 150 m Teufe noch in der Kalk-Serie (Basis des Zyklus 4 a). Der 5. Zyklus beinhaltet mit der Hirri-Kharkhena-Serie besonders wichtige Dolomit-Reserven. Das Steinbruch-Gebiet von Hirri-Hardi und Kharkhena, unfern Bilaspur (M. P.) stellt die wichtigsten Dolomitreserven für Bhilai, Rourkela und zum Teil Durgapur dar. Die Dolomite werden von schwarzen Kalken und Mergeln unterlagert oder verzahnen sich mit ihnen, während das Hangende von einer mächtigen roten Tonsteinfolge dargestellt wird (Maniari-Schichten). Durch die Großtektonik und die Beckenfüllung bedingt, streichen die Dolomit-Serien von SSW nach NNE oder SW/NE. Sie lassen sich in dem gesamten Gebiet zwischen Nandghat und Bilaspur nachweisen. Innerhalb der Schichtfolge von Hirri, Hardi und Kharkhena sind zwei Dolomit-Varietäten vorhanden, die in ihrer chemisch-petrographischen Zusammensetzung und ihrer Genese unterschiedlich sind.

Der *Dolomit vom Hirri-Typ* ist ein hellgraues, gut kristallisiertes, mittelkörniges Gestein. Die Korngrößen liegen zwischen 0,1 und 0,2 mm  $\phi$ . Das Gestein ist zum überwiegenden Teil porös ausgebildet, z. T. auch fein gebändert. Der Dolomit ist fast ungebankt. Die Vorkommen sind Quadratkilometer große, linsenartige Körper mit ungleich verteiltem Kieselsäureanteil. Auf Grund zahlreicher Bohrungen liegt die maximale Mächtigkeit im Minengebiet von Hirri bei etwa 40 m. Die durchschnittliche chemische Zusammensetzung ist wie folgt:

|                               |   |         |
|-------------------------------|---|---------|
| SiO <sub>2</sub>              | = | 1,12 %  |
| R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | = | 0,50 %  |
| CaO                           | = | 29,97 % |
| MgO                           | = | 21,03 % |
| Glühv.                        | = | 46,82 % |

# Zyklen - Gliederung im Chhattisgarh-Becken

|                    |                           | Schichten-<br>Folge | m         | Fazies                                                         | Chemismus                      |
|--------------------|---------------------------|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Raipur - Serie     | 5                         | Maniari             | 100       |                                                                | $R_2O_3 + SiO_2$               |
|                    |                           | Hirri - Kharkhena   | 50 - 100  | Khark. - Hirri - D.<br>Nandghat - K. - D.<br>Fazies Jarwa - D. | $CaCO_3$ $MgCO_3$              |
|                    |                           | Belha               | 80        |                                                                |                                |
|                    | 4c                        | Patharia - Umaraya  | 50        |                                                                |                                |
|                    | 4a                        | Nandini             | 80 - 100  |                                                                | $CaCO_3 + MgCO_3$<br>wechselnd |
|                    |                           | Bhatapara           | 50        |                                                                |                                |
|                    | 3                         | Lilagar             | 50        |                                                                |                                |
|                    |                           | Akaltara            | 40        |                                                                |                                |
|                    | 2                         | Karuid II           | 100 - 150 |                                                                | $R_2O_3 + SiO_2$               |
|                    |                           | Karuid I            | 50        |                                                                | $CaCO_3$                       |
|                    | 1                         | Seorinarayan        | 100       |                                                                |                                |
|                    |                           | Sarangarh           | 30 - 50   |                                                                |                                |
| Chandarpur - Sdst. | Chandarpur Sandsteine     | 200                 |           |                                                                |                                |
|                    | Quarzite                  | -                   |           |                                                                |                                |
|                    | Konglomerate              | 300                 |           |                                                                |                                |
|                    | (nicht weiter gegliedert) |                     |           |                                                                |                                |

Kristallin und Dharwar

nach W.A. SCHNITZER  
1964

KK = Kieselkalke

D = Dolomit

BK = bituminöse Kalke

K = Kalke

Ch = Chalcedon

= Algenstrukturen

Abb. 4.

Die Vorräte im Steinbruchgebiet von Hirri lassen sich auf 8—10 Mill. t schätzen; für das gesamte Gebiet zwischen Nandghat und Bilaspur liegen die unverritzten Vorräte wesentlich höher. Das Gebiet gehört zur HSL, Werk Bhilai. Die Produktion beläuft sich auf 2000 t bei etwa 2000 Beschäftigten. Der Abbau erfolgt mittels Preßluftschlämmern, Zerkleinerung und Klassierung von Hand.

Dieses Material wird zur Versorgung nach Bhilai und Durgapur versandt, wo es in Drehöfen gesintert wird. Ursprünglich wurde auch Rourkela mit diesem Material versorgt, wobei sich jedoch herausstellte, daß der in Nestern angereicherte Quarzanteil eine Verwendung in den Schachtöfen Rourkelas nicht zuließ. Der hohe Anteil an Quarzschlieren, den die durchgeführten chemischen Analysen nicht wiedergeben konnten, führte zur Zerrieselung des Materials in den Schachtöfen und zu Staubbildung, so daß ein Betrieb der Öfen in Rourkela mit diesem Dolomit unmöglich wurde.

Der *Dolomit von Hardi und Kharkhena* ist sehr feinkörnig (0,06—0,01 mm  $\phi$ ), flußmittelreicher und frei von Quarznestern, so daß er sich auch in Schachtöfen einwandfrei sintern läßt.

|                                |   |         |
|--------------------------------|---|---------|
| SiO <sub>2</sub>               | = | 0,5 %   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | = | 0,95 %  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | = | 0,54 %  |
| CaO                            | = | 30,36 % |
| MgO                            | = | 20,82 % |
| Glühv.                         | = | Rest    |

Genetisch hängen beide Dolomit-Varietäten dergestalt zusammen, daß der Dolomit vom Hirri-Typ einen dolomitisierten Riffkomplex darstellt, deren Erbauer Kalkalgen waren. Der sich anlagernde Hardi-Dolomit erscheint als dolomitisierte geschichtete Fazies (Abb. 5). Im Prinzip liegen ähnliche Verhältnisse vor wie im Jura Süddeutschlands, nur daß die Erbauer der Riffe in diesem Fall Stromatolithen waren. Die 1961 sichtbaren Vorkommen wiesen Vorräte von etwa 120 000 t auf. Die inzwischen neu erschlossenen Vorkommen belaufen sich auf etwa 0,5 Mill. t, haben aber den Nachteil einer relativ geringen Mächtigkeit, die nach den geologischen Untersuchungen niemals mehr als 5 m betragen kann. Dolomite ähnlichen Typs, die sich für die Sinterung in Schachtöfen eignen, gibt es in der weiteren Umgebung von Bilaspur bei Torwa (Basis des 5. Zyklus) und vor allem bei Baradwar, an der Bahnlinie Bilaspur-Rourkela. Letzteres Vorkommen liefert bereits heute nennenswerte Mengen zur Versorgung Rourkelas. Stratigraphisch scheint es ebenfalls an die Basis des fünften Zyklus zugehören. Die verschiedenen Dolomit-Varietäten hatten eine zeitlang erhebliche Schwierigkeiten im Hüttenwerk Rourkela gegeben.

Insgesamt gesehen liegen bei sorgfältiger Begutachtung der Kalk- und Dolomit-Vorkommen in Orissa, Madhya Pradesh und Bihar genügend Rohstoffreserven für die Versorgung der bisher bestehenden Werke und der neu zu errichtenden. Allerdings muß auch hier durch entsprechendes Abbohren der Lagerstätten und einer hinreichenden Kontrolle des gefördert Materials — bei den keineswegs zu üppigen

Kalk- und Dolomit-Vorkommen — Sorge getragen werden. Über die Möglichkeiten, weitere Lagerstätten im Chhattisgarh-Becken zu erschließen, unterrichtet die Zyklengliederung und ein schematisches geologisches Profil durch das Becken (Abb. 4 und 6).

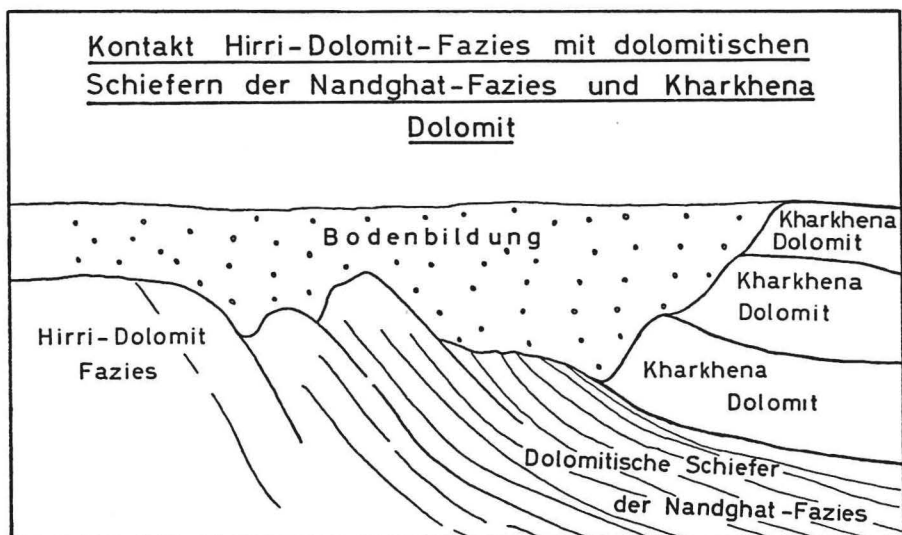


Abb. 5.

#### Schematisches geologisches Profil durch das Chhattisgarh-Becken

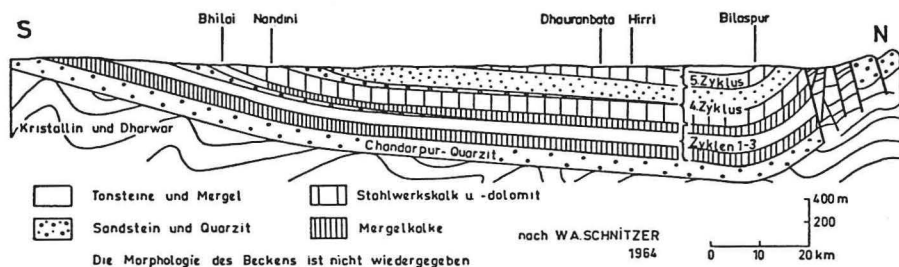


Abb. 6.

### V. Die Rohstoffbasis und ihre Probleme

Angeichts der bei den einzelnen Rohstoffvorkommen geschilderten Vorräte könnte man leicht der Meinung sein, daß bei derartig großen Rohstoffkonzentrationen keine nennenswerten Schwierigkeiten in der

Versorgung der bestehenden und neu zu gründenden Stahlwerke auftreten könnten. Leider stimmt das keineswegs, da die für die Stahlwerke benötigten Rohstoffmengen sehr beträchtlich sind und nicht nur von der Rohstoffseite her Schwierigkeiten auftreten können, sondern ebenso durch die oft noch nicht hinreichend überwachten Betriebe und im besonderen durch die gegebenen Transportmöglichkeiten.

Allein für jedes staatliche Stahlwerk liegt ein Mindest-Rohstoffbedarf pro Jahr von 1,6 Mill. t Eisenerz, 1,6 Mill. t Kohle, 100 000 bis 150 000 t Manganerz, ca. 500 000 t Kalkstein und etwa 30 000 t Dolomit vor. Für die z. Z. in Betrieb stehenden privaten und staatlichen Hüttenwerke herrscht ein Jahresbedarf von rund 10 Mill. t Eisenerz, 10 Mill. t Kohle, 3 Mill. t Kalkstein, ca. 1 Mill. t Manganerz und 200 000 t hochwertigem Dolomit. Für das Planziel 1971 — was aber sicher nicht erreicht wird — werden bereits über 27 Mill. t Eisenerz zu fördern sein, dieselbe Menge an Kohle, 8,5 Mill. t Kalkstein, 2,5 Mill. t Manganerz und 0,5 Mill. t Dolomit. Solche Mengen müssen, selbst wenn für viele Rohstoffe unvergleichlich größere Vorräte vorliegen, gefördert, klassifiziert und vor allem abtransportiert werden.

Eisen- und Manganerze kommen in so gewaltigen Mengen vor, daß sie die bestehenden und neu zu gründenden Hüttenwerke über viele Jahrzehnte ohne weiteres versorgen können. Für Bhilai, Rourkela und Jamshedpur liegen sie so nahe, daß Engpässe durch den Transport kaum entstehen. Vor allem die großen Eisenerz-Vorkommen sind Grundpfeiler der indischen Eisen- und Stahlindustrie. Die große Bedeutung der Eisen- und Manganerze spiegelt sich nicht zuletzt darin wider, daß ein Viertel der Eisenerzproduktion trotz der bestehenden Hüttenwerke exportiert wird und nahezu 90 % der Manganförderung. Die schwankende chemische Zusammensetzung der Erze und der oft erhebliche Anteil an  $\text{SiO}_2$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  führt jedoch immer wieder zu Schwierigkeiten bei den bestehenden Stahlwerken.

Weit weniger günstig liegen die Verhältnisse auf dem Kohlesektor. Die Gondwana-Kohlen, die in ihrer Qualität an die europäischen und amerikanischen nicht heranreichen, sind dem Eisenerz keineswegs äquivalent. Die guten Kokskohlevorkommen dürften eine verhältnismäßig geringe Lebensdauer haben. Von den Vorräten her gesehen, sind sie in einigen Jahrzehnten erschöpft. Die indische Regierung unternimmt große Anstrengungen, minderwertige Kohlen durch die Erstellung von Kohlewaschanlagen dem Wirtschaftsprozess einzugliedern. Insbesondere versucht man, die Kohlevorkommen in der Nachbarschaft der schon bestehenden Stahlwerke in verstärktem Maße heranzuziehen, entweder durch Aushalten von Kokskohle oder durch Waschen. Sie sollen als Verblendmaterial den beschränkt vorhandenen hochwertigen Kohlen zugegeben werden.

Ferner ist zu bedenken, daß der Bergbau zur Zeit dazu gezwungen ist, vom Übertagebau allmählich auf den Untertagebau überzugehen. Diese Umstellung bedarf Zeit und einer erheblichen Kapitalinvestition. Viele Staaten, wie die UdSSR, USA, Polen, Großbritannien und Frankreich, haben ihre Unterstützung zugesagt. Ein großer Teil der Betriebe hat auch heute noch äußerst geringe Förderkapazitäten. In diesem Zusammenhang verdient der Einsatz von Mineralölen, als Energieträger im Hochofenprozeß, besondere Beachtung. In der westlichen Welt sind heute schon ca. 20 % der bestehenden Hochöfen mit Ölzusatzeinrichtung ausgestattet. Dadurch wird der Koksverbrauch gesenkt und die Leistung gesteigert. Die Tata Iron & Steel Company in Jamshedpur Tatanagar hat in vorausschauender Weise die erste Ölzusatzeinrichtung in Betrieb. Im einzelnen spielen allerdings sehr viele Faktoren bei Einsatz von Öl im Hochofenprozeß eine Rolle, um wirtschaftlich arbeiten zu können. Alle in Angriff genommenen Projekte können aber trotzdem nicht darüber hinwegtäuschen, daß die hochwertigen Kohlevorkommen nur beschränkte Zeit ausreichen und hier mit eine der Hauptschwierigkeiten für die Expansion der Stahlindustrie, auf längere Sicht gesehen, liegt.

Einige Schwierigkeiten werden auch die Zuschlagsstoffe bereiten. Für die 1971 geplante Eisen- und Stahlproduktion müssen mehr als 8,5 Mill. t hochwertiger Kalk und 0,5 Mill. t hochwertiger Dolomit gefördert und transportiert werden. Bei den für die Hüttenwerke zu stellenden Anforderungen an die Zuschlagsstoffe ist eine derartige Förderung keineswegs leicht. Zahlreiche Betriebe liegen in privater Hand und fördern noch nach sehr einfachen Methoden. Oft wird Raubbau getrieben, der später nicht wieder gut zu machen ist. Die stark wechselnde chemische Zusammensetzung der Kalk- und Dolomitvorkommen fordert selektive Bauweise, chemische Schnellteste im Grubenbetrieb und Rationalisierung im Abbaufahren. Die Planung ist nicht immer glücklich. Minen, die früher einige tausend Tonnen pro Monat geliefert haben, sind inzwischen fast still gelegt, da andere Stahlwerke geographisch besser orientierte Vorkommen in Abbau genommen haben und auf die langen Transportwege vernünftigerweise verzichten. Dadurch wird die ohnehin mehr als überlastete indische Eisenbahn für den Kohletransport frei.

Ein außerordentlich wichtiger Faktor ist schließlich die indische Eisenbahn, die für die Bereitstellung von Spezialwaggons und den Abtransport der Rohstoffe zu sorgen hat. Immerhin müssen die Kohlen z. T. über Entfernungen bis 725 km transportiert werden. Was die indische Eisenbahn seit der Unabhängigkeit geleistet hat, ist großartig und verdient alle Anerkennung. Wenn es trotzdem immer wieder zu Transportschwierigkeiten kommt, so liegt das einfach daran, daß man in kurzer Zeit all diese Probleme auch bei größter Anstrengung nicht

zufriedenstellend lösen kann. Durch die Erweiterung der privaten und staatlichen Stahlwerke wird das bisher bestehende Transportproblem sicher nicht besser, sondern schlechter. Das Transportproblem ist nach wie vor eines der größten, das sich bei der Erweiterung und Neuerrichtung von Stahlwerken ergibt. Durch zielsichere Planung, Arbeit und Fleiß wird es sich sicher eines Tages — wenn auch mit sehr großen Anstrengungen — bewältigen lassen. *Ehe man allerdings an eine weitere Expansion der Stahlindustrie in Indien denkt, die von der Rohstoffseite her zwar ohne weiteres durchführbar wäre, sollte man den Inlandsbedarf und die Chancen des Exportes sehr genau überprüfen.*

#### Ausgewählte Schriften

- Aswathanarayana, U.: Determination of Rocks and Geochronology of India. — International Geological Congress XXII Session India 1964. New Delhi 1964.
- Dehm, R.: Zeitgebundene Gesteine und organische Entwicklung. — Geol. Rundschau, 45, H. 1, 52—56, Stuttgart 1956.
- Dunn, J. A. and Dey, A. K.: The geology and petrology of Eastern Singhbhum. — Mem. Geol. Surv. India, 69 (2), 281—456, Calcutta 1942.
- Freyberg, B. v.: Die Bodenschätze des Staates Minas Geraes (Brasilien). — Stuttgart 1934.
- Harder, E. C.: The „Itabirite“ iron ores of Brasil. — Economic Geology IX, S. 101—111, 1914.
- Heinrich, Hans.: Rourkela — Aufbau und Rückblick. — Rourkela Nr. 5, Übersee-Schriftenreihe 1959/1960, Hamburg Übersee-Verlag 1959.
- Holmes, A.: The age of Uraninite and Monazite from the post-Delhi pegmatites of Rajputana. — Geol. Mag. 86 (5), 288—302, 1949.
- Holmes, A.: Age of Uraninite from a pegmatite near Singar, Gaya District, India. — Amer. Mineral, 35, 1—2, 19—28, 1950.
- Holmes, A.: Dating the Pre-Cambrian of Peninsular India and Ceylon. — Proc. Geol. Assn. Canada, 7, (2), p. 81—106, 1955.
- Jones, H.: The Iron-ores of Bihar and Orissa. — Mem. Geol. Survey of India, 63, 167—299, Calcutta 1934.
- Krishnan, M. S.: Geology of India and Burma. — Higginbothams Ltd. Madras 1956.
- Krishnan, M. S.: Iron-Ores in India. — International Geological Congress XXII Session, India 1964, New Delhi 1964.
- Mahadevan, C. and Aswathanarayana, U.: Age levels of Archaen structural provinces. — Current sci. (Bangalore), 24, p. 73—75, 1955
- Mehta, D. R. S.: Gondwanas in India. — International Geological Congress XXII Session, India 1964, New Delhi 1964.
- Pascoe, E. H.: A Manual of the Geology of India and Burma. — Volume I, Calcutta-Delhi 1950.
- Pascoe, E. H.: Volume II, Calcutta-Delhi 1959.

- Percival, F. G.: Iron-Ores. — Jour. Sci. Ind. Res. Vol. 6, Nr. 2, pp. 61—69, New Delhi 1947.
- Pochhammer, W. v.: Indiens Infrastruktur. — Indo-Asia, 1, Stuttgart 1963.
- Pochhammer, W. v.: Die Infrastruktur der indischen Wirtschaft. — Indo-Asia, 2, Stuttgart 1963.
- Pochhammer, W. v.: Indiens Wirtschaft heute. — Mainz 1964. 312 S.
- Rao, M. R. Sreenivasa: Algal structures from the Cuddapah limestones (pre-Cambrian), South India. — Mysore Univ. Half-yearly Jour., sec. B/9 (2), p. 67—72, Mysore 1949.
- Schnitzer, W. A.: Zur Geologie des Nördlichen Chhattisgarh-Beckens. — Bericht an die DFG, 1964.
- Schnitzer, W. A.: Die Naturschätze der Entwicklungsländer. — Entwicklungspolitik, Handbuch und Lexikon. Bochum 1966.
- Schnitzer, W. A.: Zur Stratigraphie und Lithologie des Nördlichen Chhattisgarh-Beckens (Zentralindiens) unter besonderer Berücksichtigung von Algenriff-Komplexen. — Z. deutsch. geol. Ges., Bd. 118, 1968.
- Schnitzer, W. A.: Erfahrungen mit chemischen Schnelltesten bei der Prospektion von Stahlwerksdolomit in Indien. — Im Druck beim Geological Survey of India — Calcutta.
- Wadia, D. N.: Geology of India. — London 1957.