

**MASSENSCHÜTTGUTFÖRDERUNG IN ERDAUFGABEN
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER BANDFÖRDERUNG**

von

Klaus-Jürgen Grimmer

Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie;
Grundlagen der Rohstoffversorgung, Heft 6, Geotechnik und
Sicherheit im Bergbau - Seminar in Köflach am 22. und
23. November 1979, Wien 1982.

MASSENSCHÜTTGUTFÖRDERUNG IN BRAUNKOHLENTAGBAUEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER SANDFÖRDERUNG

von Klaus-Jürgen Grimmer

Bei den im Bergbau gewonnenen mineralischen Rohstoffen handelt es sich häufig um spezifisch verhältnismäßig wertarme Massenschüttgüter, bei denen die Kosten des Transportes einen erheblichen Prozentanteil an den Endproduktkosten ausmachen können. Die wirtschaftliche Förderung solcher Schüttgüter ist daher von außerordentlicher großer Bedeutung.

Bei der Gewinnung im Tagbau unterscheidet man grundsätzlich das diskontinuierliche oder Festgesteinverfahren und das kontinuierliche oder Lockergesteinverfahren.

Das diskontinuierliche Gewinnungsverfahren wurde im wesentlichen zu seinen heutigen Maschinengrößen in den USA, in England und in der Sowjetunion entwickelt und ist gekennzeichnet durch den Einsatz intermittierend arbeitender Geräte wie Schürfkübelbagger und Löffelbagger. Gegenüber kontinuierlich arbeitenden Maschinen zeichnen sich diese Geräte durch eine weitgehende Unempfindlichkeit bei der Gewinnung harten, grobstückig anfallenden Haufwerkes aus. Hinsichtlich des maximalen Fördergutumschlages sind sie jedoch gegenüber den heute eingesetzten großen, kontinuierlich arbeitenden Gewinnungsgeräten unterlegen. Bei einer weiteren Steigerung der Geräteabmessungen werden Schürfkübelinhalte bis 300 m^3 und Löffelinhalte bis 230 m^3 als realisierbar angesehen (1).

Abb. 1 zeigt als Beispiel einen Schürfkübelbagger in einem australischen Tagbau. Abb. 2 gibt die Abmessungen eines Großlöffelbaggers wieder, mit einem Löffelinhalt von 50 m^3 .

Wenn kein direktes Umsetzen geschieht, erfolgt der Abtransport des gewonnenen Materials üblicherweise durch SLKW in Form von Hinterkippern oder Bodenentleerern, die als Einzelfahrzeug oder als Sattelfahrzeug ausgeführt sind, oder sel-

tener mit Zugbetrieb, nicht häufig, aber zunehmend auch mit Bandförderanlagen.

Abb. 3 zeigt als Beispiel die Gegenüberstellung zweier SLKW's für 181 t und 68 t Nutzlast. Der bisher größte dieser Art gebaute SLKW ist für eine Nutzlast von 318 t bestimmt. Die installierte Motorleistung beträgt 2440 kW bei diesel-elektrischer Kraftübertragung. Das Fahrzeug ist bei einer Eigenmasse von 231 t 20,4 m lang, 7,8 m breit und 5,7 m hoch (2).

Zu den diskontinuierlichen Gewinnungsmethoden zählt auch der Einsatz von Schürfkübelfahrzeugen mit Raupen- und insbesondere mit Reifenfahrwerken, die Gewinnungs- und Transportaufgabe miteinander verbinden.

Das kontinuierliche Gewinnungsverfahren sieht eine stetige Gewinnung des Materials durch Eimerketten- und/oder Schaufelradbagger vor und ist in Lockergesteinen einsetzbar. Es lassen sich wesentlich größere Fördergutströme als beim diskontinuierlichen Gewinnungsverfahren erreichen. Die ständige Vergrößerung der Geräte hat heute zur Einführung von Schaufelradbaggern und Absetzern geführt, die pro Tag bis 240 000 m³ gewachsenen Boden umsetzen können.

Abbildung 4 gibt einen Schaufelradbagger für die Gewinnung von theoretisch 60 000 m³ gewachsenen Boden pro Tag wieder, der in einem griechischen Braunkohlentagbau eingesetzt ist. Abbildung 5 zeigt einen Absetzer im gleichen Tagbau, der einen 60 m langen Ausleger zum Abwurf des Abraumes auf der Kippe besitzt.

Beim kontinuierlichen Gewinnungsverfahren können Abförderung und Absetzung des Abraumes mitunter im Direktversturz erfolgen. Es eignen sich hierfür Bagger mit verlängertem Abwurfsausleger, Direktkombinationen von Bagger und Absetzer sowie die Verbindung zwischen Bagger und Absetzer durch lange, verfahrbare Abraumförderbrücken, die im direkten Weg den Tagbau überbrücken.

Bei längeren Förderwegen kann die Förderung durch Bandförderanlagen, Zugbetrieb oder seltener mit SLKW erfolgen.

Abbildung 6 gibt in einer Gegenüberstellung einige Möglichkeiten der Abraumpföderung in einem Braunkohlentagbau mit kontinuierlichem Gewinnungsverfahren wieder. Der Förderbrückenbetrieb bei a) führt durch den direkten Weg zwischen Abbau und Kippe zu geringen Transportkosten. Bei b) ist ein Braunkohlentagbau mit Zugbetrieb zu sehen, während bei c) die Förderung des Abraumes zwischen der Baggerseite und dem Absetzer von Bandförderanlagen übernommen wird.

Die unterschiedlichen, genannten Fördermittel wie SLKW, Zugbetrieb oder Bandförderanlagen weisen im Vergleich miteinander verschiedene Vor- und Nachteile auf (3).

Der SLKW hat den Vorteil einer guten Anpassungsfähigkeit an veränderte Einsatzbedingungen und unterschiedliche Fördergutströme. Er besitzt eine gute Steigfähigkeit bis etwa 6° bei noch erträglichen Fahrgeschwindigkeiten, eine hohe Kurvengängigkeit, eine gute Manövrierbarkeit und kann auch grobstückiges Haufwerk transportieren. Für den Streckentransport größerer Schüttgutmengen über weitere Entfernungen scheidet der SLKW üblicherweise jedoch wegen seiner hohen Energie-, Personal- und Anlagenkosten schnell aus. Eine Automatisierbarkeit des Betriebes ist praktisch nicht gegeben. Mit größeren Fahrzeugnutzlasten nimmt jedoch die Grenze des wirtschaftlichen Einsatzes deutlich zu. So sind heute auch Tendenzen zu erkennen, die bis Ende dieses Jahrtausends eine Nutzlaststeigerung auf 700 t und eine Geschwindigkeitssteigerung auf 55 km/h vermuten lassen. Das Nutzlast- Leergewichtsverhältnis wird infolge besserer Berechnungsmethoden ansteigen, es werden sicherlich Überlegungen realisiert werden zur Energiespeicherung bei Talfahrt mit Hilfe von Schwungradgeneratoren oder ähnlichen Einrichtungen. Wesentliche Probleme sind aus der Entwicklung der Reifen und der Antriebssysteme zu erwarten, ungünstig ist die Entwicklung der Kraftstoffkosten (4).

Große Massenschüttgutströme lassen sich über große Entfernungen in wirtschaftlich günstiger Weise mit dem Zugbetrieb transportieren. Vorteile ergeben sich hier aus einer Elastizität bei wechselnden Fördergutströmen und Fördergutqualitäten sowie einer einfachen Automatisierbarkeit des Betriebsablaufes. Eine leichte Ausbaufähigkeit zur Leistungssteigerung ist gegeben. Ein wesentlicher Nachteil ist die geringe Steigfähigkeit durch den Reibungsschluß zwischen Stahlrad und Schiene von meist wirtschaftlich maximal nur um 1° , wodurch bei Überwindung großer Höhenunterschiede aufwendige Rampenanlagen und erhebliche Verlängerungen der Förderentfernungen notwendig werden.

Die Leistungsfähigkeit des Zugbetriebes läßt sich durch Einsatz von Großraumwagen in langen Zugeinheiten steigern. Hier können beispielsweise für den Abraumtransport 8-achsige Kastenkipper mit kurzer Kippzeit bei einem Inhalt von $90 - 96 \text{ m}^3$ und einer Eigenmasse von 60 t Verwendung finden. Entsprechende Großraumwagen für den Transport von Kohle können Sattelwagen in Form von Seitenentleeren sein mit einem Inhalt von maximal 120 m^3 bei einer Eigenmasse von 27 t (5,6).

Abbildung 7 zeigt das Messebild eines 4-achsigen Abraum-Kastenkippers, Abbildung 8 mehrere 4-achsige Sattelwagen für Braunkohle, deren Seitenklappen sich mechanisch oder pneumatisch öffnen lassen.

Mit Bandförderanlagen können infolge eines stetigen Förderflusses erhebliche Massenschüttgutströme umgesetzt werden, die höher liegen als bei anderen im Braunkohlentagebau eingesetzten Fördermitteln. Sehr vorteilhaft sind auch die maximalen überbrückbaren Streckenneigungen von etwa $16 - 18^\circ$ und die mit modernen Fördergurten erzielbaren großen Einzelbandlängen. Ihre Nachteile, wie mangelnde Kurvengängigkeit und

Empfindlichkeit gegenüber grobstückigen Materialien, können in Lockergestein-Tagbauen durch hintereinandergeschaltete, gerade Bänder mit entsprechenden Abwinkelungen an ihren Übergabestellen vermieden werden oder treten im wesentlichen nicht als Nachteil in Erscheinung. Die schwerfällige örtliche Anpassungsfähigkeit an die Bewegungen des Baggers kann durch rückbare Anlagenkonstruktionen und Zwischenschaltung von fahrbaren Bandwagen zwischen Bagger und Strossenband verbessert werden.

Durch die ständige Steigerung der Massenschüttgutströme und die wachsende Teufe der Braunkohlentagbaue nimmt hier der Einsatz von Bandförderanlagen zum Transport der Massenschüttgüter Abraum und Kohle gegenüber anderen Fördermitteln ständig zu. In Kombination mit der Zugförderung sollte man sie dort einsetzen, wo zu Beginn der Förderstrecke größere Höhenunterschiede zu überwinden sind, während die Zugförderung ihren Hauptvorteil beim Massenschüttguttransport über größere Entfernungen auf mehr oder weniger ebenem Gelände entwickeln kann.

Infolge des ständig wachsenden Einsatzes von Bandförderanlagen im Braunkohlentagbau soll nun auf dieses Fördermittel und den Stand der Technik eingegangen werden.

Abbildung 9 zeigt den Abraumtransport auf einer Bandförderanlage mit starren Tragrollenstationen am Beginn der Förderstrecke. Im Hintergrund erkennt man den Schafelradbagger im Abraum.

In Ermangelung ausreichender Kurvengängigkeit werden im Streckenverlauf der Förderung Übergabestellen erforderlich sein, an denen die Förderstrecke abgewinkelt und das Fördergut dem nächst folgenden Band übergeben wird. Abbildung 10 zeigt eine solche Übergabestelle.

Die Antriebe der Bandförderanlage werden an den Übergabestellen am Kopf oder/und am Heck des Bandes angebaut. Üblich sind hier Eintrommel- oder Zeitrommelantriebe am Kopf oder auch Kopf- Heckantriebe. Verschiedene Antriebsanordnungen werden schematisch in Abbildung 11 dargestellt. Die Antriebstrommeln sind schwarz-weiß gekennzeichnet. Die Antriebsart bei a) wird allerdings meist nur bei der Anordnung des Antriebes unter Raumbeschränkung verwendet.

Abbildung 12 gibt den Zweitrommelkopfantrieb einer Bandförderanlage im Foto wieder, Abbildung 13 zeigt das Beispiel eines Heckantriebes einer solchen Anlage.

Die Stützung des Fördergurtes auf der Strecke erfolgt üblicherweise durch je drei Tragrollen je Rollensatz, die starr in einen festen Unterstützungsgerüst gelagert sind oder die gelenkig an ihren Achsen girlandenförmig miteinander verbunden sind und seitlich in die Längsprofile des Anlagengerüstes eingehängt werden. Die Gerüststützen sind entweder ortsfest gelagert oder auf Schwellen gesetzt, die seitlich zum Rücken der Anlage Rückschienen tragen. Zur Vermeidung von Gerüstverwindungen müssen sie dann beispielsweise entweder gelenkig-beweglich oder besonders starr mit Diagonalverband auf den Schwellen befestigt sein. Das Foto eines solchen rückbaren Bandgerüstes wird in Abbildung 14 wiedergegeben.

Der Abraum wird am Ende des Förderweges dem Kippenband zugeführt, in dessen Verlauf häufig ein verfahrbarer Bandschleifenwagen angeordnet ist, der an jeder Stelle des Kippenbandes den Abraum auf das Aufnahmeband des Absetzers übergeben kann. Abbildung 15 zeigt bei a) die schematische Darstellung eines solchen Bandschleifenwagens und bei b) eine besonders schwere Bauausführung für 1800 mm Gurtbreite.

Infolge ihrer zunehmenden Verbreitung hat die Bandförderanlage eine bemerkenswerte Entwicklung durchgemacht. Die Entwicklung bezieht sich dabei auf eine ständige Vergrößerung der Anlagen, auf eine Ausweitung der Einsatzmöglichkeiten sowie auf eine Verbesserung von Anlageneinheiten.

Durch die zunehmende Gewinnung mineralischer Rohstoffe aus ärmeren Lagerstätten, ihre ständig steigende Abraumüberdeckung, Verstärkung der Betriebskonzentrationen und den zunehmenden Langstreckentransport von Massenschüttgütern sind die Maximalwerte für Streckenlängen und Fördergutstrom bei Bandförderanlagen ständig gewachsen.

Bekannt ist hier beispielsweise die Anlage für Rohphosphattransport in der früheren spanischen Provinz Sahara über 98,7 km in 11 Einzelbandabschnitten.

Die wirtschaftliche Abraumförderung, insbesondere im deutschen Braunkohlentagebau, verlangte durch die steigende Nachfrage nach Kohle und zunehmende Mächtigkeit der Abraumüberdeckung eine ständige Erhöhung des Fördergutstromes. Es sind hierfür Antriebsstationen im Einsatz, die mit einer Gurtbreite von 3 m und einer Bandgeschwindigkeit von 5,2 m/s. einen Fördergutstrom von über 30 000 t/h erreichen lassen (3,7).

Abbildung 16 zeigt Foto und Zeichnung einer solchen Antriebsstation, die durch Art der gewählten Gurtführung mit maximal drei Antriebstrommeln und 6 x 1 500 kW Antriebsleistung ausgestattet werden kann. Die Station ist etwa 50 m lang und 14 m hoch.

Die letzte Größenentwicklung solcher Antriebsstationen führte in der rheinischen Braunkohle zu Dreitrommelantriebseinheiten mit 6 x 2 000 kW bei einer Steigerung der Gurtgeschwindigkeit auf 7,5 m/s. Durch die Steigerung der Förder-

geschwindigkeit konnte der maximale Fördergutstrom auf etwa 40 000 t/h Abraum erhöht werden, in wirtschaftlicher Weise ließ sich dabei gleichzeitig die Gurtbreite auf 2,8 m zurücknehmen. Trotz der Steigerung des maximalen Fördergutstromes von 30 000 auf nunmehr 40 000 t/h ergeben sich infolge der Erhöhung der Bandgeschwindigkeit keine größeren Gurtzugkräfte als bei den zunächst eingesetzten 1500 kW-Antriebsseinheiten (8).

Mit der ständig steigenden Größe der Einzelbandlängen, des Fördergutstromes und der Gurtgeschwindigkeit wurden im Laufe der Jahre größere Antriebsleistungen und Gurtbreiten erforderlich, die eine Reihe von Problemen aufwarfen. So erreichen Scherbeanspruchung und Flächenpressung des Trommelbelags und des Fördergurtes bereits Belastungsgrenzen. Die Verbindungsstelle der eingesetzten Fördergurte mit Stahlseileinlagen wird als Schwachstelle immer deutlicher, so daß eine weitere Steigerung von Seilanzahl und Seildurchmesser im Gurt zur Erhöhung der Gurtbruchlast nicht zielführend ist. Bei den genannten Anlagen für extreme Fördergutströme werden daher jetzt Gurte der Type St 4 500 eingesetzt, bei denen man noch mit einer 3-stufigen Gurtverbindung auskommt. Bei der Dimensionierung der Gurte wurde mit verringerten Bruchsicherheiten im Beharrungszustand zwischen 5 und 7 gerechnet, als Reibungsbeiwert zwischen Antriebstrommel und Gurt wurde ein erhöhter Wert von 0,35 angenommen (8,9).

Bei großen rückbaren Bandförderanlagen mußte auf schnelles und einwandfreies Nachrücken der schweren Antriebs- und Umlenkstation geachtet werden. Mit zunehmendem Gewicht wurde hierfür auf angebaute Raupenfahrwerke verzichtet und man hat zur Ortsveränderung der Stationen Lenkschreitwerke eingesetzt. Vier Schreitwerke dieser Art können beispielsweise seitlich am Stützponten der Antriebsstation mittels Bolzenverbindungen angeschlagen werden und lassen sich auf diese Weise für mehrere Stationen wechselweise benutzen. Das Anhe-

ben der Last erfolgt mit Hilfe eines senkrecht wirkenden Stützzylinders, die seitliche Bewegung der angehobenen Last übernehmen zwei um 90° versetzt angeordnete Steuerzylinder. Abbildung 17 zeigt zwei an einer Antriebsstation angeschlagene Schreitwerke zur Ortsveränderung der Station.

Die Antriebsstationen der schweren Bandförderanlagen mit 3 m bzw. 2,8 m breiten Gurten haben eine Masse von 700 t. Anbaubare Schreitwerke lassen sich für eine Ortsveränderung dieser Stationen nicht mehr verwenden, da ihr wechselweiser Einsatz an verschiedenen Stationen durch eine mangelnde Mobilität infolge ihres sehr großen Eigengewichtes kaum noch gegeben ist. Für das Nachrücken dieser Stationen wurden daher Transportraupen eingesetzt, die zwischen den beiden Standpontons einer Antriebsstation einfahren, die Station anheben und somit nacheinander verschiedene Antriebsstationen umsetzen können (8,10).

In Abbildung 18 werden die wesentlichen Teile des Unterbaues und des Fahrwerkes einer selbstverfahrbaren Transportraupe wiedergegeben. Die Raupe hat eine Länge von 11 m, eine Breite von 9,5 m und eine Höhe mit eingefahrenen Hubzylindern von etwa 2,6 m. Sie besteht aus Unterbau, Fahrwerk, Hubzylindern und Mittelzapfen, Ladeplattform und Antriebsaggregat mit Hydraulikanlage (11).

Die heute bereits erreichte Größenordnung läßt deutlich technische und wirtschaftliche Grenzen der herkömmlichen Förderbandkonstruktionen erkennen. Die Einzelteile dieser Anlagen erreichen hohe Gewichte, verursachen hohe Investitionskosten und werden in Handhabung und Wartung immer schwieriger.

Für eine weitere Vergrößerung der Anlagenlängen und des Fördergutstromes werden daher zunehmend Überlegungen angestellt, die konventionelle Förderbandkonstruktion zu ver-

lassen, deren besonderer Nachteil die örtlich am Kopf und Heck der Anlage konzentriert eingeleiteten, sehr hohen Antriebskräfte sind. Durch eine Vielzahl von Einzelantrieben auf der gesamten Förderstrecke läßt sich die maximale Gurtzugkraft erheblich absenken und eine wesentlich leichtere Gesamtkonstruktion erreichen.

Möglichkeiten dieser Art werden in Abbildung 19 gezeigt. Bei a) werden als Antriebe auf dem Streckenverlauf des Gurtförderers motorisch angetriebene Mitteltragrollen verwendet. Bei b) wird die erforderliche Antriebskraft durch eine große Anzahl von Treibgurtantrieben aufgebracht, während bei c) Linearmotoren zum Antrieb eingesetzt werden, deren Sekundärteil in den Randzonen des Gurtes angeordnet ist.

Die drei im Bild dargestellten Möglichkeiten zur Verringerung der erforderlichen Gurtfestigkeit und des Anlagengewichtes zeigen interessante Lösungswege auf. Im Fall a) liegt die Problematik in der richtig angepaßten Größe der Reibkraftübertragung an die jeweilige Gurtbeladung, während im Fall c) Schwierigkeiten in der Gurtführung in der Verschmutzung, in der Größe des erforderlichen Luftspaltes und damit des Wirkungsgrades und des Leistungsfaktors sowie in der Lebensdauer der leitenden Gurteinlagen zu überwinden sind.

Ausgeführt und in der Praxis eingesetzt wird jedoch der im Bild unter b) dargestellte Treibgurtantrieb. Er wird hier als TT-Antrieb - Trag-Treibgurt-Antrieb - bezeichnet. Abbildung 20 zeigt einen solchen TT-Antrieb in einer Bandförderanlage mit einer Fördergeschwindigkeit von 5,2 m/s und einem Fördergutstrom von 16000 t/h. Die Gurtbreite des Traggurtes beträgt 2200 mm, diejenige des Treibgurtes 1600 mm. Zu erkennen ist der Gurtumlauf und die Antriebstrommel des Treibgurtes (12).

Die Mehrzahl der bald 100 bisher eingesetzten Treibgurtlängen schwankt zwischen 60 und 200 m je m² Berührungsfläche, zwischen Treib- und Traggurt sollen etwa 1 - 1,5 kW Antriebsleistung übertragen werden können; die Reibungsbeiwerte zwischen Treib- und Traggurt wurden in der Größenordnung zu 0,4 bis 0,8 angenommen (13,14).

In Abbildung 21 sieht man, wie entscheidend die maximalen Gurtzugkräfte von F_1' auf F_1 ; durch Verwendung von TT-Antrieben auf der Förderstrecke im Vergleich zum konventionellen Kopfantrieb einer Bandförderanlage herabgesetzt werden können.

Eine Ausweitung der Einsatzmöglichkeiten von Bandförderanlagen ergab sich im Verlauf der letzten Jahre in verschiedenen Richtungen.

Es wurden Verbesserungen erreicht im Hinblick auf maximal mögliche Streckenneigungen, Einsatz unter klimatisch und thermisch ungünstigen Bedingungen, Förderung von Materialien mit extremen Eigenschaften und kostengünstigen Transport auch kleinerer Fördergutströme.

Für den Transport von Massenschüttgütern ist jedoch besonders bedeutsam die Verbesserung der Kurvengängigkeit normaler Förderbänder. Ihr Mangel machte bisher eine Vielzahl teurer und zu Störungen neigender Übergabestellen im Verlauf der Förderstrecke erforderlich, wenn aus örtlichen Gegebenheiten keine geradlinige Trassierung möglich war. Da der Fördergurt im Streckenverlauf einer Horizontalkurve weitgehend ohne Führung auf den Tragrollenstationen aufliegt, sind besondere konstruktive Maßnahmen zu ergreifen, um ein seitliches Ablaufen des Gurtes zu verhindern. Diese Führungsmaßnahmen bestehen im wesentlichen darin, der zur Innenkurve hin gerichteten Komponente der Gurtzugkraft entgegenzuwirken. Hierzu geeignete Kräfte lassen sich dadurch gewinnen, daß man das Unterstützungsgerüst des Fördergurtes auf der

Innenkurve anhebt und die Tragrollen der Anlage mit einem mittleren Sturzwinkel in Richtung zur Außenkurve hin einbaut. Es lassen sich Radien einer Horizontalkurve verwirklichen, die größer als 500 - 1000 m sein müssen.

Gebaut wurden Anlagen mit bis zu 11,1 km Länge und projiziert solche mit einer Winkelabweichung der Trassenführung infolge des Kurvenlaufes bis etwa 130 (15).

Abbildung 22 zeigt eine mit 800 mm breitem Gurt ausgeführte Förderbandanlage. Der gesamte Verlauf des Bandes enthält eine Horizontalkurve mit einem Radius von 1400 m, was bei einer Bandlänge von 704 m etwa einer Winkelabweichung der Trassenführung von 25° entspricht.

Schließlich sei noch eingegangen auf die Entwicklungen der Bandfördertechnik, die sich aus einer Verbesserung von Einzelheiten ergeben haben. Es sollen dabei nur einige Beispiele behandelt werden.

Zur Übertragung höherer Gurtzugkräfte und zur Überbrückung größerer Achsabstände werden in zunehmendem Maße Fördergurte mit Stahlseileinlagen verwendet. Gegenüber Gurten mit Gewebeeinlagen ergeben sich hierdurch geringere Betriebsdehnungen, so daß häufig feste Spannstationen ausreichen und auf den Einbau von aufwendigeren, beweglichen Spanneinrichtungen verzichtet werden kann. Im Vergleich zum Gurt mit Gewebeeinlagen gleicher Festigkeit besitzt der Fördergurt mit Stahlseileinlagen eine günstigere Muldungsfähigkeit, was den heutigen Trend zu höheren Muldungswinkeln als 30° und somit zu größeren Materialquerschnitten in der Gurtmulde begünstigt.

Auf der Förderstrecke ist die Entwicklung der Tragrollen und Tragrollenstationen hervorzuheben. Verwendet wird fast ausschließlich die dauergeschmierte Tragrolle mit durchgehender Achse, wie sie als Beispiel für eine besonders schwere Ausführung in Abbildung 23 bei a) wiedergegeben wird. Da die

Güte der Wälzlagerdichtung für die Lebensdauer der Tragrolle von entscheidender Bedeutung ist und darüber hinaus besonderer Wert auf einen geringen Laufwiderstand gelegt wird, hat sich heute weitgehend die Labyrinthdichtung durchgesetzt. Bei besonders schwerem Einsatz ist es möglich, zum Schutze dieser Dichtung zusätzlich eine Fettvorkammer vorzusehen. Die Rolle ist im Bild halb mit Guß- und halb mit Stahlblechboden dargestellt.

Bemerkenswert für den Entwicklungsstand der Bandförder-technik ist der zunehmende Übergang vom starr gelagerten Tragrollensatz zur pendelnd aufgehängten Tragrollengirlande. Bei der Girlande werden die Tragrollen nicht einzeln in die Lagerböcke eines starren Unterstützungsgerüsts eingelegt, sondern gelenkig an ihren Achsen girlandenförmig miteinander verbunden und seitlich in die Längsprofile des Anlagengerüsts eingehängt. Das Beispiel einer gelenkigen Verbindung von Tragrollenachsen durch Verwendung von Kettenlaschen ist in Abb. 23 bei b) zu erkennen.

Abbildung 24 zeigt den Vergleich zwischen einem Gerüstquerschnitt mit starren Tragrollenstationen und einem Gerüst mit eingehängten Tragrollengirlanden. Bei der Girlanden-anordnung entfallen im wesentlichen die Lagerböcke zur Abstützung der Einzeltragrollen und zum Teil auch die Querstreben zwischen den beiden Längsprofilen der Anlage.

Im Vergleich zum starren Tragrollenstuhl hat die Tragrollengirlande bemerkenswerte Vorteile. Beim Auftreten stoßartiger Beanspruchungen kann sie pendelnd ausweichen und trägt somit entscheidend zur Verringerung der dynamischen Kräfte bei. Auf der Förderstrecke wird sie im Obertrum meist in 3-teiliger Form eingesetzt, während im Untertrum 2-teilige Girlanden verwendet werden.

Besondere Vorteile der Tragrollengirlande sind der ruhige Materiallauf besonders beim Transport grobstückigen Fördergutes mit hohen Bandgeschwindigkeiten, die damit verbundene Schonung der Anlagenteile, die günstige Anpassung an einseitige Gutbeladung und die Minderung des Geräuschpegels. Gewisse Nachteile ergeben sich jedoch auf Neigungsstrecken. Im abwärtslaufenden Trum der Anlage entsteht eine Auslenkung der Rollenebene in Förderrichtung, so daß die seitlichen Tragrollen einen negativen Sturz erhalten. Eine Schiefelaufneigung des Gurtes kann die Folge sein, besonders bei kleineren Muldungswinkeln der Anlage.

Neben der starren Traggerüstkonstruktion werden mitunter auch Konstruktionen eingesetzt, bei denen die starren Längsprofile durch Tragseile ersetzt sind. Anlagen dieser Art erreichen vornehmlich bei gleichzeitiger Verwendung von Tragrollengirlanden eine ruhige und geräuscharme Gurtführung. Die Anpassung an mögliche Überladungsspitzen ist günstig. In Abbildung 25 wird das Beispiel einer solchen Anlage gezeigt. Abspannböcke mit entsprechenden Spanneinrichtungen im Streckenverlauf der Anlage sorgen für ausreichende Vorspannung der Tragseile, die auf den Stützen gleitend geführt werden müssen, wenn keine Pendelstützen zum Einsatz kommen. Der wesentliche Nachteil einer solchen Konstruktion ist die Notwendigkeit einer Überwachung der Seilvorspannung und der Ausrichtung der Tragrollenstationen.

Zur Verringerung der Investitionskosten wird zunehmend auf größere Tragrollenabstände als bisher üblich übergegangen.

Insbesondere bei breiteren Bandförderanlagen werden in wachsendem Maße größere Muldungswinkel als 30° verwendet und eine gegenüber den Seitenrollen verkürzte Mittelrolle in die Tragrollenstation eingebaut. Beide Maßnahmen vergrößern den möglichen Materialquerschnitt auf dem Gurt, ohne die Gurtbreite vergrößern zu müssen.

Weitere Entwicklungen betreffen eine Verbesserung von Betriebs- und Unfallsicherheit sowie eine Verringerung der Umweltbelastung insbesondere durch Geräuschemissionen.

Die Betriebssicherheit wird unter anderem durch unkontrollierte Verschmutzung der Bandförderanlage gefährdet. Bei einem Verschmutzungszustand, wie ihn Abbildung 26 zeigt, kann eine Betriebsstörung bereits in Kürze erwartet werden. Von besonderer Bedeutung ist daher die Anbringung geeigneter Gurt- und Trommelabstreifer, damit die Tragseite des Gurtes nach Abwurf des Materiales von anhaftendem Fördergut befreit wird.

Geeignete Abstreifer müssen eine gute Reinigung des Gurtes bewirken, dürfen zu keinen Zerstörungen der Gurttragseite führen und sollen einen nur geringen Verschleiß aufweisen.

Da diese Forderungen einander teilweise widersprechen und sich darüber hinaus die Eigenschaften des Fördergutes je nach Zusammensetzung des Materials und je nach Witterungsbedingungen während der Förderung verändern, ist das Abstreifproblem bei Bandförderanlagen unter schweren Betriebsbedingungen auch heute noch nicht ganz gelöst. Eine Vielzahl verschiedener Abstreiferkonstruktionen wurde erprobt, die meisten eignen sich jedoch immer nur gut für eine bestimmte und konstant bleibende Förderguteigenschaft.

Abbildung 27 gibt einige Beispiele angewandeter Abstreifvorrichtungen wieder.

Die einfache gewichts- oder federbelastete Abstreifleiste quer zur Gurtlaufriechung ist konstruktiv wenig aufwendig und hat sich in vielen Fällen bewährt. Bei körnigem Material entfernt ein solcher einzelner Querstreifer sofort etwa 60 - 70 % des anhaftenden Fördergutes, während bei bindigem Fördergut nur etwa 25 % abgestreift werden. Erfolgreich war bei bindigem Material die Anordnung mehrerer Querabstreifer hintereinander (16).

Als Abstreiferqualitäten sind hochverschleißfeste Gummimaterialien, Polyurethanelastomere und Kombinationsabstreifer im Einsatz, bei denen zwei harte Gummiaußenflächen einen weichen Gummiinnenkern umschließen.

Bei besonders bindigen Fördergütern kann die Abstreifwirkung von Querabstreifern verringert werden, da sich Materialanbackungen an der Abstreifleiste festsetzen. Eine Verbesserung kann hier erreicht werden durch Schrägstellung der Abstreifleiste zur Gurtquerrichtung und ihre Unterteilung in einzelne Abschnitte mit ausreichender gegenseitiger Überdeckung, wie es der gewichtsbelastete Fächerabstreifer in Abbildung 27 zeigt. Durch die Schrägstellung der einzelnen Abstreifleisten werden eventuelle Materialanbackungen entlang der Leiste abgefördert, wenn der Leistenabstand nicht zu gering gewählt wird (17). Der dargestellte Pflugabstreifer wird allgemein vor Einlauf des Untertrums in die Umkehrstation der Anlage eingebaut, um keine Verschmutzungen und Fremdkörper zwischen Gurt und Trommel einlaufen zu lassen. Entgegen der Gurtlaufrichtung rotierende Bürsten eignen sich im allgemeinen nur für nicht besonders bindige Fördergüter.

Zur Vermeidung von Reinigungsarbeiten sollten Abstreifer derart angeordnet werden, daß das abgestreifte Material noch in die Übergabeschurre abgeworfen wird. Möglich ist auch die Anordnung von Kratzerförderern, Schrappern oder Abstreifbändern unterhalb des Abstreifbereiches mit selbsttätiger Abförderung des Abstreifgutes.

Gut bewährt hat sich auch die Wendung des Fördergurtuntertrumes am Kopf und Heck der Anlage um 180° in Gurtlaufrichtung. Die verschmutzte Gurttragsseite liegt auf diese Weise auch im Untertrum oben, Verschmutzungen auf der Förderstrecke werden hierdurch vermieden.

Eine Gurtwendung mit Stützrollen wird in Abbildung 28 wiedergegeben. Sie ist nicht geeignet bei sehr breiten Gurten, weil hier die Beanspruchung der Gurtränder die zulässigen Werte schnell übersteigt.

Das im Bereich der Gurtwendung abfallende Fördergut kann z.B. selbsttätig von einem Schrapper einem Ringförderer zugeführt werden, wie er in Abbildung 29 dargestellt ist. Der Förderer umschließt die Bandförderanlage kreisringförmig und hat im Inneren Mitnehmerstege. Der Antrieb erfolgt durch einen außen liegenden Motor über Reibräder.

Verschleiß und Anbackungen an Trommeln und Tragrollen, die im Bereich des Untertrums mit der teilweise verschmutzten Tragseite des Gurtes in Berührung kommen können, lassen sich durch die Aufbringung von Weichgummibelegen auf die Trommeln bzw. durch Anordnung von Stützringen auf den Tragrollen vermeiden.

An den Prallplatten der Übergabestellen läßt sich ein vorzeitiger Verschleiß der Platte durch aufgeschweißte Wabenmuster aus Profilstahl wie in Abbildung 30 verhindern, in denen sich Fördergut sammelt und somit eine Verschleißschutzschicht bildet.

Aufwachsungen an solchen Prallplatten können durch selbstreinigende Profilleisten aus hochverschleißfestem Gummi vermieden werden, die über einvulkanisierte Stahlprofile mit der Prallplatte verschraubt sind (Abbildung 31). Bei senkrechtem Aufprall des Fördergutes auf die Oberfläche der Gummileisten zeigt der Gummi eine hohe Verschleißfestigkeit. In den Leistenvertiefungen setzt sich Fördergut ab und bildet eine Verschleißschutzschicht.

Zur Verbesserung der Betriebssicherheit und zur weitgehenden Automatisierung des Bandförderbetriebes haben weiterhin vielfältige Überwachungseinrichtungen beigetragen, wie beispielsweise Überfüllungsmelder an den Übergabestellen, Schlupfüberwachung an den Antriebstrommeln, Schalteinrichtungen zur Überwachung möglicher Anbackungen an den Trommeln, Gurtspannungswächter, Gurtschiefaufschalter, Abschalter bei Gurtlängsrissen, Brandmelder und ähnliches.

Die Unfallsicherheit für das Bedienungspersonal wurde durch die Anordnung geeigneter Schutzeinrichtungen an besonders gefährlichen Anlagestellen gesteigert.

Wie Abbildung 32 zeigt, ergeben sich solche durch Pfeile angedeutete Unfallgefährdungen insbesondere an den Auflaufstellen des Gurtes auf die Trommeln, zwischen Gurt und Tragrollen im Bereich von Materialaufgaben, im Bereich von Untergurttragrollen in Kopfnähe bei Wartungsstegen, zwischen Gurt und Tragrollen in sehr engen konvexen Vertikalkurven sowie unterhalb von Spanngewichten. Ausreichenden Schutz gewährleisten hier Füllstücke im Einlaufbereich zwischen Gurt und Trommel bzw. geeignete Schutzgitter.

Durch die ständige Vergrößerung der Anlagen und zwar insbesondere durch die ständig zunehmende Fördergeschwindigkeit ist die Umweltbelastung durch Geräuschemissionen gegenüber früher deutlich angestiegen. Das Ziel einer Schallminderung läßt sich leider nicht immer mit einfachen Mitteln erreichen. Der Aufwand für entsprechende Maßnahmen kann schnell im ungünstigen Verhältnis zum Erfolg stehen.

Erfolge zur Verminderung von Geräuschemissionen wurden an den Antriebsstationen erreicht durch Verwendung von Getrieben der Güteklasse C nach der VDI-Richtlinie 2159 durch Schleifen und optimale Einstellung der Verzahnung, Verripung des Getriebegehäuses sowie durch den Einsatz leiserer Motoren. Eine Schallkapselung von Antriebseinheiten führte ebenfalls zum Erfolg, eine maximale Verringerung der Schallmission konnte dabei sogar um etwa 20 dB A erreicht werden. Die Wartungsmöglichkeiten sind durch eine Kapselung jedoch dann eingeengt, und es können thermische Probleme auftreten (8,18).

Erfolgreich auf der Förderstrecke war die Vergrößerung des Tragrollenabstandes mit einer einhergehenden Verringerung der Tragrollenanzahl, die Verwendung von Tragrollengirlanden und eventuell deren zusätzliche Aufhängung in Tagseilen an Stelle starrer Längsprofile des Unterstützungsgerüsts. Durch Halbierung der Tragrollenanzahl infolge Vergrößerung des Tragrollenabstandes ist etwa eine Schallminderung um

3 dB A zu erreichen (18).

Die Tragrollenmäntel werden aus rundgewalzten, längsgeschweißten Röhren mit geringer Unwucht hergestellt. Die Schallemission der Tragrollen erklärt sich im wesentlichen aus dem Nachteil dieser Röhre, daß sie nicht geometrisch rund sind und Durchmesserdifferenzen auf kleinen Drehwinkeln in der Größenordnung bis zu 1 mm auftreten können. Erfolgreich konnte die Schallemission der Tragrollen herabgesetzt werden durch aufvulkanisierte Gummibelege, die zentrisch rund geschliffen wurden und eine höchste Rundlaufgenauigkeit aufwiesen. Es ergab sich eine Schallminderung um etwa 7 dB A, unabhängig von der Dicke des Belages. Der Herstellungsaufwand ist jedoch sehr groß (18).

Tragrollen mit überdrehten Rollenmänteln erbrachten eine Mindereung der Geräuschemission um 5 - 7 dB A. Durch das Überdrehen wird jedoch die Unwucht dieser Rollen vergrößert, da nunmehr ungleiche Wandstärken entstehen. Der Arbeitsaufwand für das Überdrehen ist ebenfalls erheblich (8,18).

Die Ergebnisse bei aufgeklebten Gummibelegen oder Gummiringen waren unbefriedigend, da eine schnelle Ablösung oder Zerstörung auftrat und anschließend stärkere Geräusche entstanden als bei unbehandelten Rollen (18).

Parallel durchgeführte Versuche zur Ermittlung des Bewegungswiderstandes gummierter Tragrollen erbrachten leider das unangenehme Ergebnis, daß beispielsweise bei gummierten Rollen mit einer Gummistärke von 15 mm und einer Shore-A-Härte von 65 nach DIN 53 515 gegenüber blanken Stahlrollen eine Erhöhung des Bewegungswiderstandes um etwa 45 % auftritt. Bei einer Gummiierung von Tragrollen zum Zwecke einer Verringerung der Geräuschemission muß daher die Vergrößerung des Bewegungswiderstandes berücksichtigt werden (19).

Für zielführend zur Verringerung der Geräuschemissionen wurden daher auch zusammenfassend intensive Anstrengungen der Rohr- und Rollenhersteller gehalten, um in Zukunft besser

geometrisch runde Tragrollen mit nur geringer Unwucht ohne Nachbearbeitung zu liefern (18).

Literatur

- 1) Goergen, H., Korak, J., Martens, P., und Zöllner G.: Stand und Entwicklung der Tagebautechnik. - fördern + heben 25,624 - 628, Mainz 1975.
- 2) Korak, J., Martens, P. und Zöllner, G.: Schwerlastkraftwagen, ein Transportmittel für Massenschüttgüter aus tagebautechnischer Sicht. - fördern + heben 26,587 - 594, Mainz 1976.
- 3) Grimmer, K.-J.: Möglichkeiten und Entwicklungsrichtungen zur Förderung großer Massenschüttgutströme. - Berg- und Hüttenmännische Mh. 120, 234 - 244, Wien 1975.
- 4) fa (anonym): Erdreich-Transport in großen Kübeln. - VDI-Nachrichten 33, Düsseldorf 7. September 1979.
- 5) Grothe, H. ed.: Lexikon des Bergbaues. - Lueger Lexikon der Technik, Band 4, 7275, Stuttgart 1962.
- 6) Gärtner, E.: Entwicklungstendenzen in der Geräte- und Fördertechnik der Rheinischen Braunkohlentagebaue. - Braunkohle 7,226 - 241, Düsseldorf 1955.
- 7) Grimmer, K.-J.: Zum Entwicklungsstand der Bandfördertechnik für den Massenschüttguttransport. - Berg- und Hüttenmännische Mh. 119, 112 - 123, Wien 1974.
- 8) Sartor, W.: Die Entwicklung der 3 m-Bandanlage, - Braunkohle 31,267 - 276, Düsseldorf 1979.
- 9) Hager, M.: Die Stahlseilfördergurte der 3 m-Bandanlagen im Zusammenhang mit der Antriebsstation. - Braunkohle 29,22 - 28, Düsseldorf 1977.

- 10) Sartor, W.: Besondere Probleme bei der Entwicklung von Bandanlagen größerer Leistung. - Braunkohle 28,127 - 130, Düsseldorf 1976.
- 11) Hager, M. und Höfels, H.: Transportraupe zum Verfahren von Förderbandantriebsstationen. - Braunkohle 28,457 - 460, Düsseldorf 1976.
- 12) Kr (anonym): Treibgurte als Zwischenantrieb. - VDI-Nachrichten 29, Düsseldorf 5. September 1975.
- 13) Hartlieb v. Wallthor, R.: Gurtförderung im Steinkohlenbergbau unter Berücksichtigung der besonderen Probleme an Fördergurten. - Braunkohle 31,166 - 173, Düsseldorf 1979.
- 14) Pfannenstiel, P.: Stand- und Entwicklungstendenzen der Massengutförderung. - Glückauf 115, 573 - 579, Essen 1979.
- 15) Grimmer, K.-J.: Überlegungen und Probleme bei der Auslegung von Gurtförderern mit Horizontalkurven. - Berg- und Hüttenmännische Mh. 124, 339 - 346, Wien 1979.
- 16) Vierling, H. und Oehmen, H.: Experimentelle Untersuchungen zum Abstreifvorgang bei Gurtreinigung von Förderbandanlagen. - Braunkohle 20, 73 - 79, Düsseldorf 1968.
- 17) Lubrich, W.: Beitrag zu Fragen der mechanischen Gurtreinigung. - Braunkohle 19, 81 - 89 und 130 - 133, Düsseldorf 1967.
- 18) Hager, M.: Problematik der Geräuschemission an Bandanlagen und Versuche zur Verminderung unter besonderer Berücksichtigung der Tragrollen. - Braunkohle 31,122 - 126, Düsseldorf 1979.
- 19) Knaul, P.: Bewegungswiderstände von Gurtförderern auf gummi- und polyurethanummantelten Tragrollen. - Braunkohle 31,156 - 160, Düsseldorf 1979.

- 20) Oettel, R.: Ein Einblick in Bauarten und Arbeitsweisen charakteristischer Bagger für Massenförderung. - In: Böttcher, S.: Fördertechnik, Lehre, Forschung, Praxis. - Buchreihe fördern + heben. 182 - 192, Mainz 1969.
- 21) Scheffler, M.: Einführung in die Fördertechnik, Leipzig 1970.
- 22) Vierling, A.: Gestaltung der Förderbandanlagen für den Massenguttransport. - VDI-Zeitschrift 107, 1389 - 1393, 1446 - 1450 und 1537 - 1542, Düsseldorf 1965.
- 23) Funke, H. und Winterberg, H.: Betriebsverhalten einer langen Förderbandanlage mit Kopf-, Heck- und Mittelantrieb. - Braunkohle 16,409 - 422, Düsseldorf 1964.
- 24) Vierling, A. und Oehmen, H.: Reinigungsvorrichtungen für Förderbandanlagen und deren Zweckmäßigkeit. - Braunkohle 19,1 - 13, Düsseldorf 1967.

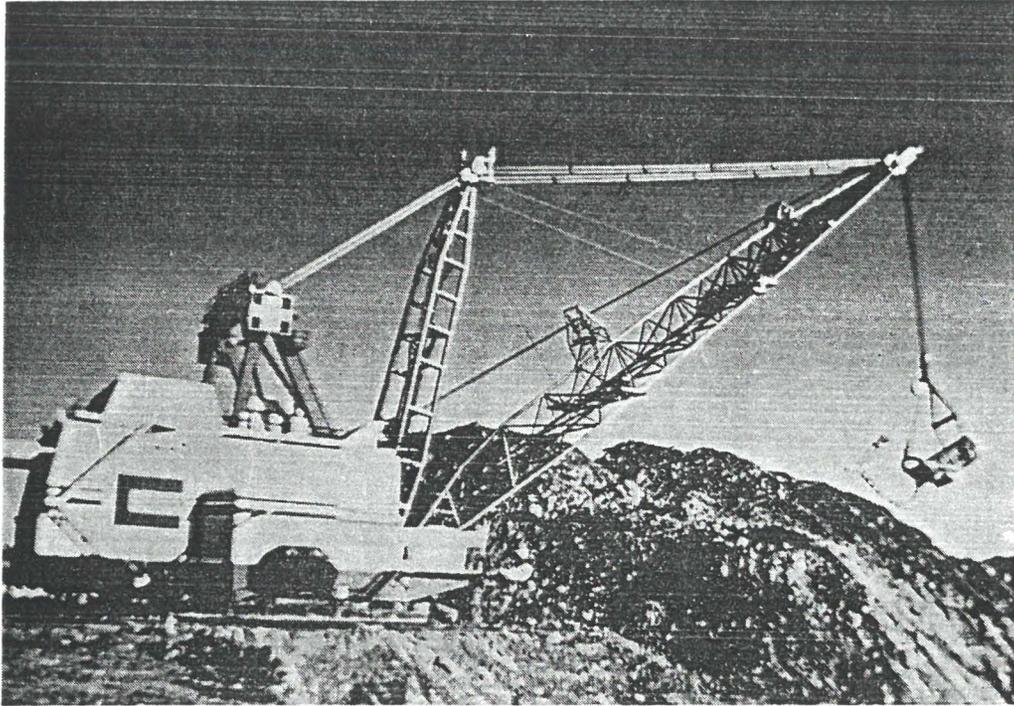


Abb.1: Schürfkübelbagger in einem australischen Tagbau

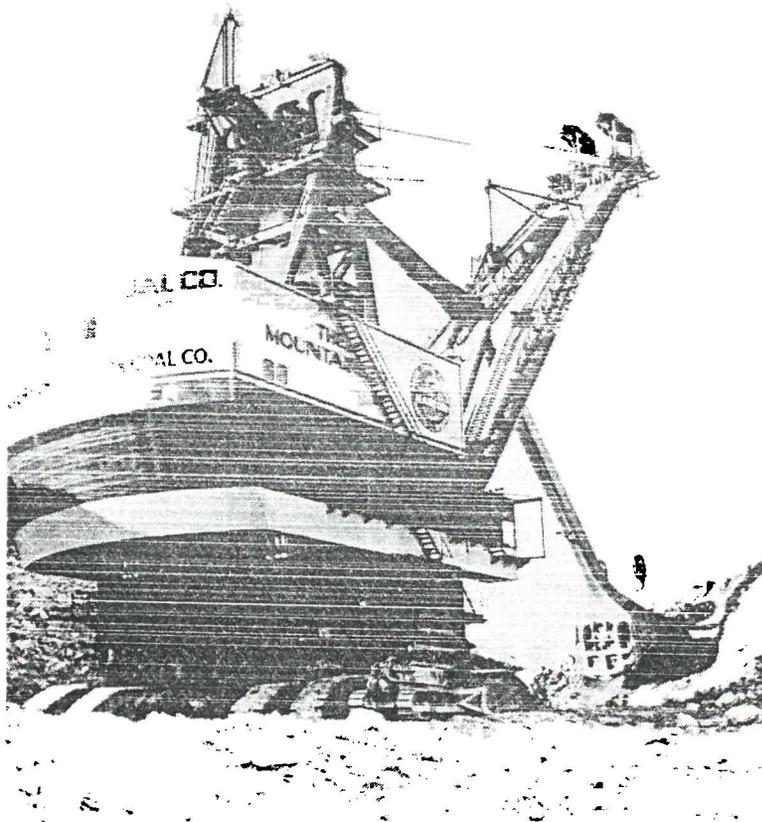


Abb.2: Großlöffelbagger für 4000 m³/h in einem Steinkohlen-
tagbau der USA nach (20)

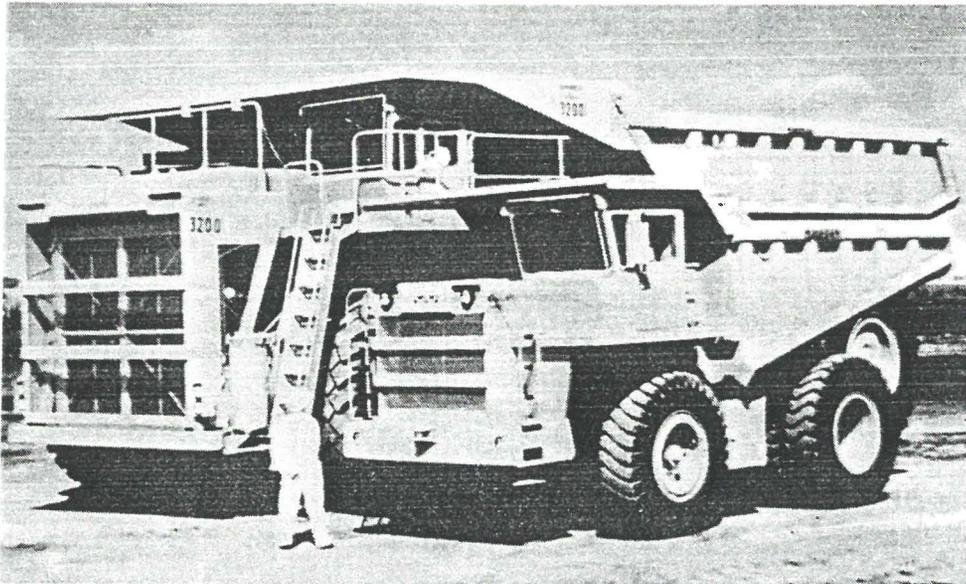


Abb.3: Schwerlastkraftwagen für 181 t und 68 t Nutzlast bei einer Eigenmasse von 149 bzw. 43 t
Wabco Construction Equipment Division, Peoria-Illinois

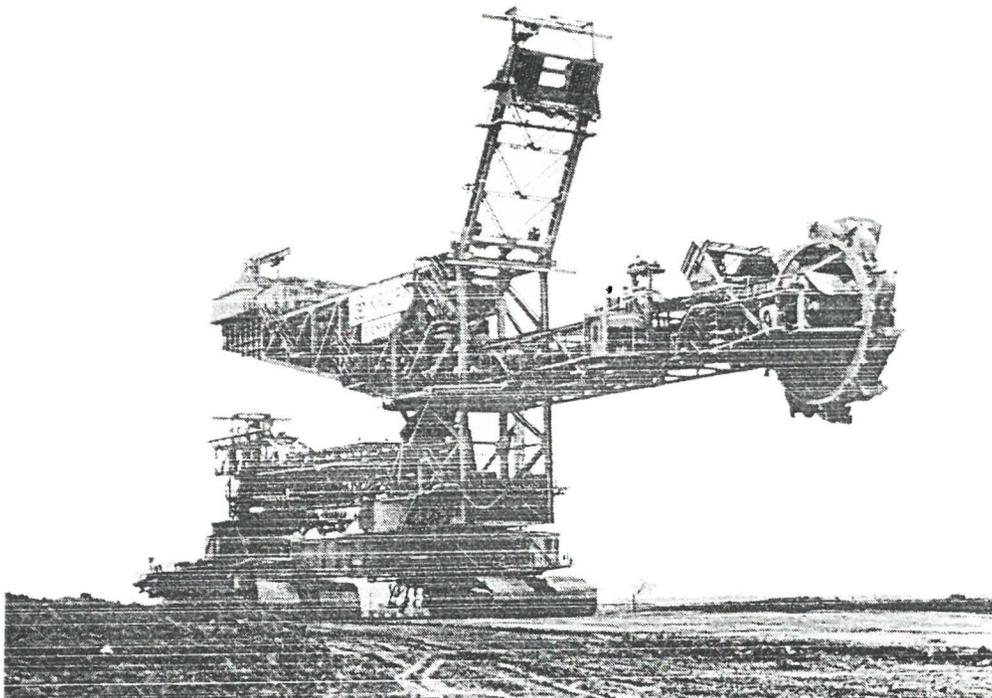


Abb.4: Schaufelradbagger im griechischen Braunkohlentagbau
Ptolemais-Südfeld

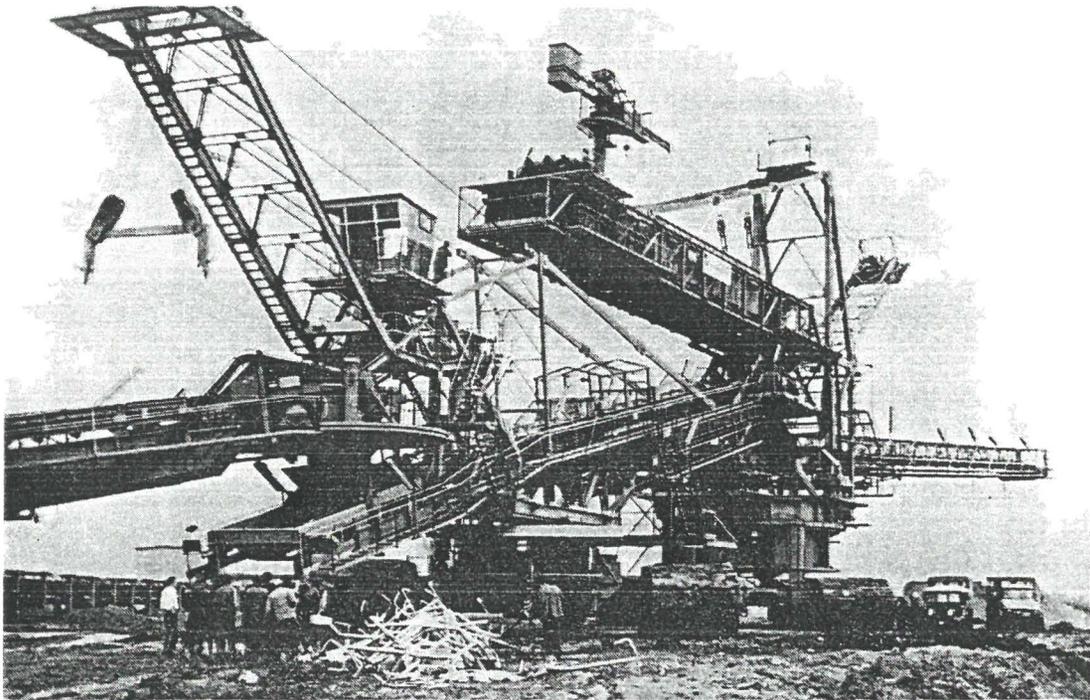
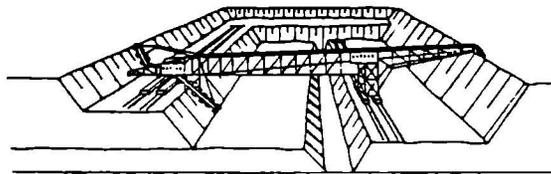
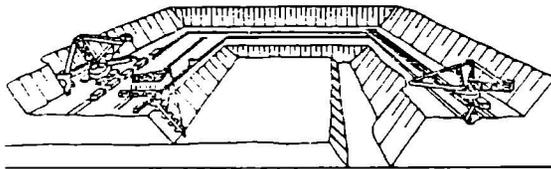


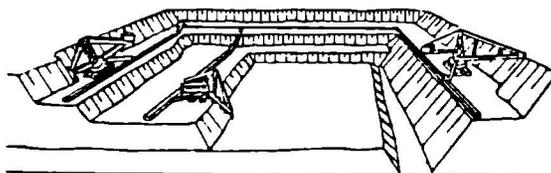
Abb.5: Bandabsetzer für theoretisch 6700 m³/h geschütteten Abraum im griechischen Tagbau Ptolemais-Südfeld



a) Förderbrückenbetrieb



b) Zugbetrieb



c) Bandbetrieb

Abb.6: Beispiele der Abraumförderung in einem Braunkohle-
tagbau in Anlehnung an (21)

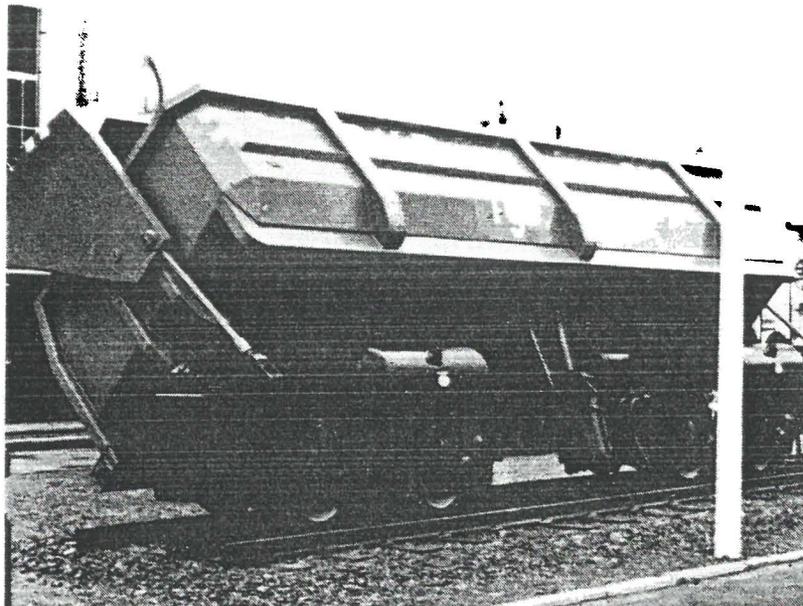


Abb.7: Messebild eines 4-achsigen Abraum-Kastenkippers



Abb.8: Zugeinheit aus 4-achsigen Sattelwagen für Braunkohle

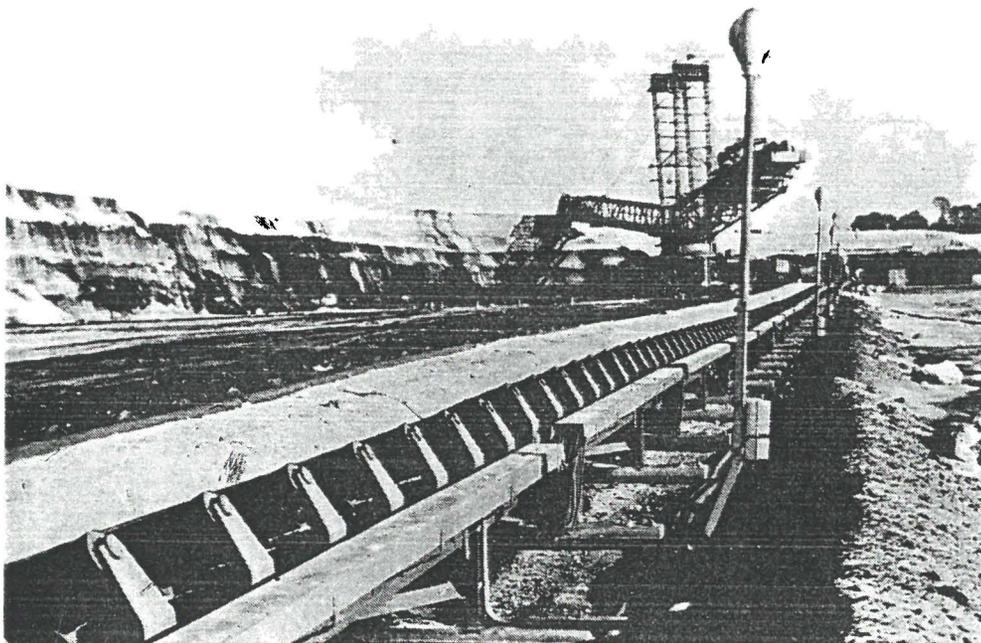


Abb.9: Schaufelradbagger mit Bandförderanlage in einem westdeutschen Braunkohlentagbau

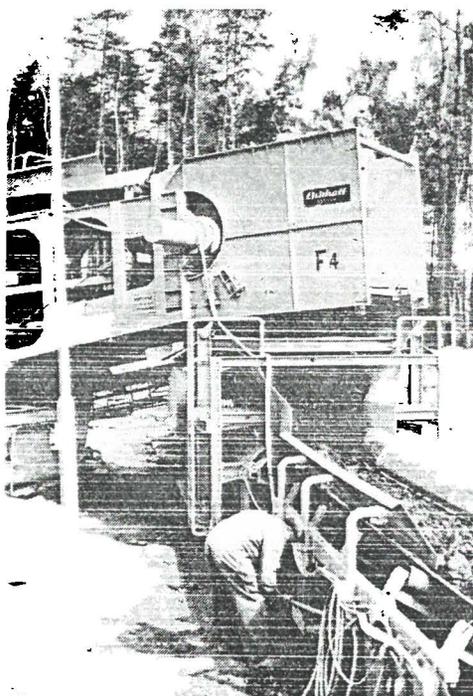


Abb.10: Übergabestelle im Verlauf einer Bandförderstrecke im bayrischen Braunkohlengebiet

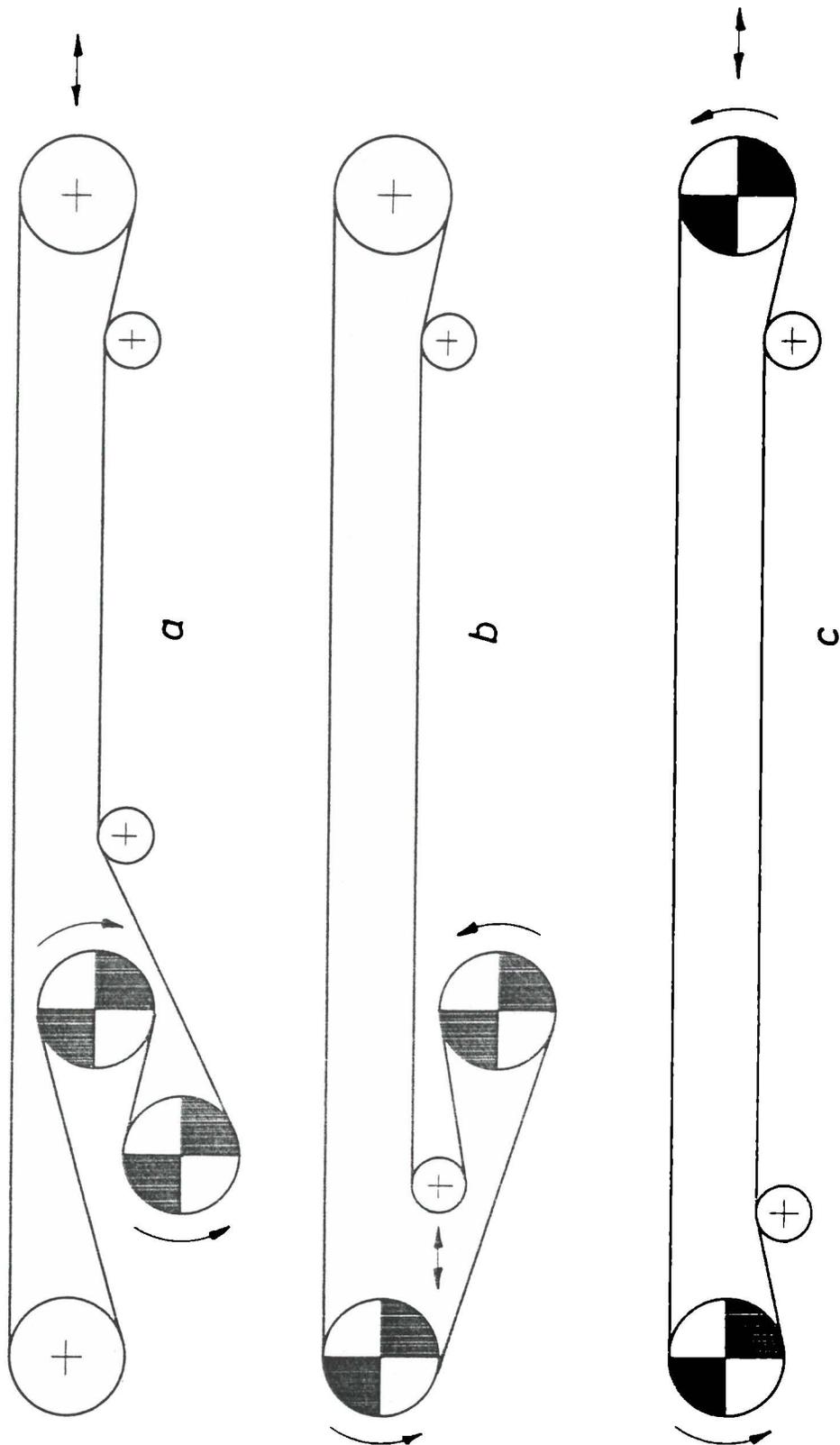


Abb.11: Beispiele zur Antriebsanordnung bei Bandförderanlagen
a) b) Zweitrommelkopfantriebe
c) kombinierter Kopf-Heckantrieb

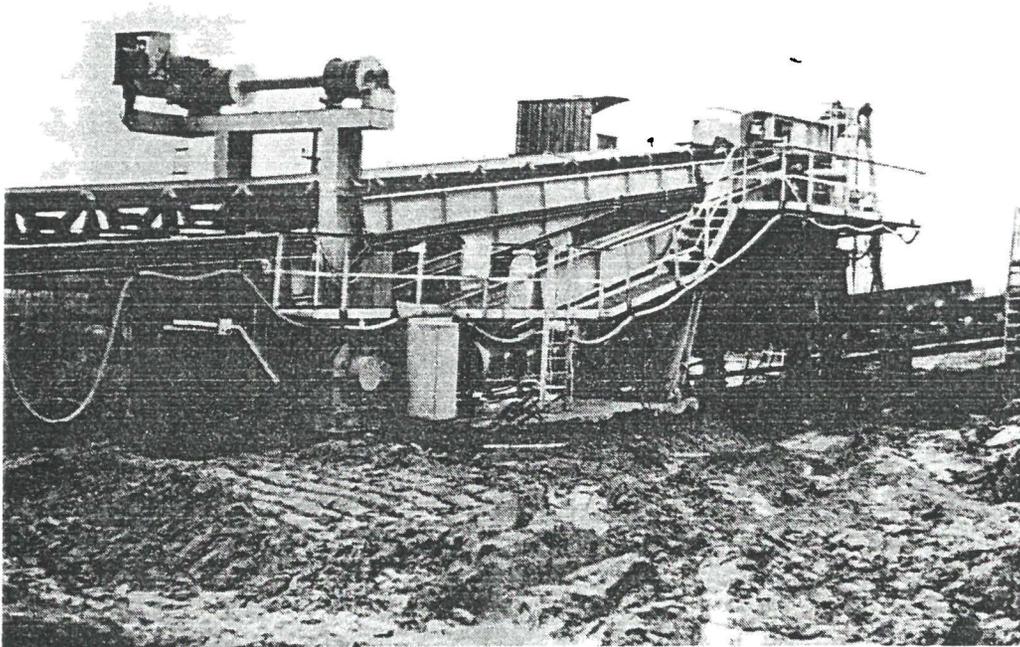


Abb.12: Zweitrommelkopfantrieb im Köflacher Braunkohlenrevier

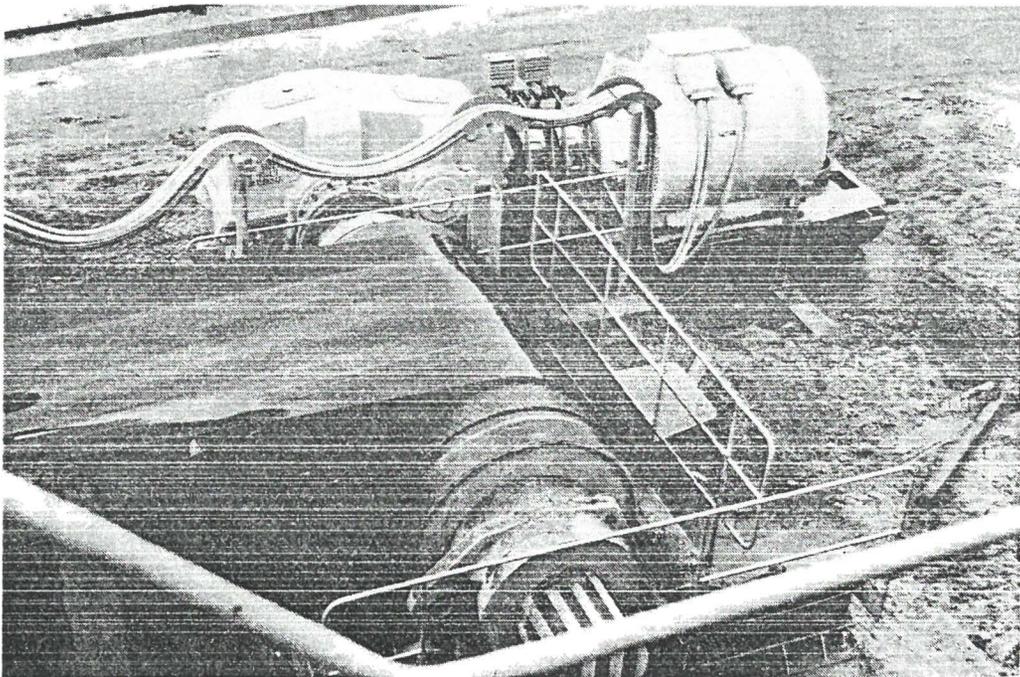


Abb.13: Heckantrieb einer Großbandanlage in einem westdeutschen Braunkohlentagbau

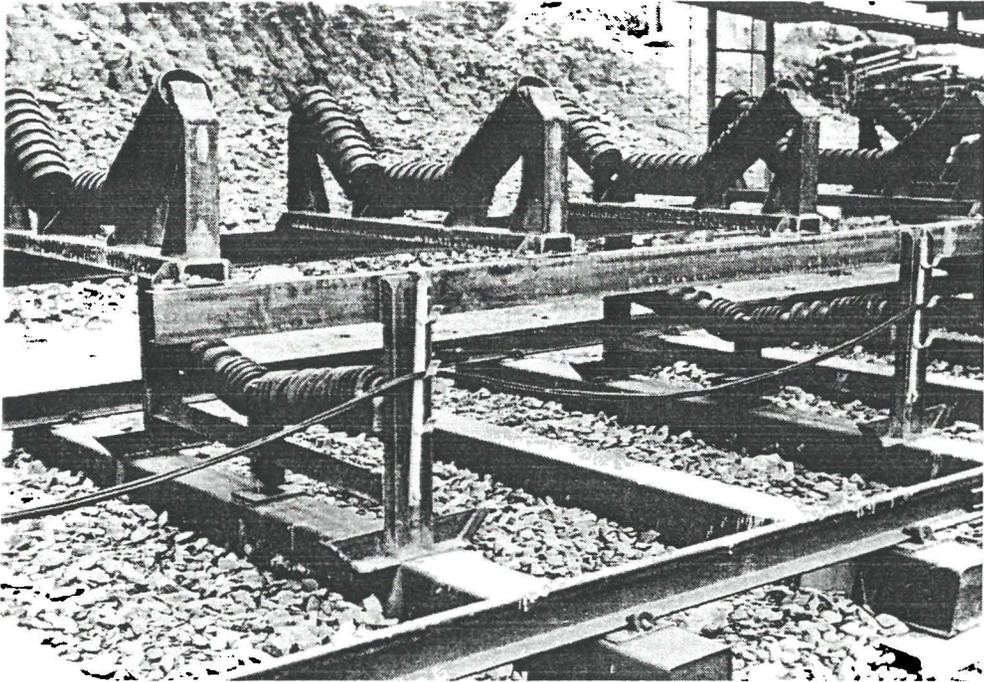
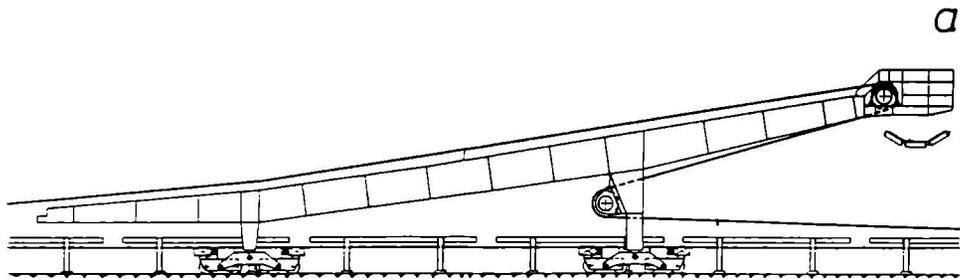
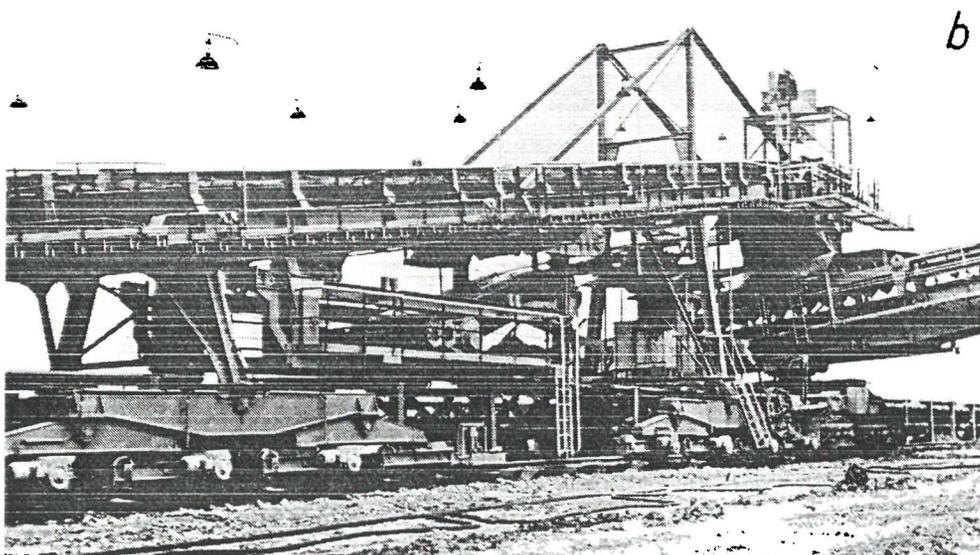


Abb.14: Rückbares Bandgerüst während der Montage im Köflacher Braunkohlenrevier



a



b

Abb.15: Bandschleifenwagen

a) schematische Darstellung nach 22)

b) schwere Ausführung eines Bandschleifenwagens im griechischen Tagbau Ptolemas-Südfeld

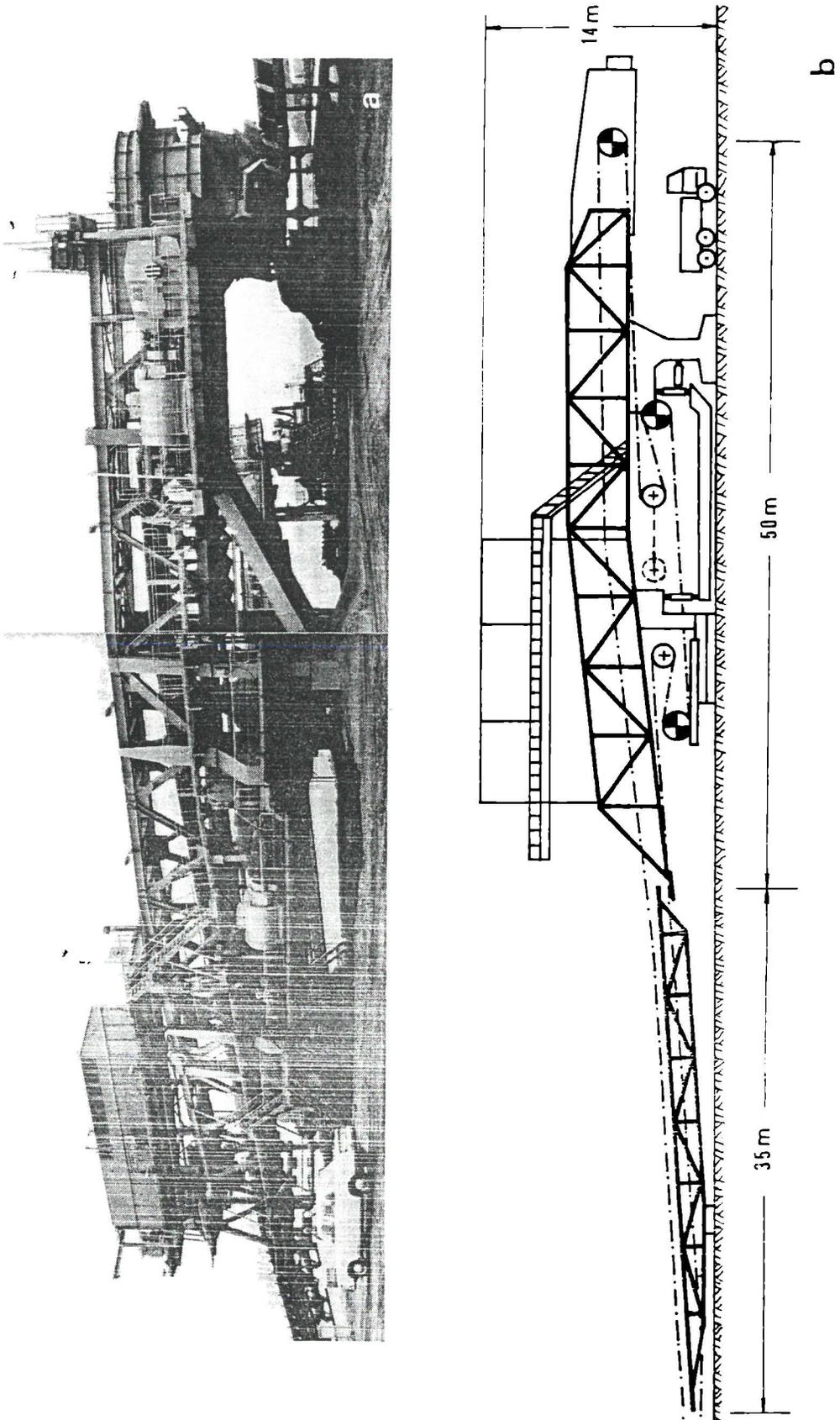


Abb.16: Antriebsstation einer Großbandanlage im westdeutschen Braunkohlengebiet
a) ausgeführte Antriebsstation,
b) Schemazeichnung einer Antriebsstation mit Dreitrommelantrieb

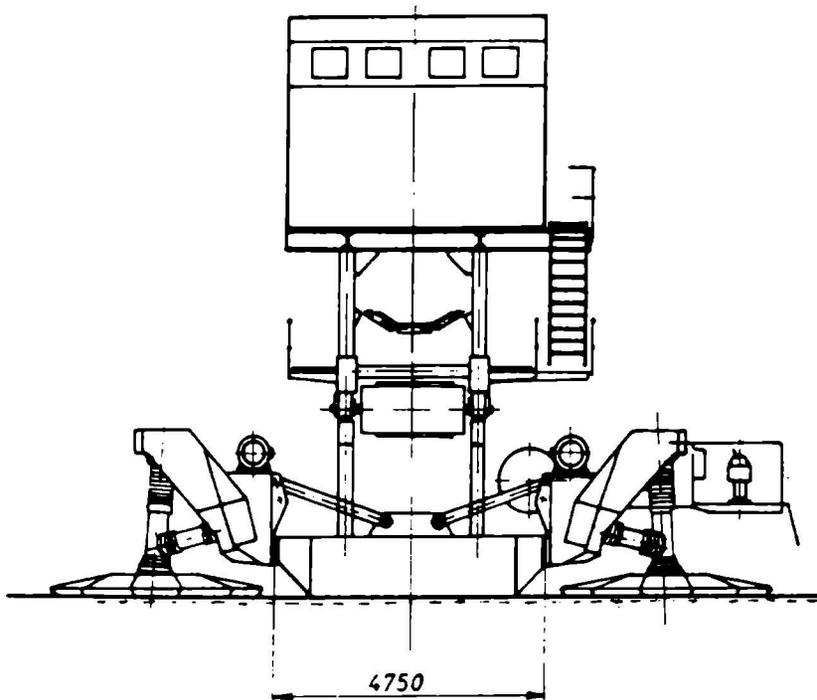


Abb.17: Schematische Darstellung der Antriebsstation einer Bandförderanlage mit Lenkschreitwerken
Eisenwerk Weserhütte AG, Bad Oeynhausien

Schnitt A-A

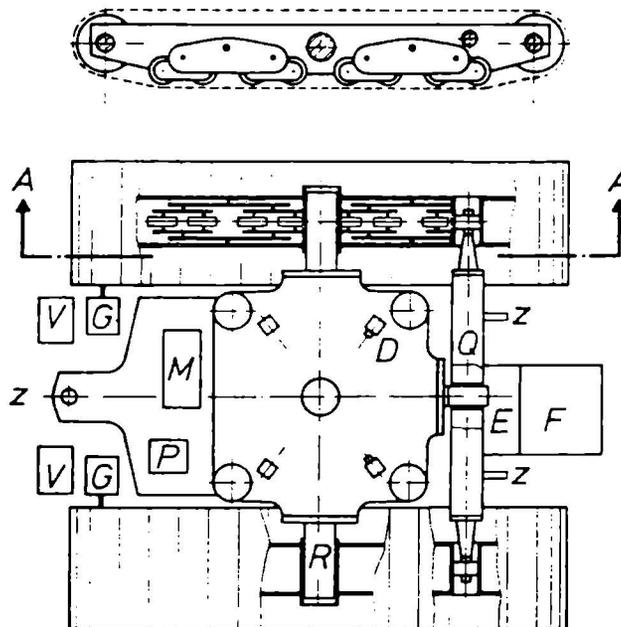


Abb.18: Prinzipbild der wesentlichen Teile einer Transportraupe nach (11). D Drehwerk, E Elektro-Schalt-schränke, F Führerstand, G Getriebe und Hydraulikmotoren, M Dieselmotor, P Hydraulikpumpen, Q Querschwinde, R Raupenachse, V Ventiltafeln, Z Zugösen.

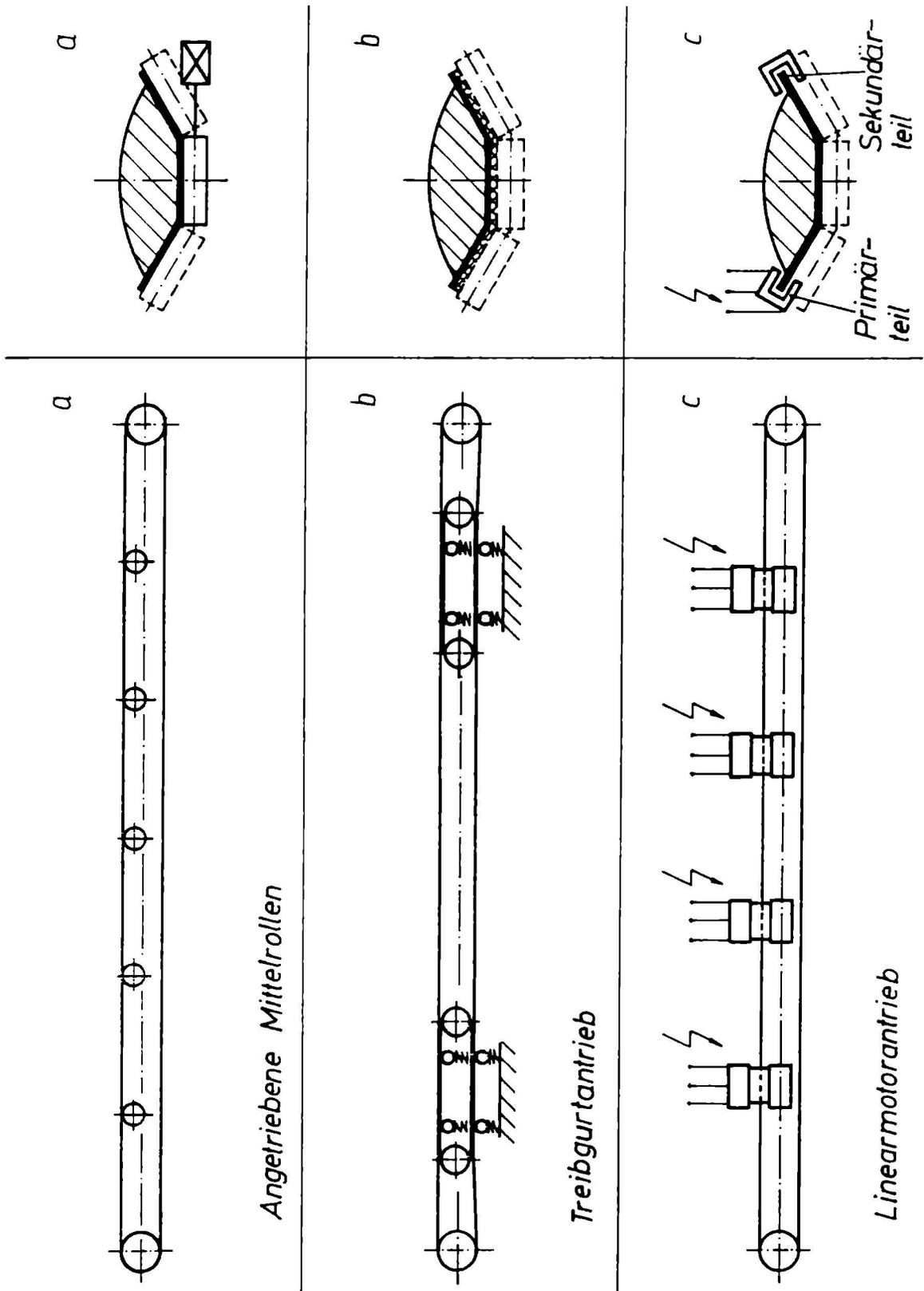
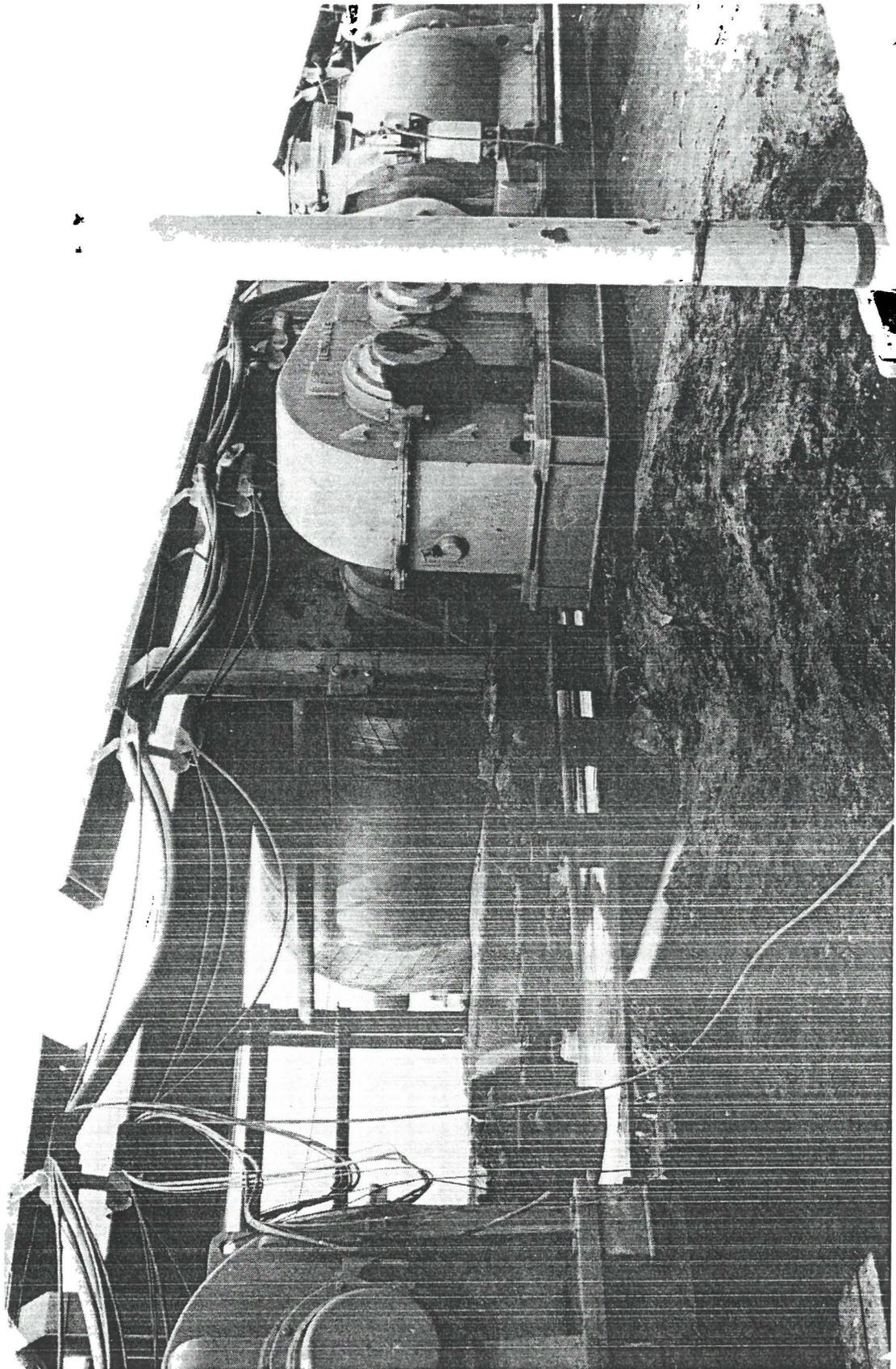


Abb.19: Beispiele für Bandförderanlagen mit Einzelantrieben auf der Förderstrecke
a) angetriebene Mitteltragrollen
b) Treibgurtantriebe
c) Linearmotorantriebe



.20: Trag-Treibgurt-Antrieb in einer 2200 mm breiten Bandförderanlage im westdeutschen Braunkohlengebiet Krupp Industrie- und Stahlbau, Duisburg-Rheinhausen

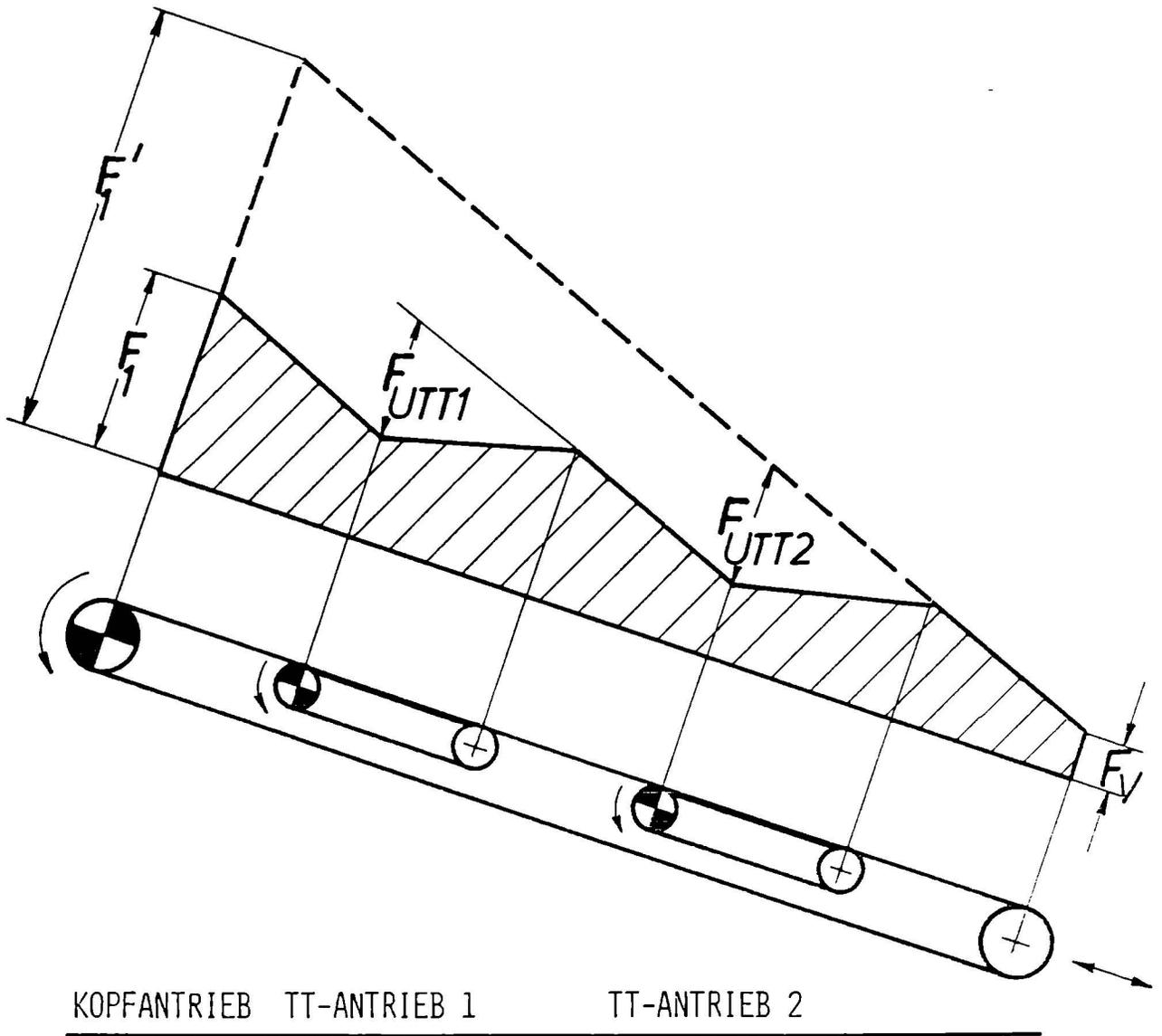


Abb.21: Schematische Darstellung der Gurtzugkräfte im Obertrum einer Bandförderanlage mit Treibgurtantrieben

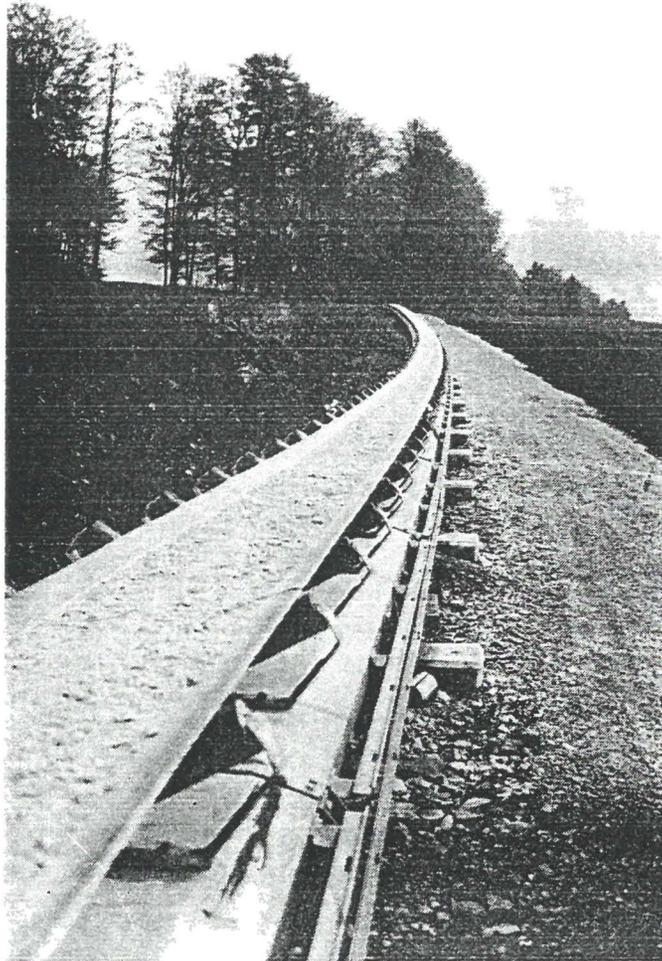


Abb.22: Kurvengängige Bandförderanlage zum Transport von gebrochenem Kalkstein

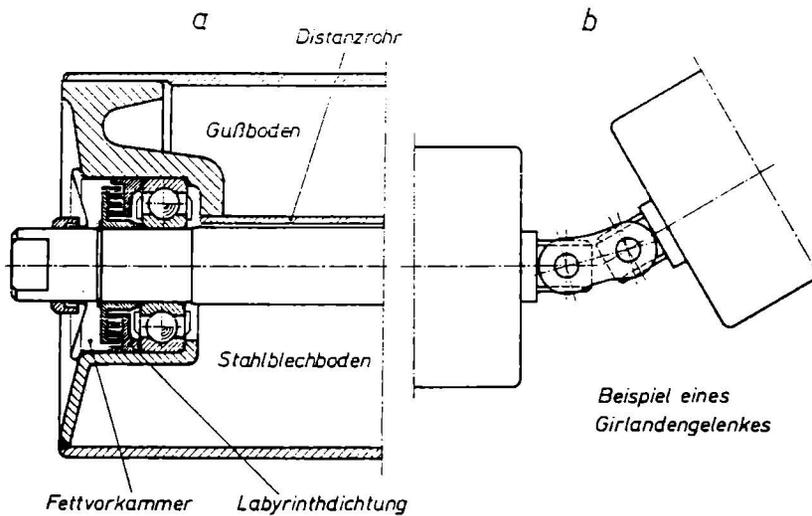
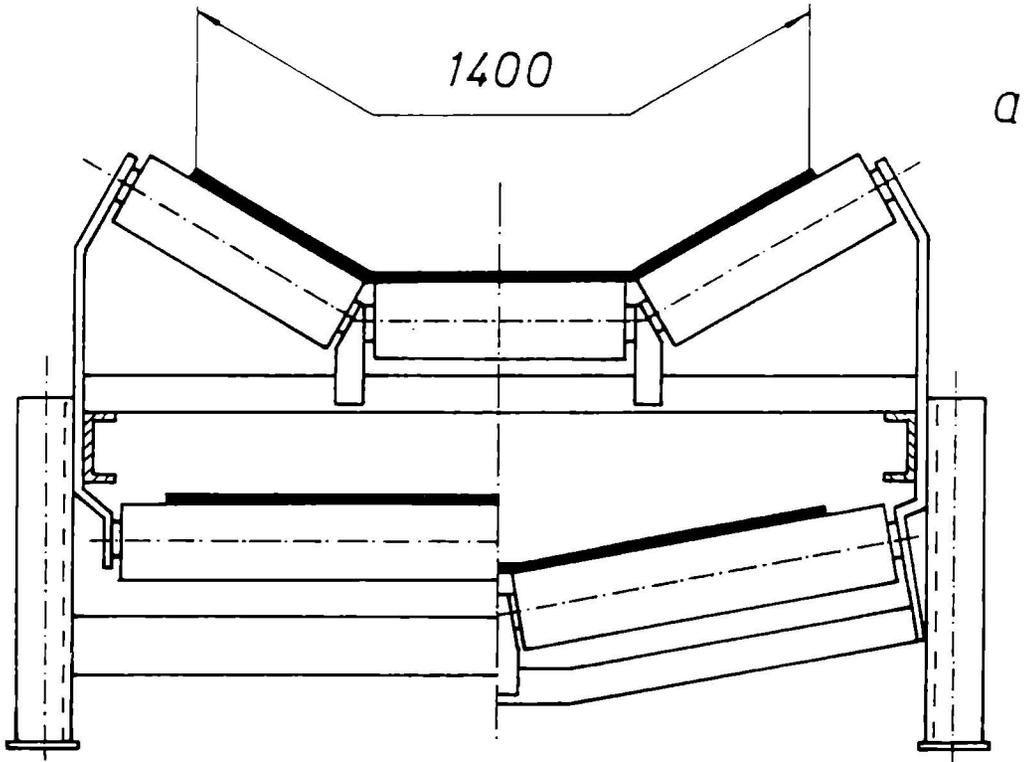
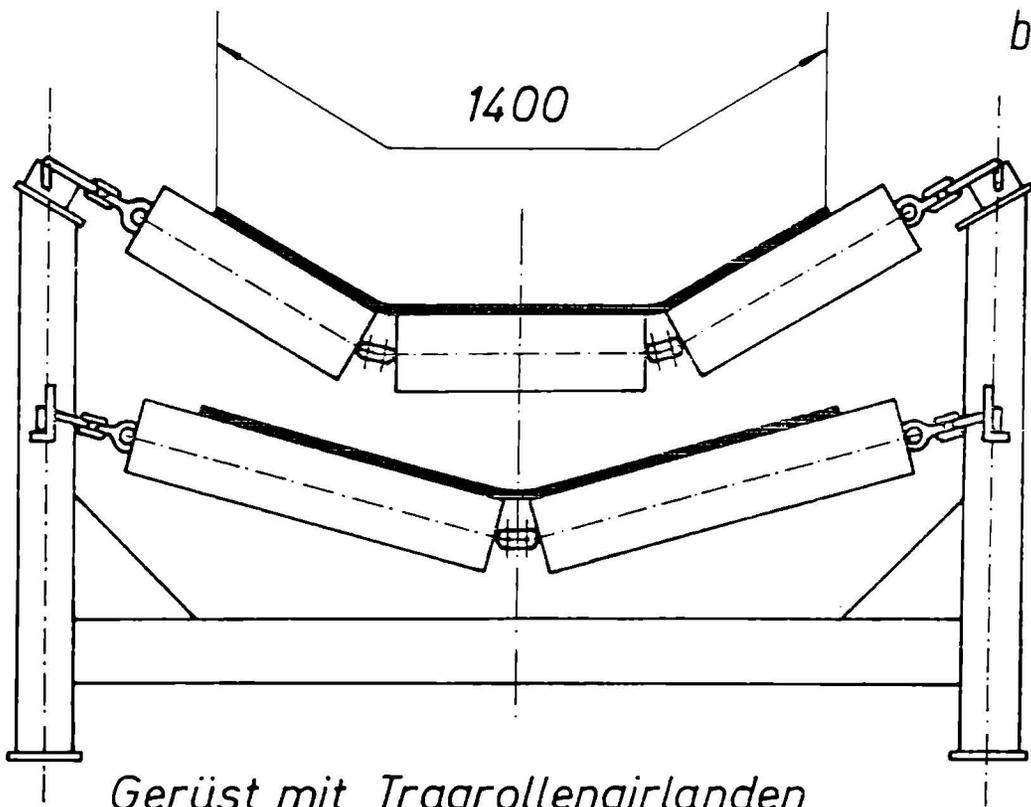


Abb.23: Schwere Tragrollenkonstruktion für Bandförderanlagen
a) Schnitt durch die Tragrollenlagerung
b) Girlandengelenk zweier Tragrollen in Form von Kettenlaschen und Bolzen



Gerüst mit starren Tragrollen



Gerüst mit Tragrollengirlanden

Abb.24: Beispiele von Traggerüstkonstruktionen für Bandförderanlagen

a) Gerüst mit starren Tragrollen

b) Gerüst mit Tragrollengirlanden

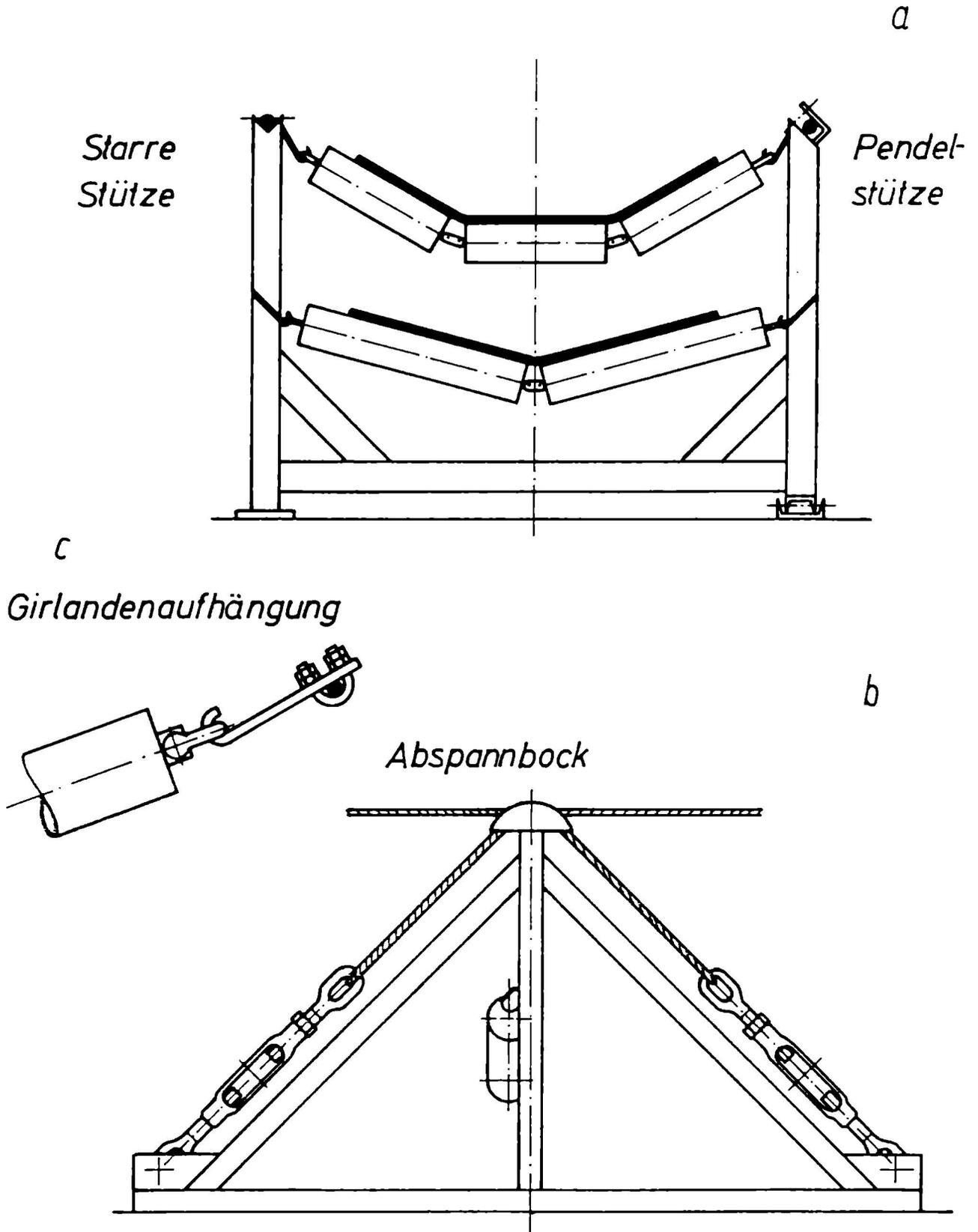


Abb.25: Beispiel eines Tragseilgurttförderers
a) Stütze
b) Abspannbock
c) Girlandenaufhängung

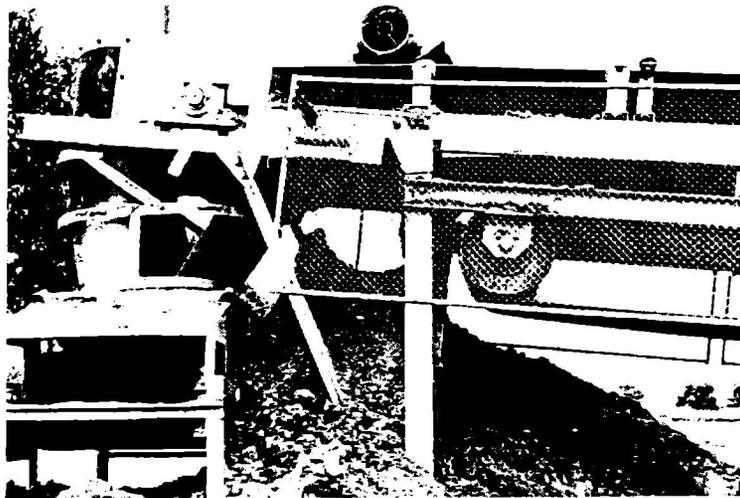


Abb.26: Materialverschmutzung im Bereich einer Übergabestelle

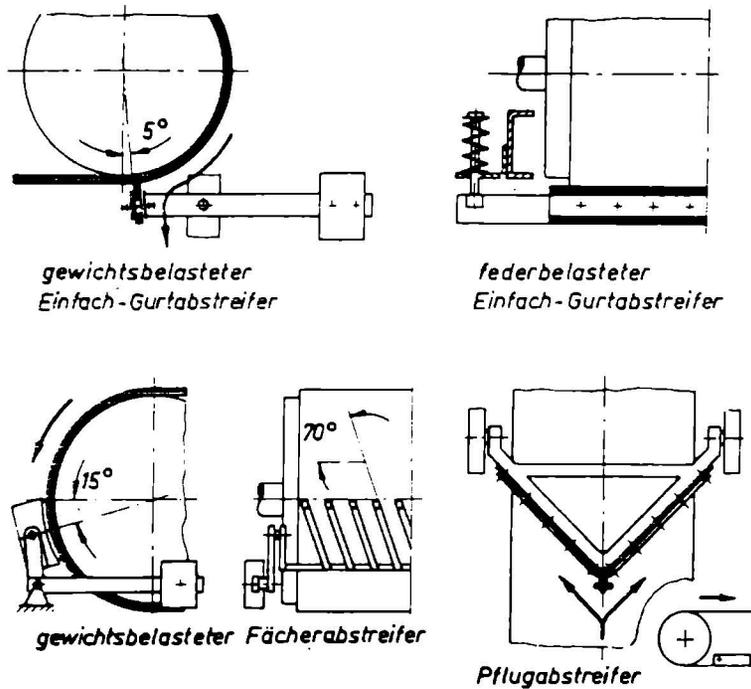


Abb.27: Beispiele verschiedener Abstreifvorrichtungen
Institut für Fördertechnik der Universität Hannover

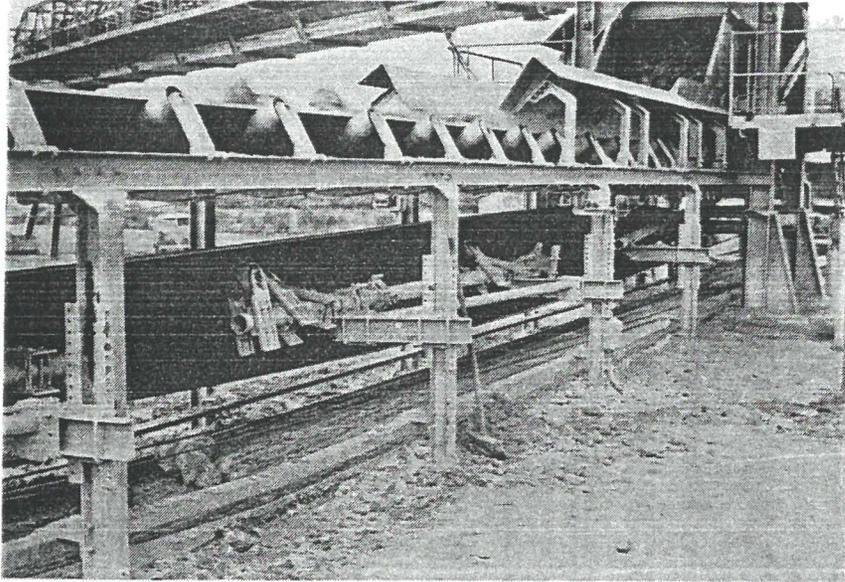


Abb.28: Gurtwendung im Bereich der Aufgabestelle einer Bandförderanlage im bayrischen Braunkohlengebiet mit 1200 mm breitem Gurt nach (23)

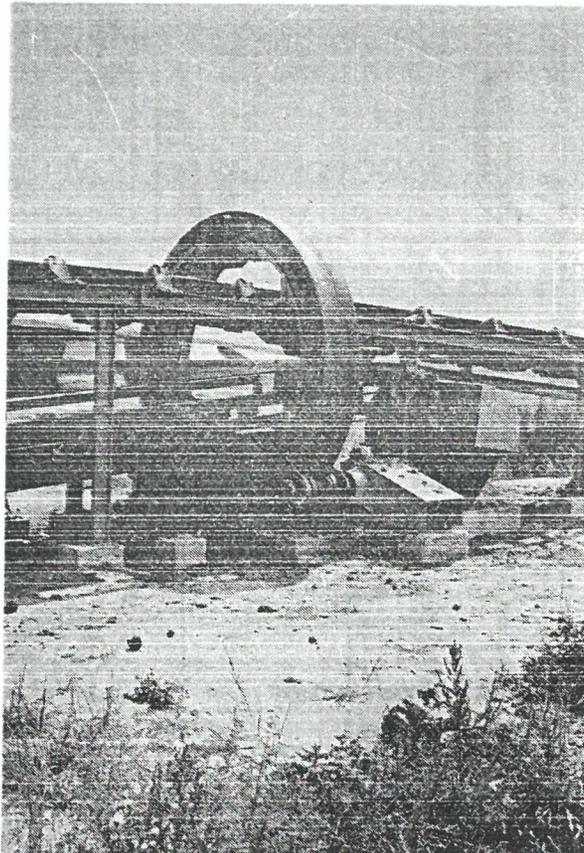


Abb.29: Ringförderer zur Rückförderung von Abstreifgut auf den Fördergurt nach (24)

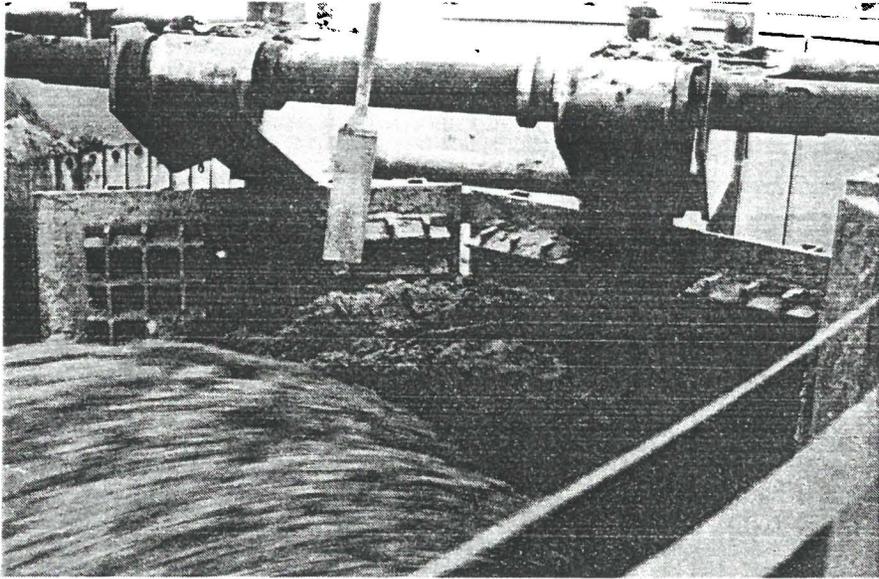


Abb.30: Übergabestelle mit verschleißschutzarmierter Prallplatte

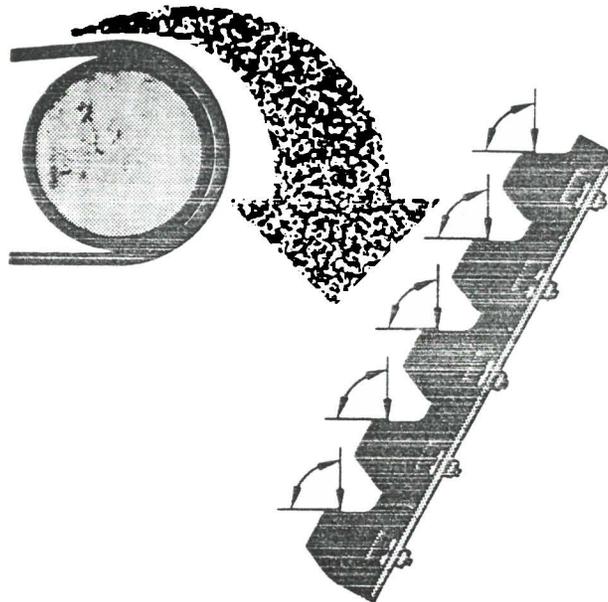


Abb.31: Profileleistenarmierung einer Prallplatte zum Verschleißschutz an der Übergabestelle einer Bandförderanlage
Stahlgruber Gummiwerke, München

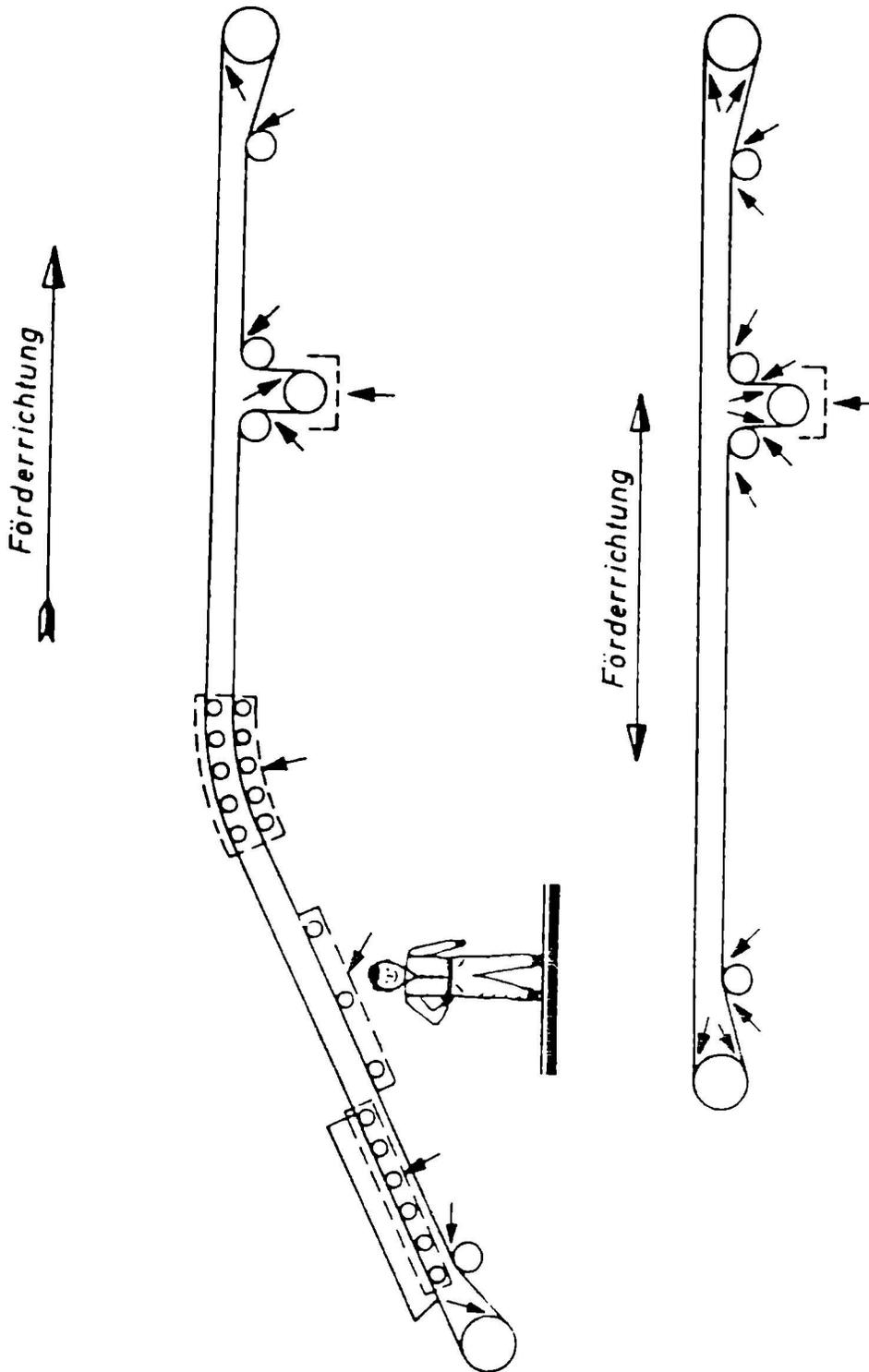


Abb.32: Unfallgefahrenstellen an Bandförderanlagen
Beumer Maschinenfabrik KG, Beckum