Madenlerde hususî iktisat bakımından en elverişli istihsal miktarının hesapla tayini hususunda bir tecrübe

Yazan :

Hâdi *YENER*

Bir maden işletmesinin başlıca farikalarından (caracteristique) biri zaman vahidindeki istihsâli, yani imalât süratidir. Tesis ve işletme masrafları ve binnetice madenin şekli ve hassatan verdiği nihaî hasılat bu istihsâl miktarına tabidir.

Son derecede büyük olan bu ehemmiyetine rağmen istihsâl miktarı umumiyetle tamamen tecrübeye istinaden (empirique) ve hattâ hissî olarak tesbit olunmaktadır.

Belli başlı maden iktisadı kitapları da bu hususa dair ancak umumî mahiyette daha ziyade keyfî mülâhazat: ihtiva eder. B'ir misal olmak üzere, meselâ Granigg der ki: Teknik imkânlara, jeolojiye ve coğrafî vaziyete müteallik mülâhazaların imtizaciyle iktisadî işletme cesameti taayyün eder, fakat bu cesamet umumiyetle satış vaziyeti (pazar), müteşebbisin malî kudreti, sahip olduğu madene karşı alâkasının şekli, *zarar* tehlikesi (risiko) korkusu, hukukî vaziyet ve saire dolayısiyle tatbik yeri bulmaz.

Bu son mülâhazat müessir olmasa bile, bilhassa Avrupa'da ehemmiyetle telâkki edilen süreklilik yani bahsedilen madenin işletilmesinden doğrudan doğruya ve dolayısiyle hasıl olan geçinme ve kazanç imkânlarının memleket için mümkün olduğu kadar uzun müddet mahfuz kalması şartı, makûs istikamete müteveccih bir fazla muayyin (surdetermination) olmak itibariyle, işletme cesametinin münhasıran teknik imkânların, jeolojik ve coğrafî vaziyetin tabii olmasiyle kabili telif değildir.

Mütalaalarının sonunda Granigg, umumî temayülün (tendance) maliyetin azaltılması bakımından ve gayri müsait zamanlarda daha mukavim olmak itibariyle gittikçe büyük işletmelere müteveccih olduğunu kaydediyor.

Bu umumî mülâhazalardan sonra işletme cesametlerini devrettikleri kitlelere göre muhtelif sınıflara ayırıyor ve muhtelif cevher ihtiyatlarına, jeolojik şartlara ve coğrafî vaziyetlere göre muhtelif işletme cesametlerinin tatbik imkânlarını tetkik ediyor.

Tetkikat neticesinde umumiyetle müteaddit imkânlara, Profesör Granigg'in kendi tabiri veçhile "serbesti derecelerine" varılır.

Serbesti derecesinin münferit olduğu en müsait halde bile bu usulün işletme sürati hakkında bize verebileceği bir cesamet derecesidir (Ordre de grandeur), yoksa muayyen ve mutlak bir kıymet değildir.

Nihayet tesbit edilen işletme cesameti

pazar (piyasa) şeraiti ile telif edilmelidir. Fakat bu şartın ehemmiyeti, mahsulün satılabileceği saha genişledikçe ve cihan piyasasının o mahsûlden alabileceği miktarlar arttıkça *azalır.*

1904 senesinde "Engineering and Mining Journal" da intişar edip sonradan Rickard tarafından "The Economics of Mining" ismiyle neşredilen kitaba dercedilen bir makale serisinde evelâ H. C. Hoover tesisat cesametinin cevher ihtiyatına iktisadî nisbeti meselesini ortaya koymuş ve hiç olmazsa prensip itibariyle kemmî olarak tetkik etmiştir. Mütalaaları şöyle hulâsa edilebilir:

En iktisadî tesisat hiç şüphe yok ki en büyük tesisattır. Fakat bu *azamî* ihzarî ameliyata tâbi olduğundan bu ameliyat da mümkün olan en büyük süratle yapılmalıdır. Madencilikten maksat mevcut bir cevher göğdesinden *azamî* hasılatı elde etmektir. Bundan dolayı *azamî* istihsâl sadece en ucuz istihsâl bakımından değil, aynı zamanda şu cihetten de matluptur ki yer altında gömülü kıymetler hasılat getirmez ve kazanç bunların bir an evel elde edilmesi "realiser" suretiyle ehemmiyetli derecede artırılabilir.

Buna mukabil cevher yatağının derine doğru devam etmemesi ihtimali, yapılacak tesisat masrafları dolayısiyle bu azamîyi tahdit eder. Binaenaleyh mesele ya mevcut bir istihsâlin artırılması ve yahut en iktisadî istihsâl miktarının iptidaen tesbiti şeklinde tecelli etmektedir. Bu hususta müessir olan âmiller şunlardır:

1 — İstihsâlin artmasının maliyet fiyatı üzerine tesiri

2 — İstihsâli artırmak için konacak sermayenin ödenmesi

3 — Derine doğru madenin devam etmemesi ihtimalinin icabettirdiği tahditler.

Senelik istihsâl masrafları iki kısma ayrılır. Birinci kısım istihsâl miktarına mütenasiptir, diğer kısım ise kısmen istihsâl miktarına, kısmen de zaman unsuruna tâbidir. İstihsâl artırılırsa bu son kısım hemen hiç değişmez; halbuki mütenasip masraflar bir miktar *azalır,* şöyle ki bu suretle yapılacak tasarruf yani kâr fazlası en aşağı istihsâl artması istihsâl vahidine düşen sabit masraflar hasılı zarbına müsavi olur. Buna fazla istihsâle tekabül eden artık kazancın daha evel elde edilmesinden hasıl olan faiz kazancı ile nisbeten daha ehemmiyetsiz olsa da sabit masraflar kazancının faizi inzimam eder. Bütün bu kanzançların yekûnu "kâr artması" ile ifade edilecek olursa şu prensip konulabilir:

Kuvetli ihzarat neticesinde cevher ihtiyatının artmasından dolayı bir madenin ömrü o kadar uzarsa ki bu müddet zarfında munzam bir tesisat ünitesi kâr artması dolayısiyle kendisine sarfedilen sermayeyi çıkarabilsin, o zaman bu ünitenin ilâvesi sadece haklı değil,, aynı zamanda iyi bir işletme idaresinin vazifesi olur.

Bu suretle cevher ihtiyatları için öyle bir had vardır ki aşılınca yeni tesisat vücude getirilmesi lâzım gelir. Bilmukabele bu had derine doğru devamı şüpheli olan madenlerde, muayyen tesisat mevcut olduğu vakit iddiharı lâzımgelen cevher ihtiyatının haddi olarak kabul olunabilir.

Bu had belki fazla görünür, fakat buna riayet edilmesi lâzımdır. Çünkü bu kabil madenler bir yerde tükenirler. Kazançla işliyen bir madende de cevherin kaybolması o madenin derhal terkedilmesini icabettirmez. Boş taş içinde cevher aramakta ne kadar İsrar edileceği yatağın jeolojisine ve cevherin zeval şartlarına bağlı mülâhazalara tâbidir. Fakat bu aramanın madenin işlemesi zamanında yapılması iktiza ettiği aşikârdır.

Yukarıda zikri geçen miktarda ihtiyatı olan bir madenin aynı uzunlukta bir müddet için arama ameliyatında bulunmağa kuvveti vardır ve bahsedilen *azamî* arama için asgarîyi teşkil eder.

Aynı makaleler silsilesinde, W. R. Ingalls Hoover'in prensiplerini birçok misallerle aydınlattıktan sonra, pazarın tahdidatını ehemmiyetle kaydetmekte ve altından başka madenler için bu prensiplerin tatbik edilmemesini bu madenlerin piyasası için bir nimet saymaktadır. *Zarar* tehlikesi bakımından da tesisatın merkezî olarak vücude getirilip birçok yerlerden tağdiye edilmesi usulü şayanı dikkattir.

Prensipler bu kadar keskin ifade edilmiş bulunmakla beraber bunlar henüz işletme cesametinin hesapla tayini için kâfi bir temel teşkil etmemektedir. Kâr artması mefhumu da biraz karışıktır.

Buna mukabil Hoover'in sonradan telif ettiği "The principles of Minig, Newyork 1909" isimli kitabındaki mülâhazalar çok daha basit fakat aynı zamanda da daha umumî mahiyettedir.

Burada bir taraftan istihsâlin artırılmasiyle maliyetin indirileceğinden bahs edilmekte fakat bilmukabele aşağıdaki hususların icabettirdiği tahditler göz önünde tutulmaktadır:

1 —Konulacak tesis sermayesi

2 — Madenin ömrü

3 — Yama halinde ilâve edilecek tesisatın ana tesisat gibi işleyememesi

4 — Adî madenlerin talepten ziyade istihsâli (surproduction)

5 — Konulacak sermayelerin emniyeti

Bunlardan birinci kalem tamamen , 3 üncü ve 5 inci kalemler de Standard üniteler, ve yahut iptidaen tesisat mevzuubahis olduğuna ve cevher ihtiyatı için de yalnız görünen cevher alındığına göre hiç olmazsa kısmen birinci makalede *nazara* alınmıştır.

ikinci kalem ise yukarıda bahsi geçip bertaraf edilen süreklilik şartının aynıdır. Nihayet talepten ziyade istihsâl korkusu madenlerin heyeti mecmuası için haklı ise de çok büyük istihsâli olanlar müstesna olmak üzere münferit madenler için yerinde değildir.

Yukarıdaki izahata göre maliyetin indirilmesi için istihsâlin artırılması kaidesi ile birinci, ikinci ve üçüncü fıkralardaki tahdidat nazara alındıkta işletme cesametinin tayin edilebileceği düşünülebilir. Hakikatte Hoover'in mütalealarında hesabın esasları kâfi derecede açık olarak münderniç değildir.

Maalesef ancak son günlerde muttali olduğum çok alâkaya değer yeni bir etüd Freiberg'li Profesör Kegel ve Willers tarafından Glückauf 1930 S. 1025 ve devamında neşredilmiştir. Fakat bu etüdün başlıca kusuru ton baş:na kazancın bir sabite olarak kabul edilmesidir ki bu bittabi caiz değildir (Kegel "Lehrbuch der Bergwirtschaft" S. 491 e bakıla)

Riyazî münasebetlerin karışık iktisat meselelerine tatbik kabiliyetinin ne derecede mahdut bulunduğunu tamamen müdrikim. Fakat şu kanaatteyim ki hesap edilmesi kabil olan ne varsa hesap edilmeli ve alınan hesap neticelerini icabında hakikaten mevcut şartlarla telif etmelidir. Bu itibarla yukarıda zikri geçen müelliflerin fikirlerinden en ileri derecede istifade ederek hususî iktisat bakımından en elverişli istihsâl miktarının riyaziye ile tayinine çalışacağım ve neticenin pratikten alınma bir misale tatbikini göstereceğim:

Jeolojik tetkikat ve arama ameliyatı ile bir madenin görünür cevher ihtiyatı tesbit edilmiş olsun ve elimizde işletmenin cesamet derecesini ihtiva eden bir iptidaî keşif ve yahut ta bütün işletme rakamları ile muntazam bir işletme mevcut bulunsun.

İstihsâli kabil cevher ihtiyatı	**R**
Senelik istihsâl	**F**
Bu istihsâle tekabül eden tesis sermayesi	**A**
Bu istihsâlde ton cevher başına maliyet	**r**
Ton başına hasılât	**e**
Ton baş:na kazanç	**g**
Faiz rayici	**t**

ile gösterilecek olursa temin edilecek mecmu kazancın madenin işletilmesine başlandığı tarihteki kıymeti hazırası:

$$K = g\,F\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t(1+t)^{R/F}} - A \text{ olur.}$$

en elverişli istihsâl F in bu ifadeyi *azamî* kılan kıymetidir. Burada g ve A birer sabite olmayıp F e tabi bulunmaktadır. Azamîyi hesap edebilmek için bunları F'in tabiî şekline koymak lâzımdır.

$$g = e - r \qquad\qquad e = \text{Sab.}$$

r kemiyeti biri ton başına sabit sarfiyat olmak öteki senelik istihsâle makûsen mütenasip bulunmak üzere iki kısma ayrılır. Bahsedilen sabit sarfiyat p, senelik değişmez masraflar G ile gösterilecek olursa

$$r = P + \frac{G}{F} \quad g = e - \left(P + \frac{G}{F}\right) \text{ olur.}$$

Tesis masrafları ise derpiş edilen fasılalar çok büyük olmadığı *zaman* istihsâl miktarının hattî bir tabii olarak kabul olunabileceğinden

$$A = c\,F + M \quad \text{yazılabilir.}$$

Burada M arama masraflarını, madenin satın alınma bedelini ve saireyi de ihtiva etmek üzere seçilebilir.

Bu suretle mecmu kâr

$$K = [\,(e-p)\,G - F\,]\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t(1+t)^{R/F}} - c\,F - M$$

bunun müştakkı ise

$$(e-p)\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t(1+t)^{R/F}} + \left[(e\ \ p)\,F - G\right]\cdot\frac{-R}{F^2}\cdot\frac{\ln\,(1+t)}{t(1+t)^{R/F}} - c$$

$$= (e-p)\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t(1+t)^{R/F}} - \frac{R}{F^2}\left[(e-p)\,F - G\right]\frac{\ln\,(1+t)}{t(1+t)^{R/F}} - c \quad \text{olur}$$

Bu ifadenin sıfıra müncer olması için

$$(e-p)\left[(1+t)^{R/F}-1\right] - \frac{R}{F^2}\left[(e-p)\,F - G\right]\ln\,(1+t) - ct\,(1+t)^{R/F} = 0$$

yahut

$$(e-p-ct)\,(1+t)^{R/F} = (e-p)\left[1 + \frac{R}{F}\ln\,(1+t)\right] - \frac{GR}{F^2}\ln\,(1+t)$$

olması lâzımdır.

Bu muadeleyi halletmek için en iyi şekil

$$(e-p-ct)\,(1+t)^{\frac{R}{F}} = u,$$

$$(e-p)\left[1 + \frac{R}{F}\ln\,(1+t)\right] - \frac{GR}{F^2}\ln\,(1+t) = v$$

denilip u ile v'nin tersim edilmesidir. İki münhaninin birbirini kestiği noktanın fazlası en elverişli istihsâle tekabül eder.

Münhanilerin birbirini kesmemesi $\frac{dK}{dF}$ nin işaretini değiştirmediğini yani K nin yekâhenk olarak arttığını ve yahut azaldığını gösterir. Bu hallerde pratik azamî en büyük ve yahut en küçük istihsâle tekabül eder.

Bu münhanilerin seyrine dair münakaşa başka bir makalede yapılacaktır.

Misâl. — Karışık cevherli bir maden yatağı için

$$R = 250.000\ t$$

$$e = 14{,}95\ TL/t \quad p = 4{,}96\ TL/te - p = 9{,}99\ TL/t = 10$$

$$t = 0{,}07 \quad c = 13{,}9\ \ TL/t \quad M = 300.000\ TL$$

$$G = 110.000\ \ TL/Sene$$

$$\ln\,(1+t) = \ln\ 1{,}07 = 0{,}06766$$

$$ct = 13{,}9\,.\ 0{,}97 = 0{,}073\ TL/t \text{ olsun}$$

Bu kıymetler yukarıda II mûadelesine tatbik edildikte:

$$9{,}02.\ 1{,}07^{\frac{R}{F}} = 10 + \left(1 + \frac{16915}{F^2}\right) - \frac{111.16{,}915.10^6}{F^2}$$

$$9{,}02.\ 1{,}07^{\frac{R}{F}} = 10 + \frac{169.10^3}{F} - \frac{1888.\ 10^6}{F^2}$$

münasebetleri elde edilir.

I Mûadelesi ise:

$$K = (10F - 111.10^3)\ \frac{1{,}07^{\frac{R}{F}} - 1}{0{,}07\ .\ 1{,}07^{\frac{R}{F}}} R - 13{,}9\,F - 300.10^5$$

şekline girer.

F e muhtelif kıymetler verilirse I ve II numaralı tablolar elde edilir ki bunlara tekabül eden tersimattan en elverişli istihsâl senede 50.000 ton olduğu neticesine varılır.

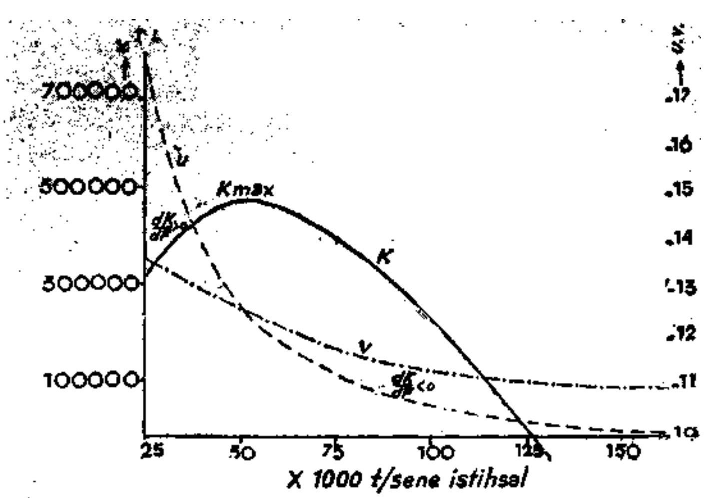
Tablo I.

F	R/F	$1{,}07^{R/F}$	$u = 9{,}02.\ 1{,}07^{R/F}$	$\frac{169.10^3}{F}$	$\frac{1878.10^6}{F^2}$	$v = 10 + \frac{169.10^3}{F} - \frac{1848.10^6}{F^2}$
25 000	10	1,97	17,78	6,75	3	13,75
50 000	5	1,40	12,62	3,38	0,75	12,63
100 000	2,5	1,18	10,65	1,69	0,19	11,50
125 000	2	1,145	10,33	1,35	0,12	11,23
250 000	1	1,07	9,66	0,69	0,03	10,64

Tablo II.

F	$\frac{(1+t)^{R/F} - 1)}{t(1+t)^{R/F}}$	$10F - 111.000$	$10F - 111.000\ \frac{(1+t)^{R/F} - 1}{t(1+t)^{R/F}}$	13,9 F	K
25 000	7,03	139 000	976 000	347 000	329 000
50 000	4,08	389 000	1 486 000	964 000	492 000
100 000	2,18	889 000	1 938 000	1 388 000	250 000
125 000	1,81	1 139 000	2 060 000	1 735 000	25 000
250 000	0,935	2 389 000	2 234 000	3 480 000	– 1 536 000

EN ELVERİŞLİ -İSTİHSAL MIKDARI TAYINI



F için bilhassa münhanilerin çizileceği fasılayı darlaştırmaya yarıyacak takribi bir kıymet bulmak gayesi ile başlangıçta faiz unsuru ihmal olunabilir, o zaman

$$\left[e - \left(p + \frac{R}{F} \right) \right] R - cF - M$$

ifadesi azamî yani

$$\frac{GR}{F^2} - c = o \text{ olmalıdır.}$$

Buradan

$$F = \sqrt{\frac{GR}{c}} \qquad t/Sene = \sqrt{\frac{TL/\ Sene.t}{TL.\ Sene/t}}$$

bulunur.

Bu formül yukarıdaki misale tatbik olundukta

F= 1/2600001iqogo = 10ooo1/^1L = 44500 t/Sene
F 13,9 F 13,9

neticesi elde edilir ki bu kıymet yukarıkinden ancak takriben 10 % farklıdır.

Hulâsa: Madencilikte işletme büyüklüğünün ehemmiyeti kaydedildikten ve belli başlı maden iktisadı kitaplarının buna müteallik muhteviyatı gözden geçirildikten sonra hususî iktisat bakımından en elverişli istihsâlin hesapla tayini için bir usul gösterilmekte ve ayrıca bunu takribi olarak hesaplamağa yarıyacak basit bir formül tesbit edilmektedir.

Ein Versuch zur rechnerischen Ermittlung der privatwirtschaftlich optimalen Förderung bei Bergwerken.

Uebersetzung aus dem Türkischen

Eines der Hauptmerkmale eines Bergwerkbetriebes isf die Förderung in der Zeüeinheit (die Abbaugeschwindigkeii). Von ihr haengen die Anlage-und Gestehungskoslen und folglich die Geştalt und vor allem der endgültige Ertrag des Betriebes ab.

Trotz dieser ungemein grossen Wichtigkeit wird die Fördermenge in den meisten Faellen rein empirisch. ja gefühlsmaesşig gewaehlt.

Auch die bekannte Bergwirtschaftsliteratur enthaelt nur allgemeine Gesichtspunkte mehr qualitativer Art über dieşen Gegenstand,

So schreibt z. B, Granigg, dass die kombinierten Erwaegungen bezüglich der technischen Möglichkeiten, der Geologie und der Geographie die wirtschaftlichste Ausbaugrösse bedingen, die indessen im allgemeinen mit Rücksicht auf die Marktverhaeltnisse, die Geldkraft des Unternehmers, die persoenliche Einstellung desselben zu seinem Bergbaubesitz, die Furcht vor dem Risiko, die Rechtslage u. dgl. nicht eingehalten wird.

Soliter selbst diese letzten Rücksichten wegfallen, so ist die besonders im Alten Kontinent betonte Forderung, der Nachaltigkeit, d. h. der möglichst lange dauernden Erhaltung der direkten und indirekten Erwerbsmöglichkeiten durch den Bergbau auf der in Rede stehenden Lagerstaette mit der Affassung der Betriebsgrösse als ausschliessliche Funktion der technischen Möglichkeiten der Geologie und der Geographie als eine kontradiktorische überbestimmung wohl unvereinbar.

Am Schluss seiner Betrachtungen macht Granigg die Bemerkung, dass die allgemeine Tendenz mit Bedachtnahme auf die Senkung der Gestehungskosten und auf die grössere Widerstandsfaehigkeit in ungünstigen Betriebsperioden nach der Wahl von grösseren Betriebseinheiten geht.

Nach dieşen allgemeinen Erörterungen werden die Betrieşsgrössen nach Masşgobe ihrer Massenbewegung in verschiedene Klassen eingeteilt und die Anwendungsmöglichkeit verschiedener Ausbaugrössen bei den verschiedenen Substanzziffergrössen, geologischen Bedingungen und geographischen Lagen untersucht.

Bei dieşen Unfersuchungen ergeben sich im allgemeinen mehrere Freiheitsgrade, wie sie Herr Prof. Granigg selber nennt. Aber selbst, wo es nur einen einzigen Freiheitsgrad gibt, also im besten Faile ist diese Methode nur geeignet, eine Grössenordnung anzugeben aber keineswegs eine eindeutige absolute Grösse für die Abbaugeschwindigkeit.

Endlich muss die ermittelte Betriebsgrösse mit den Erfordernissen des Marktes in Einklang gebracht werden. Diese Bedingung ist, wie Granigg es betont, von umso geringerem Einfluss, je grösser der Aktionsradius eines Bergbauproduktes ist und je grössere Mengen der Weltmarkt davon aufnimmt.

In einer Reihe von Aufsaetzen, welche im Jahre 1904 im «Engineering and Mining Journal» erschienen und spaeter in einem von Rickard herausgegebenen und «The Economics of Mining» betitelten Buche aufgenommen sind, hat zuerst H. C. Hoover die Frage des wirtschaftlichen Verhaeltnisses der Anlagegrösse zu den Erzreserven «The economic ratio of treatment-capacity to ore reserveş» aufgeworîen und sie wenigstens im Prinzip eingehend behandelt. Seine Ausführungen können folgendermassen zusammengefasst vverden:

Die wirtschattlichste Anlagegrösse ist zweifellos die grösstmögliche. Dieses Maximum haengt aber von der Vorrichtung ab, so dass auch diese mit der grösstmöglichen Geschwindigkeit betrieben vverden muss. Der eigentliche Zweck des Bergbaues ist ja das Herausholen des grössten Gewinnes aus einem gegebenen Erzkörper. Deshalb ist die maximale Gewinnung erforderlich nicht nur von dem Standpunkt der billigsten Produktion, sondern auch aus dem Grunde, dass in der Erde eingeschlossene Werte nichts einbringen und der Gewinn durch schnellere Verflüssigung desselben in erheblichem Masse gesfeigert werden kann, Demgegenüber ist aber in Anbelracht der Unsicherheit der Forfsetzung der Lagersfaette nach der Tiefe durch die Höhe der Investierungen dieser maxiamalen Gewinnung eine Grenze gesetzt. Das Problem ist also entweder :

Erhöhung einer bestehenden Förderung öder Festsetzung einer bestimmten wirtschaftlich günstigsten Anfangsproduktion. Die für die Lösung des Problems in Betracht kommenden wichtigen Faktoren sind daher :

1 — Einfluss der Mehrtörderung auf die Gestehungskosfen,

2 — Tilgung des für die Mehrförderung investierten Kapitals,

3 — Die Einschraenkungen, vvelche durch die Unsicherheit der Fortsefzung der Lagerstaetfe nach der Tiefe bedingt sind.

Für die Erlaeuterung des Einflusses det Mehrförderung auf die Gestehungskosten sei zunaechst hervorgehoben, aus welchen Betraegen sich die Ausgaben aufbauen. Sie zerfallen in einen Anteil, welcher der Förderung proporiional ist und in einen solchen, der sowohl von der Zeitdauer wie von der Förderung abhaengt. Wird die Förderung erhöht, so bleibt dieser lefzte Anteil beinahe unveraendert, waehrend die proportionellen Kösten auch etwas gesenkt werden, so dass die Ersparnisse d. h. der Mehrgewinn mindestens dem Produkfe Mehrförderung in die festen Kösten pro Fördereinheit gleichkommen. Hinzu kommt der Zinsgewinn durch die frühere Indienstsetzung des der Mehrförderung entsprechenden Extragewinns und endlich, wenn auch von minderer Bedeutung, der Zinsgewinn auf die Ersparnisse an den festen Kösten. Bezeichnef man die Summe dieser Gevvinne als den Zuwachs des Nutzens. so kann der nachstehende Grundsatz formuliert vverden :

Wird durch energische Vorrichtung die sichtbare Lebensdauer eines Bergvverks um so viel verlaengert, dass die Zeit überschritten wird, vvelche eine zusaetzliche Anlageeinheit braucht, durch den Zuwachs an Nutzen das in sie investierte Kapital zu tilgen, dann ist die Errichfung dieser zusaetzlichen Einheit nicht nur berechtigf, sondern auch Pflicht einer guten VVerksleitung.

Es besteht also für die Erzreserven eine Grenze, deren überschreitung die Errichtung neuer Anlagen gebietet. Umgekehrt kann dies bei Bergvverken mit unsicherer Fortsefzung nach der Tiefe als die wirfschaffliche Grenze für die vorzurichtenden Erzreserven bei einer bestehenden Anlage aufgefasst werden. Diese Grenze mog hoch erscheinen, sie ist aber einzuhalfen, denn jede Lagerstaette dieses Charakfers wird irgendwo aufhören. Bei einem gewinnbringenden Bergwerke ist aber das Ausbleiben des Erzes noch kein Grund für die sofortige Auflassung desselben, Wie weit noch durch taubes Gebirge nach Erz gesucht wird, haengt von Erwaegungen ab die sich aus dem geologischen Charakter der Lagerstaette und den Verhaeltnissen ihres Aufhörens ergeben. Dass aber diese Aufsuchung vvaehrend des Befriebes stattfinden musş, ist selbstverstaendlich.

Ein Werk mit den genannfen Reserven hat die für die Aufsuchung nöfige Kraft für eine seiner Lebensdauer entsprechende Zeitspanne und das genannte Maximum für die Erzreserven bildet gleichzeitig das Minimum für die Aufsuchung,

In derselben Aufsatzreihe, illustriert W. R. Ingalls die Prinzipien v. Hoover an Hand zahlreicher Beispiele, macht aber gleichzeitig auf die Einschraenkungen des Marktes aufmerksam, so dass die Nichtanwendung dieser Prinzipien auf die Metalle ausser Gold wohl einen Segen für deren Markt darstellt. Bemerkenswert vom Standpunkte des Risikos ist ferntr die Errichtung der Anlagen an zentralen Stellen, die von mehreren Bergwerken beliefert vverden können.

So scharf die Prinzipien hier formuliert sind. so bilden sie doch noch keine genügende Grundlage für die rechnerische Erfassung der Ausbaugrösse. Auch ist der Begriff des Zuwachses des Nutzens etvvas umstaendlich.

Demgegenüber sind die von Hoover in seinem spater herausgegebenen Buch «The principles of Mining, New York 1909 » enthaltenen Erörterungen weniger verwickelt, dafür aber auch allgemeiner gehalten.

Einerseits wird die Senkung der Gestehungskosten durch die Erhöhung der Förderung hervorgehoben, andererseits vverden die Einschraenkungen durch

1) das zu investierende Kapital,

2) die Lebensdauer des Bergvverks,

5) die mechanischen Maengel von Zusafzeinheiten als Flickwerk,

4) die überproduktion der unedlen Metalle und durch

5) die Sicherheit der Investierungen gegennübergestellt.

Von diesen dürften "die Position 1 ganz und die Positionen 3 und 5 wenigstens teilweise als durch den ersten Aufsatz von Hoover berücksichtigt gelten, soweit es sich um Standardeinheiten oder die Bestimmung der Grösse von primaeren Anlagen handelt, und als Reserven nur die sichtbaren ins Auge gefasst werden.

Die Position 2 ist gleichbedeutend mit der Förderung der Nachhaltigkeit und wurde oben behandelt. Endlich ist die Furcht vor überproduktion wohl für die Gesamtheit aller Bergwerke, aber nicht für jedes einzelne, soweit es nicht eine sehr hohe Produktion hat, am Platze,

Es müsste also durch die Kombination der Erhöhung der Förderung zur Senkung der Gestehungskosten mit den Einschraenkungen 1, 2 und 3 die wirtschaftlichste Ausbaugrösse zu bestimmen sein. Die Rechnungsgrundlagen hiertür sind aber in den Hooverschen Ausführungen nicht genügend explicit enthalten.

Eine neuere sehr interessante Studie über die günstigste Abbauzeıt eines Grubenfeldes, von der ich aber leider erst in den letzten Tagen Kenntnis erhielt, ist von den Freiberger Professoren Kegel und Willers im «Glückauf» 1930 S. 1025 ff veröffenllicht woden. Sie leidet aber vor allem an dem Mangel, dass der Gevvinn pro t als eine Konstante behandelt wurde, was sicherlich nicht statthaft ist. (Vgl. Kegel «Lehrbuch der Bergwirtschaft» S. 491).

Der beschraenkte Anwendungsmöglichkeit mathematischer Beziehungen auf verwickelte Wirtschaftsfragen bin ich mir vollbewusst. Nichtsdestoweniger meine ich, dass man alles berechnen soil, was berechenbar ist, vorbehaltlich einer Anpassung der Rechenergebnisse an die wirklich bestehenden Verhaeltnisse. leh werde daher im Folgenden einen Versuch wiedergeben, unter weitestgehender Bunutzung der Gedankengaenge obengenannter Autoren, die privatwirtschaftlich optimale Ausbaugrösse mathematisch zu erfassen und das Ergebnis an einem Beispiel aus der Praxis zu erlaeutern :

Durch geologische Untersuchungen und Aufschlussarbeiten sei für eine gegebene Lagerstaette eine sichtbare Erzreserve festgestellt und es liege ein erstes Betriebsprojekt vor, wobei die jaehrliche Fördermenge grössenordnungsmaessig festgesetzt worden ist, bezw. ein regelrechtes Bergwerk mit seinen Betriebsdaten.

Es seien :

R, die gewinnbare Erzreserve,

F, die jaehrliche Förderung,

A, die dieser Förderung entsprechenden Anlagekosten,

r, die dieser Förderung entsprechenden Gesiehungskosten pro t Fördererz,

e, der Erlös pro t Fördererz,

g, der Gewinn pro t »

t, der landesübliche Zinsfuss.

Der aktüelle Wert des Gesamtertrages am Anfang der Bergbautaetigkeit betraegt dann :

$$K = g.\,F\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t\,(1+t)^{R/F}} - A$$

Für die wtrtschaftlichste Fördermenge wird dieser Ausdruck ein Maximum.

Hier sind aber g und A keine Konstanten, sie sind von F abhaegig. Um das Maximum zu finden, müssem dieselben als Funktion von F ausgedrückt werden.

$$g = e - r \qquad\qquad e = \text{Const.}$$

r zerfaellt in einen, den fixen Kösten je Einheit enlsprechenden Anteil und in einen solchen, der der Jahresförderung umgekehrt proportional ist. Bezeichnet man die fixen Kasten je Einheit mit p und die festen Jahreskoseon mit G, so wird;

$$r = p + \frac{G}{F} \qquad\qquad g = e - \left(p + \frac{G}{F}\right)$$

Die Anlagekosten A können bei nicht allzu grossen Intervallen als linear abhaengig von F gelfen. Man kann also ansetzen :

$$A = cF + M$$

Die Kontante M kann hier so gewaehlt werden, dass sie den Gegenwert der Aufsuchungsarbeiten, den Kaufpreis den Grubenfeldes u. dgl, mitenthaelt.

Der Gesamtgewinn ist also :

$$K = [(e-p)\,F - G]\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t\,(1+t)^{R/F}} - cF - M$$

und die Ableitung :

$$(e-p)\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t\,(1+t)^{R/F}} + \Big[(e-p)\,F - G\Big]\cdot\frac{-R}{F^2}\cdot\frac{\ln(1+t)}{t\,(1+t)^{R/F}} - c$$

$$= (e-p)\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t\,(1+t)^{R/F}} - \frac{R}{F^2}\Big[(e-p)\,F - G\Big]\,\frac{\ln(1+t)}{t\,(1+t)^{R/F}} - c$$

Damif dieser Ausdruck gie eh O wird, muss :

$$(e-p)\left[(1+t)^{R/F}-1\right]-\frac{R}{F^2}\left[(e-p)G-F\right]\ln(1+t)-ct(1+t)^{R/F}=o$$

oder

$$(e-p-ct(1+t)^{R/F}=(e-p)\left[1+\frac{R}{F}\ln(1+t)\right]-\frac{GR}{F^2}\ln(1+t)$$

sein.

Diese Gleichung wird am bequemsfen graphisch gelöst, indem man :

$$(e-p-ct)\,(1+t)^{R/F}=u,$$

$$(e-p)\left[1+\frac{R}{F}\ln(1+t)\right]-\frac{GR}{F^2}\ln(1+t)=v$$

setzt und die Kurven für u und v zeichnef. Der Schniltpunkt dieser Kurven gibt die optimale Fördermenge.

Sollten sich die Kurven nicht schneiden, so würde dies bedeuten, dass $\frac{dK}{dF}$ dauernd dasselbe Vorzeichen behaelt, öder dass die Funkfion K monoton steigf oder faellt. Demnach würde das prakfische Max. bei der grössten bezw. niedrigsten Förderung liegen.

Eine volle Diskussion für den Verfauf dieser Kurven bei den verschiedenen Grössen der Koeffizienfen soil in einer spaeteren Abhandlung sfatffinden.

Beispiel : — Für eine bestimmte Lagerstaette mit komplexen Erzen sei :

$$R=250.000\ t$$

$$e=14{,}05\ TL/t \quad P=4{,}96\ TL/t \quad e\text{-}p=9{,}99\ TL/t \cong 10$$

$$t=0{,}07 \quad c=13{,}9\ TL/t \quad M=300.000\ TL$$

$$G\cong 110.000\ TL/Jahr$$

$$\ln(1+t)=\ln 1{,}07=0{,}06766$$

$$ct=13{,}9\ .\ 0{,}07=0{,}973\ Tl./t$$

Selzt man diese Werte in die obige Gleichung II ein, so erhaelt man :

$$9{,}02.\ 1{,}07^{R/F}=10\left(1+\frac{16915}{F}\right)-\frac{111.16{,}915.10^6}{F\ 2}$$

$$9{,}02.\ 1{,}07^{R/F}=10+\frac{169.10^3}{F}-\frac{1878.10^6}{F^2}$$

und die Gleichung I ergibt :

$$K=(10F-111.10^3)\,\frac{1{,}07^{R/F}-1}{0{,}07.1{,}07^{R/F}}-13{,}9F-300.10^3$$

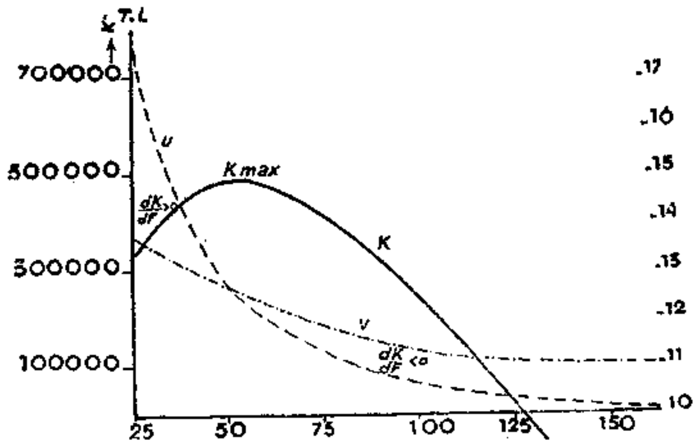
Gibt man F vershiedene Werte, so erhaelt man die nachstehenden Tabellen I und II, deren graphische Darsfellung die optimale Förderung zu rund 50.000 t/Jahr ergibt.

Tabelle I.

F	R/F	$1{,}07^{R/F}$	$u=9{,}02.\ 1{,}07^{R/F}$	$\frac{169.10^3}{F}$	$\frac{1878.10^6}{F^2}$	$v=10+\frac{169.10^3}{F}-\frac{1818.10^6}{F^2}$
25 000	10	1,97	17,78	6,75	3	13,75
50 000	5	1,40	12,62	3,38	0 75	12,63
100 000	2,5	1,18	10,65	1,69	0,19	11,50
125 000	2	1,145	10,33	1,35	0,12	11,23
250 000	1	1,07	9,66	0,69	0,03	10,64

Tabelle II.

F	$\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t(1+t)^{R/F}}$	$10F-111.000$	$10F-111.000\,\frac{(1+t)^{R/F}-1}{t(1+t)^{R/F}}$	13,9 F	K
25 000	7,03	139 000	976 000	347 000	329 000
50 000	4,08	389 000	1 486 000	964 000	492 000
100 000	2,18	889 000	1 938 000	1 388 000	250 000
125 000	1,81	1 139 000	2 060 000	1 735 000	25 000
250 000	0,935	2 389 000	2 234 000	3 480 000	− 1 536 000



X 1000t/Jâhf Förderung

Einer» ersten angenaeheden Wert für F, der hauptsaechlich dazu dienen soil, die Untersuchungsspanne einzuengen, kann man dadurch erhalten, dass man von den Zinsen absieht. Dann muss der Ausdruck .

$$\left[c \left(p + \frac{G}{F}\right) \right] R - cF - M$$

maximum werden. Es soll also :

$$\frac{GR}{F^2} - c = o \text{ sein,}$$

Hieraus ergibt sich :

$$F = \sqrt{\frac{GR}{c}} \text{ t/Jahr} = \sqrt{\frac{\text{TL/Jahr. t}}{\text{TL. Jahr/t}}}$$

Wendet man diese Formel auf das oben angeführte Beispiel an, so erhaelt man :

$$F = \sqrt{\frac{250000.110000}{13,9}} = 10000 \sqrt{\frac{25\ 11}{13,9}} = 44500 \text{ t/Jahr}$$

Dieser Wert weicht von dem obigen nur um etwa 10 % ab.

Zusammenfassung : Nach Hervorhebung der wirtschafllichen Wichtigkeit der Belriebsgrösse im Bergbau und einer Übersicht über den Inhalt der bergwirtschafllichen Literatür bezüglich dieses Gegenstandes wird eine Methode zur graphischen Ermiiilung der privatwirtschaftlich optimalen Jahresförderung sowie eine einfache Formel für die ersle angenaeherte Berechnung derselben angegeben.

Hadi YENER