

Fotoğrametrinin hali - hazırdaki durumu

Yazan



Frans MANEK

Bu senenin mayıs ayı nihayetinde M.T.A. Enstitüsünde bir Stereoplanigraf âleti kuruldu. Bu vesile ile muhtelif fotoğrametri ölçme usullerini bir gözden geçirmek faydalı görülmüştür. Fotoğrametri yahut resim ile meseha sanatının vazifesi; fotoğraf esasına müsteniden alman resimlerle bir cismin büyüklüğünü ve vaziyetini tesbit etmektir. Bunun asıl tatbik sahası arazi resimlerinden, harta ve plân imali keyfiyettir.

Bundan takriben yüz sene evvel (1839) fotoğraf çekmek ilmi keşfedildiği zaman elde edilen perspektif resimlerden veya manzaralardan bir plân veya ufkî kesim yapılabileceği kanaati de beraber doğdu. Bununla beraber, bu ilimde en güç meselelerin bile halledilebilmesi imkânını veren bütün esaslar elde edilinceye kadar takriben yüz sene geçti.

Muhtelif fotoğrametri usullerini, bunun verim kabiliyetlerini ve şimdiye kadar Türkiye'de bu iş üzerindeki çalışmaları öğrenmek için aşağıda yazılı bahisleri kısaca izah edelim :

A) Arzi Fotoğrametri :

1. Plânçete fotoğrametrisi
2. Noktaların nakli suretile mücessem fotoğrametri (Xtereo-fotoğrametrisi)
3. Otomatik nakil suretile mücessem fotoğrametri (Ştereo-fotoğrametrisi)

B) Havaî fotoğrametri:

1. Redresman yapılmadan tersim plânı

2. Redresman vasıtasile elde edilen plân
3. Üzrine tesviye münhanileri çizilmiş resim plânı
4. Grafikli vaziyet plânı
5. Grafikli tesviye münhanili harta
6. Yardımcı usuller
 - a. Havaî nirengi
 - b. Havaî poligon
 - c. Havaî nivelman (tesviye)
- C. Fotoğrametri usulünün doğruluğu ve iktisadî elverişli olması

A) Arzi fotoğrametri

I. Plânçete fotoğrametrisi

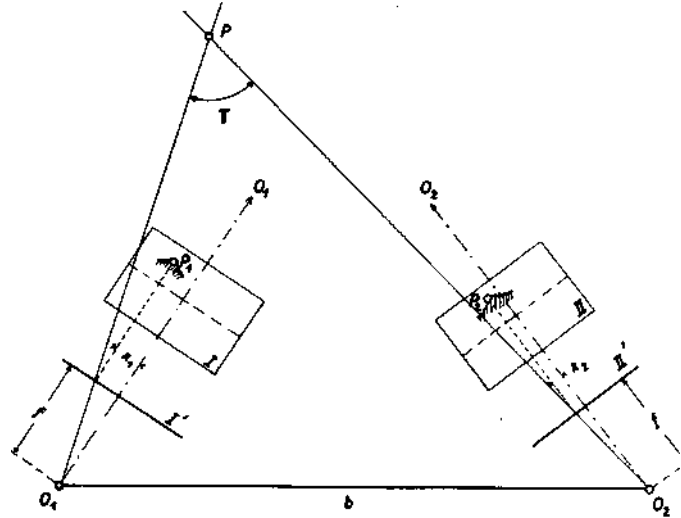


Abb. 1

Şek. 1. Plânçete fotoğrametrisi şeması. (kaide b, zaviye (g) büyüktür.)

Abh. 1. Schema der Messtich - Photogrammetrie (Basis b und Winkel g gross).

Bu usulün ismi aynen topografi plânçete usulünde tatbik edildiği gibi ileriden kes-tirme suretile münferit noktaların tayini esasına izafe edilmiş olup bu usulün ilk defa tatbik keyfiyetini "fotogrametri babası" ta-nılan Fransız Albayı Laussedat nam zata medyunuz (1859).

Görüş sahası ziyade olan ve jeodesik ola-rak tesbit edilen (şek. 1. de O_1, O_2) esas nok-talarından arazinin fotoğrafı alınır. Bu me-yanda fotoğraf makinesi tam ufkî vaziyete getirilir ve objektif irtifaî ile keza resim alma istikameti de mesaha edilir. Bundan sonra I ve II. ci iki resim elde edildikten sonra işbu sabit noktalar ile resim alman istikametler istenilen mikyasta geçirilir, resim tıraşları I, ve I "çizilir, bunların üze-rinde her iki resim de aynı noktalara ait ola-n (p) ve (p_2) noktalarının absisleri ölçü-lür, iki resim de aynı noktaların şua hatlar: ufkî projeksiyonda aynı arazi noktasında tekatu eder ve böylece noktaların heyeti u-mumiyesi bir vaziyet plânı verir-

Bu vaziyet plânından başka esas nokta -nın malûm rakamı vasıtasile bir noktanın resim ordinatları, esas noktadan mesafesi ve arazi noktasının katî yüksekliği bulunur ve kontrol edilebilir.

Bu gün artık modası geçmiş bulunan bu otsul bilhassa yüksek dağlık arazide takio-metre usulüne faik idi. Avusturya Alpların-da, 1891-1903 senelerinde 1 : 25000 mikyaslı arazi hartası alınması için bu usul kullanıl-mış ve 1100 kilometre murabbai bir sahanın resmi alınmıştır.

2) Muhtelif notların koordonnele-rini bularak nakil suretile tersim (Stereofotogrametri)

Her iki resim keza amut olarak alındığı .takdirde mevzi plânının vücude getirilme-si ehemmiyetli surette basitleşir. (Şekil 2) bu *stereofotogrametri* denilen usul boş -lukta görünen hayalin fiziolojik bir tebel-lürüne istinat eder. Tek gözle bakılan herşey

bir sathı üzerinde ve daima gayri muay -yen mesafede görünürler. Lâkin çift göz-le ve yahut stereoskopik bakışla eşyanın yek-

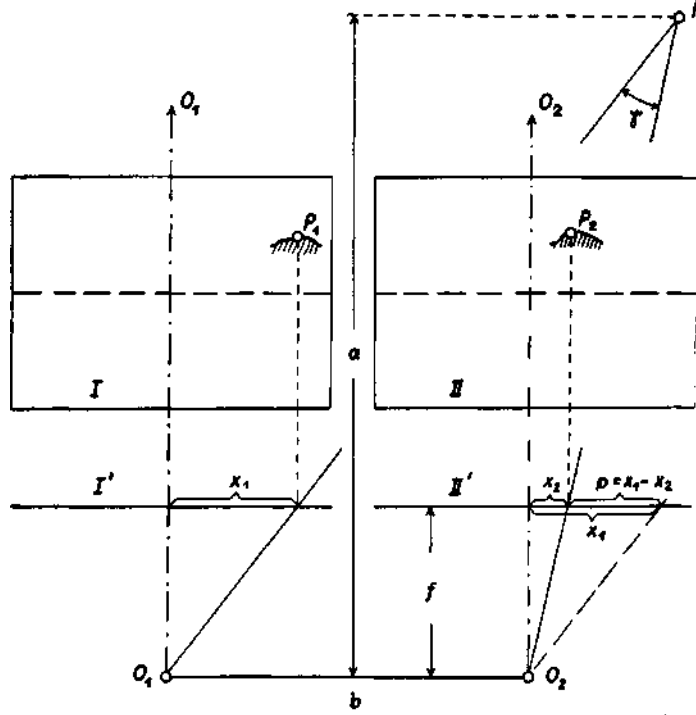


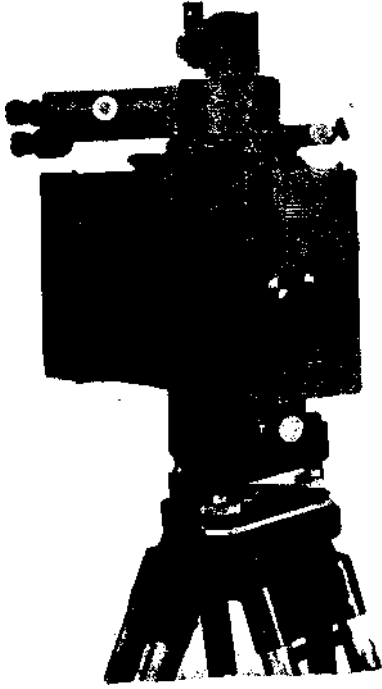
Abb. 2

Şekil 2. Stereo mücessem fotogrametrinin normal vaziyetinin şeması, (kaide b ve zaviye γ küçüktür.)

Abb. 2. Schema des Normalfalles der Stereo-photogrammetrie (Basis b und Winkel γ klein)

diğerine nazaran olan mesafelerine göre derinlik vaziyetini takdir etmek kabildir.

Bu kabiliyeti yalnız gözle 500 metreye 'kadar olup bundan yukarı bir mesafede bu-lunan cisimler gene bir sath üzerinde imiş-ler gibi görünürler. Stereoskopik tesiri islâh edebilmek için bakılan cisimlerin bu -yütülmesi yahut gözlerin yanmasına görü-şünü genişletmek lâzımdır. Bu prensip çok evvelden optik mesafe ölçme âletlerinin imâlinde kullanılmıştır. Pulfrich bunu 1902 senesinde fotogrametriye de ithal ederek daha fazla inkişaf ve" tekâmülüne yol aç -mıştır.



Şekil 3. Tan fototeodolit aleti
(1/4 büyüklüğünde. [*])

Abb. 3. Phototheodolit Tan
(1/4 der natürlichen Grösse)

[*] Zeiss - Aerotopograph, Jena, firmasının âletlerinin burada zikredilmesinin sebebi ancak bu âletlerin halihazırda en fazla rağbet gören ve Türkiye'de dahî istimal olunan âletlerden olmalarıdır. Bugün muhtelif memleketlerde istimal olunan Zeiss firmasının fotogrametrik âletlerinin miktarı şudur:

237 arzi fototeodolit âleti (Harta ahzı

Fotogrametrik resimlerin elde edilmesi için daha evvel yapılacak arazi çalışmalarında fototeodolit tâbir olunan (şekil 3) hususî kamaralar istimal edilmektedir, bunlar resmi alınırken plâkaların katî surette muvazi vaziyette bulunmasını temin ederler. Bu suretle 10 " lükten daha az muvafık şekilde fotoğraf alınmasını mümkün kılarlar. Uygun olarak intihap edilen bazı iki nihayet noktalarından itibaren fotoğraflar alınması ve bulunulan yerin tesbit edilmesi baz tulûnün obtik olarak mesaha edilmesi işleri yapılır. Fotoğraf alınacak istikametleri normal sabit hatta nazaran veya keza muayyen bir zaviye sağa veya sola döndürülmüş olarak intihap edilebilir. Bu suretle şekil 4 de görüldüğü veçhile üç parçadan mürekkep ve geniş bir sahanın görölmesini mümkün kılan bir panorama husule gelir. Bu iş için kullanılan streoskopik sahra âletlerinin heyeti umumiyesi şekil 5 de gösterilmiştir.

Fotogrametri için icab eden teşhizat şekil - 5 de gösterilmiştir. Burada bilhassa bir

için) 31 memlekette

195 Stereokomparatör 28 memlekette

5000 mesaha kamarası (hava fotoğrafı

için) 37 memlekette

250 Redresman (Meyil tâdili) âleti 31 memlekette

114 Multipleks (800 projöktörü ile) 25 memlekette

116 Resimlerin otomatik kıymetlendirme âleti 31 memlekette

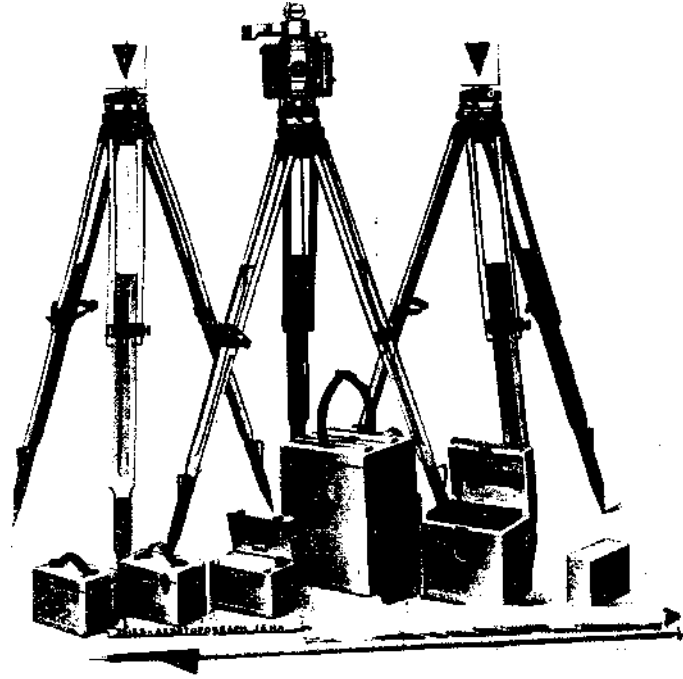
Şekil 4. M. T. A. Enstitüsü tarafından alınan Bolkardağ'nın umumî görünüşü.

Abb. 4. Panorama des Bolkardağ (Aufnahme des M. T. A. Institutes).



kısmı muayyeni ölçen teodolit âletlerinden bahsetmek faydalıdır. Bu tanjat vidasının ve kendi istikametine muhalif olarak duran sehpanın üzerine konan ufkî bir latanın yardımı ile baz hattının takriben 1/2000 nisbetine kadar doğru olarak optik mesehasını mümkün kılar.

Şimdi stereokomparatör cihazı içinde mesaha işi kalmıştır. (Şekil 6) Arazide alı-



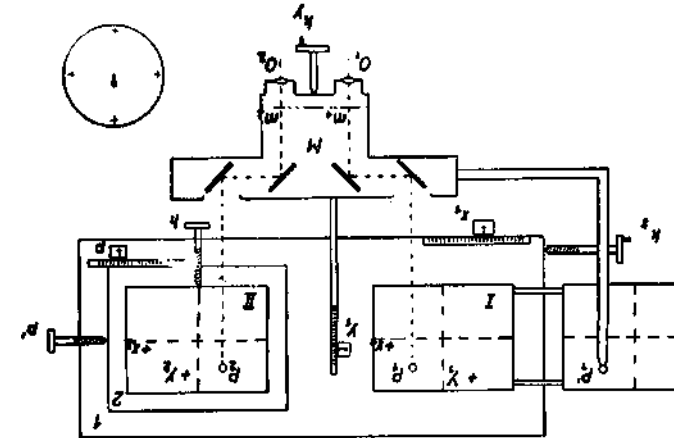
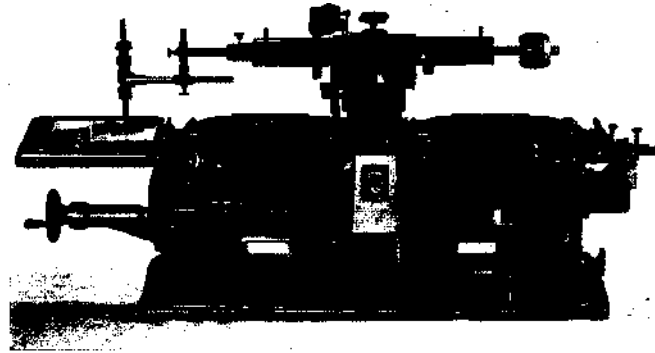
Şekil 5. Stereofotogrametrik saha aletleri: bir C3/b marka fototeodolit, 2 şasi sandığı, 1 resim meseha teodoliti ve buna ait bir baz latası, 1 hedef lavhası v. s. (tabii büyüklüğüne mazaran, 1/30 mikyasında)

Abb. 5. Stereophotogrammetrische Feldausrüstung. bestehend aus einem Phototheodolit CS/b mit zwei Kassettenkoffern, einem x Streckenmesstheodolit mit den dazugehörigen Stativen, Ziellafeln, Messlatten usw. (1/30 der natürlichen frösse).

nan plâklar (negatifler) bir muzaaf mikroskop (M) ile takriben altı misli bir bu - yüklükte tarassut edilir. Esas kızak (1) her iki plâka hamil olup X- istikametinde kx kolu ile tahrik edilir. Resim abzissenin milimetrenin yüzdesi halinde okunabilir. Bu

ana kızak üzerinde paralaks kızağı tâbir olunan tertibat (2) vardır, ki bu tertibatta X- istikametinde hareket ederken paralaks vi - dası (P') ile muhtelif stereoskopik para - lakslar ayar ve milimetrenin binde nisbe - ti üzerinden kıraat edilebilir. Her iki re - sim arasında muhtemel bir irtifa farkının tevzini için (h) vidası istimal edilir- Her iki plâk üzerinden müttehiden irtifaî tadil için stereomikroskop (M) ky kolunu y- istikametinde sürmek suretiyle tebdili mevki ettirilir. Bu meyanda vukua; gelen tebdili mevkiler milimetrenin yüzdesi ha - linde okunabilir.

Stereomikroskopun adesei aynı yerleri için de (mütharrik balon şeklindeki marka-



Şekil 6. Resimli şemali stereokomparatör. (1/20 tabii büyüklüğünde)

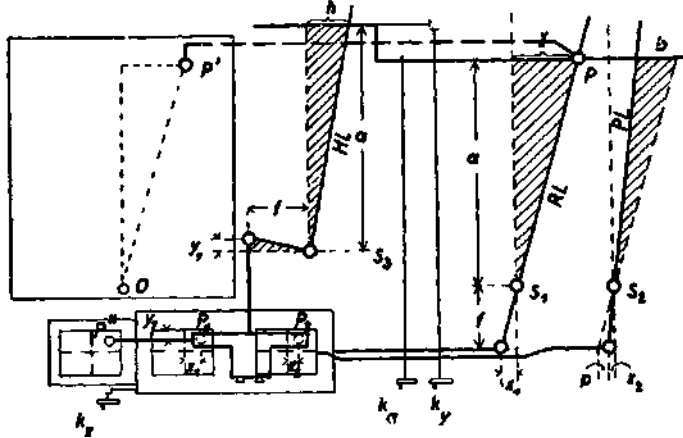
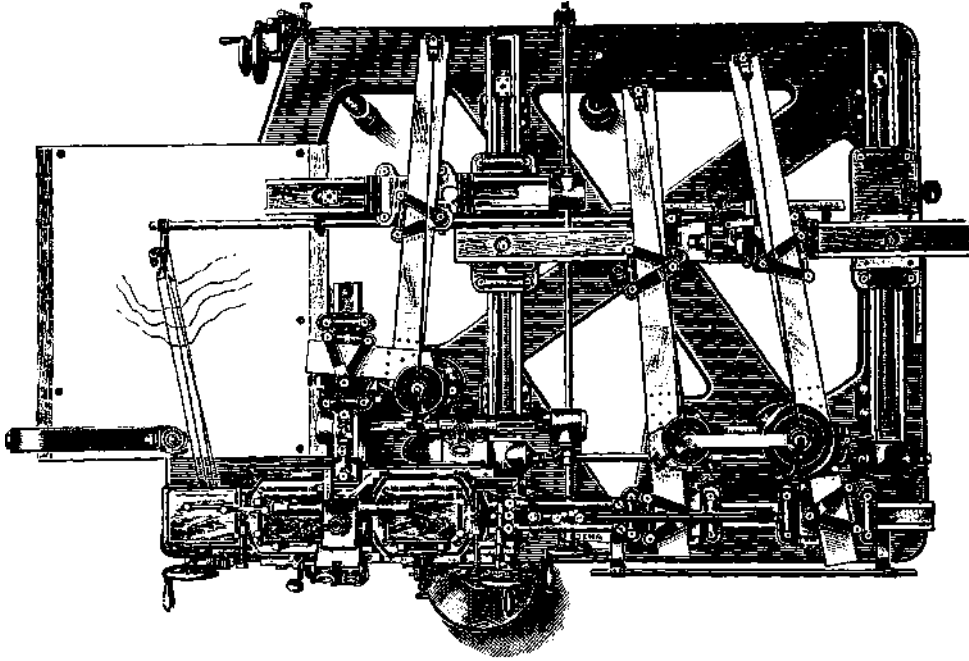
Abb. 6. Stereokomparatör mit Schema 1/20 der natürlichen Grosse)

lar) tarassut edilir. Bu markalar feza dahi -
linde muallâkta imiş gibi görünür. Yukar -
da beyan olunan iki resmin tebdili mevkii
suretile markanın istenilen bir arazi nok -
tası üzerine gelmesini temin edecek şekil -
de iş görülebilir.

$$a = \frac{b \cdot f}{p}$$

(Stereofotometri'nin normal vaziyetteki
eşas müadili).

$$h = \frac{a \cdot y_1}{f} = \frac{b \cdot y_1}{p}$$



Şekil 7. Stereootograf aleti şeması ile, (Tabii büyüklüğün 1/16 sı nisbetinde).
Abb. 7. Stereoautograph mit Schema (1/16 der natürlichen Grösse).

Böyle bir nokta için X_1 Y ve P nisbetleri
okunacak olursa bu mekadur ile noktanın
koordinatlarını hesap etmek, aşağıdaki ba -
sit muadele ile, kabildir.

İşaretler: a = Mesafe, b = baz, f = budu
mihraki

(Fokus uzaklığı) p = Stereoskopik pa -
ralaks

(Şekil 2 — ye bak). h = objektif sathına nazaran

Sahanın yüksekliği ve y , = sol tersimde ordinat.

Ölçme esnasında muhtelif teferruat sol plâkın üzerindeki kopya kâğıdına nakil ve çizilebilir.

C) Otomatik tersimli stereofotogrametri.

Fotogrametri sahasındaki terakkiyatın en mühimini Avusturyalı yüzbaşı Von Orel'e medyunuz. Bu zat 30 sene evvel Viyana askeri coğrafya Enstitüsünde stereokomparatörler yardımıyla memleket hartası imal etmiştir. Her münferit nokta için ki - raat, hesap ve plâna geçirilmesi gibi pek zahmetli olan işler bu zata stereokomparatör âletine bir kol ilâve etmek ve bu kol ile münferit noktaların değil de istenilen saha hatların n ve irtifa münhanilerini kendiliğinden tersimini temin ettirmek fikrini ilham etmiştir. Bu suretle 1908 senesinde stereotograf âleti meydana çıkmıştır. (Şekil 6) bu âlet bugün bile arzi fotoğraflar için en basit ve en mükemmel kıymetlendirme âletidir.

Burada demir bir kaide lavhası üzerinde yine stereokomparatör (Şekil 7 solda aşağıda) vardır. Bu âlet üç cetvel ile o suretle raptedilmiştir ki bu cetveller plâkaların bütün hareketlerini alarak bir resim kalemine P' nakletmekte ve kalem otomatikman plânı tersim eder. Ana kızıağın bir hareketi ile istikamet cetveli (RL) amudî mihver (S_z) etrafında döner ve böylece kurşun kalemini x kıymeti kadar tebdili mevkii ettirir. A mesafesinin tesbiti için paralaks cetveli (Pl) kullanılır, burada her iki müsselles ile teceasüm ettirilir. Baz (b) bu meydana istenilen plân makyası üzerinden tanzim edilir.

Stereomikroskopun (y) istikametindeki sürülmesi (HL) irtifa cetveli ianesiyle (h) irtifama tahvil olunur, bunlar hususî bir rakım makyasından okunabilirler. Bu şekil-

de rasıt için X_1 ve a keyfiyetlerinin ayarında K_x ve K_a kolları ve h için K_h kolu ve yahut bir pedal ve sağ plâkın irtifa: tadili için de bir pedal mevcuttur.

Stereokomparatörün sol tarafından sol resmin bir kâğıt kopyası gerilebilir ve bunun üzerindeki kurşun kalemi P" arzuya göre nokta veya hatlar ile fotoğrafı içinde bulunur. Bu şekilde elde edilen perspektiv irtifa münhanilerinin bir misli şekil 8 de görülmektedir. Bu keyfiyet yalnız irtifaların resim üzerinden tahminini değil aynı zamanda bir tarassut stereoskopu ilerde mücessem olarak manzaranın rüyetini temin eder.



Şekil 8. Esla nehrinin tersiminde perspektiv irtifa münhanileri.

Abb. 8. Perspektivische Schichtenlinien in einer Aufnahme des Esflusses in Spanien.

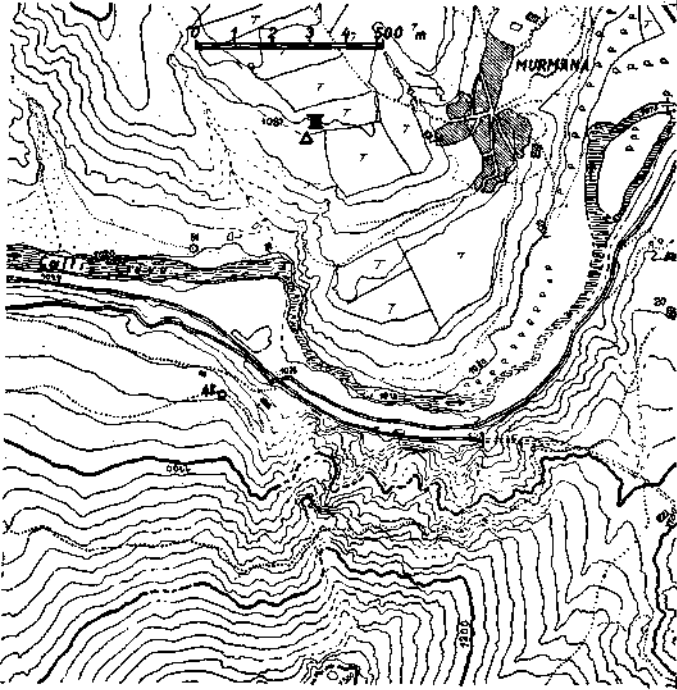
Müsait dağlık arazide, fotoğraf alma esas noktaları doğru tayin ve tertip edilir ise, tekml teferruatı gösteren hatasız bir plân tanzimine hemen daima muvaffak olunur. (Şekil - 9).

B) Havai Fotogrametri.

Arzi fotogrametriden hava fotogrametriye geçiş senelerce iki mühim, büyük sebep mani olmakta idi. Bunlar da tayyare noksanlığı ve elverişli kıymetlendirme âletleri -

nin bulunmaması idi. Büyük harp isteni - len teknik terakkileri meydana çıkardı, bu sayede hava fotogrametrisi ile de hassas bir metod altında fevkalâde işler yapılması imkânı hasıl oldu.

sahası ise, uçuş yüksekliği, bûdu mihrak ve kamera meyli esaslarına göre bir murabba - at şebekeli hartada hava fotoğrafının pres - pektif olarak resim edilmesine muktazi mü - nasebetler tayin olunabilir.

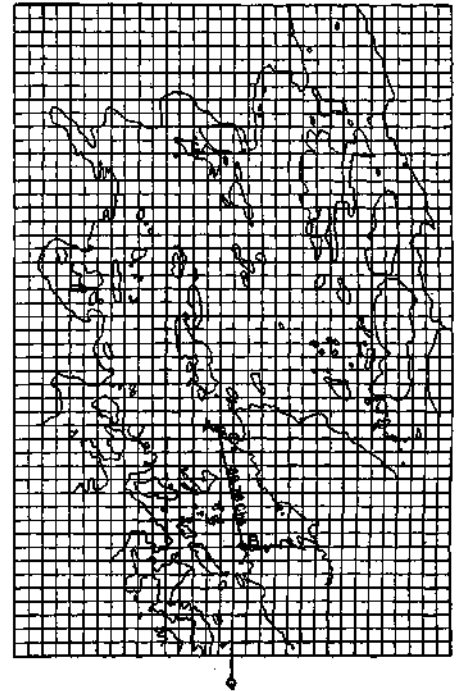
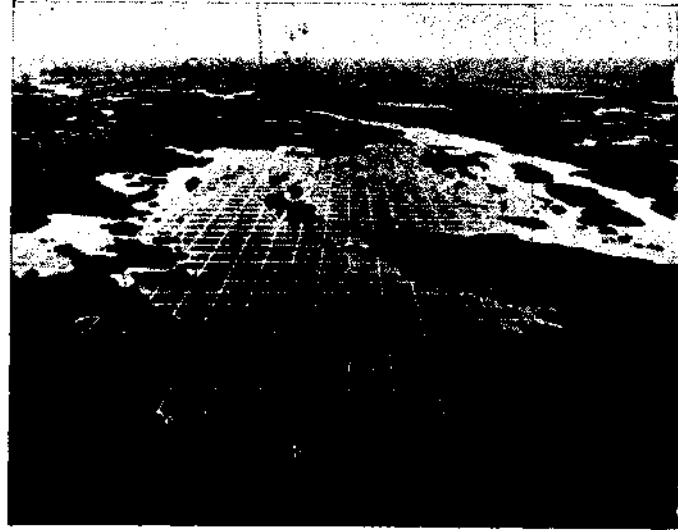


Şekil 9. Divrik civarında bulunan demir maden mın - takasının stereofotogrametrik usulü ile yapılan plândan bir kısmı. Esas hartanın mikyası : 1/5000 (Şekil (9) un mikyası : 1/10000 (M. T. A. Enstitüsü fotoğrafı).

Abb. 9. Ausschnitt aus einem stereophotogrammet - risch hergestellten Plan des Eisengebietes von Div - rik. Originalmasstab 1: 5000, Wiedergabe 1: 10000 (Aufnahme des M. T. A. Institutes).

I — Redresmansız plan tanzimi ı

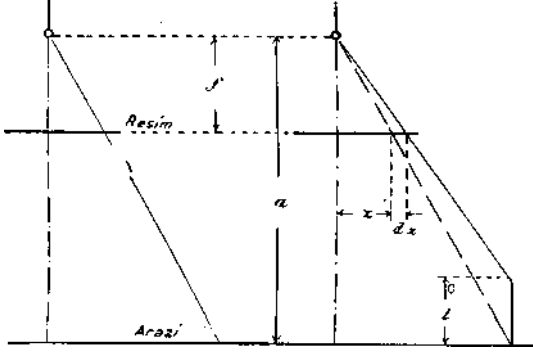
Tayyare fotoğraflarından kroki yapmak suretiyle istifade için en basit usul, bilâha - re hartada bulunması lâzım gelen teknil esas teferruatın fotoğraflara işaret ve geçi - rilmesile yapılır. Bu usul ile büyük harpde ekseriya tetkik edilmiş arazinin büyük kıs - mı keşf edilmiş ve bunlardan ilk çabuk, basit hartalar yapılmıştır. Eğer üzerinde münferit noktalar yahut tullar (yol ve sa - ire gibi) tesbit edilebilecek düz bir arazi



Şekil 10. Tayyareden alınan meyilli resim (Kanada) ve murabba şebekesi ile buna ait hartası.

Abb, 10. Geneigte Luftaufnahme mit Qaadratnetx und dazugehöriger Karte (Kanada).

Fakat sonraları daha ziyade dikine fotoğraf usulüne geçildi, çünkü bu fotoğrafların basit şekli ve birbirine sıralanması ile ge- çilemiyen arazi kısımlarına dahi gayet iyi bir görüşü mümkün kılmakta ve kısa bir zamanda bir, tabiri mahsusu ile, mozaik plânı meydana çıkarmağa müsait olmaktadır, bu plân zengin muhteviyatlı bir kroki teşkil eder.



Şekil 11. Aynudî fotoğraf tersiminin şeması.
(Solda düz, sağda dağlık sahalr).
Abb. 11. Schema einer Senkrechtaufnahme
(Links ebenes, rechts unebenes Gelände).

Düz sahada çalışmak gayet basittir.

(Şekil 11 solda) ve tersim makyası aşağıdaki formül ile tesbit edilir :

$$\frac{I}{m} = \frac{f}{h}$$

Bu formülde f = Kameranin bûdu mih-raki ve h uçuş irtifamı gösterir. Arızalı a-razide ise tersim noktaları merkezden radial (kuturlar) şekilde dx miktarında ye-rinden kaymış gibi görünür. (Şekil 11 sağ-da). Dx — in tesbiti işbu formülden işti-kak edebilir.

$$dx = \frac{tx}{h-t}$$

Burada t her hangi bir sahanın nisbi irti-fainı gösteren rakamdır.

2 — Redresman vasıtasile plan ter-simi :

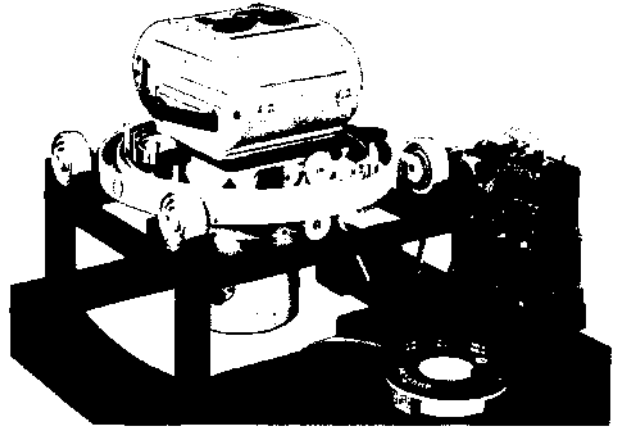
Keşif fotoğraflarının ve seri resim plân-

larının hazırlanması için nisbeten basit hava resim makineleri kullanıldığı halde meseha maksadı ile alınacak fotoğraflar için oldukça ihtimamlı tedbirler almak icap eder. İyi doğru bir meseha fotoğrafı elde etmek için birinci esas şart görüş (resim) sahasının her noktası aynı zamanda tenvir edilmiş olmalıdır. Bu da merkezi kapama ile temin edilir. Bundan başka objektifinin resim yanlışlığı olmaması, hususî meseha markalarının birlikte fotoğrafının çekilme-si, bir tesviye ruhu ufuk ve saire lâzım-dır.

En çok kullanılan otomatik işleyen sıra resim: meseha fotoğraf makineleridir. (Şekil 12).

Bunlar için hususî filimler kullanılır ve bu suretle küçük bir hacim ve ağırlığı ile beraber en ufak bir buruşukluk yapmama-sı ve arızasız çalışması garanti edilmiştir

Geniş zaviyeli objektifin (Topogon) i-cadı ile büyük terakkiler yapmıştır, eski-den tahminen 70° derece zaviyeli iken şimdi büyük bir ziya kuvveti ile ve resim yanlışlığından arî 105° dereceli zaviye kadar işlemektedir. Bu sayede hava fotogrametri



Şekil 12: Otomatik seri meseha kamarası film şase, süperpozisyon ayarı (önde) ve kademeli mekanizmalı elektrik motoru (sağda).

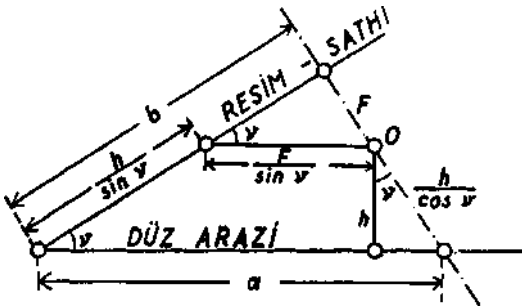
Abb. 12. Automatische Reihenmesskam-mer mit Filmkassette, Überdeckungsregler (vorne) und Elektromotor mit Stufengetriebe (rechts).

randımanı çok ziyadeleşmiştir ve evelce mükerrer yahut panorama kamaralarına ihtiyaç kalmamıştır.

Yukarıda bildirilen mozaik plânların mahzuru, ancak nadir hallerde tayyareden hakikaten tam dikine istikamette fotoğraf alınabilmesidir. Daha ziyade bunların çoğu biraz meyilli olur, bu suretle resim de menazirî bozukluklar husule gelir ki, sonra bunun tekrar optik yollarla izalesi icap eder; aksi takdirde resimler doğru olmaz ve birbirlerine uymazlar.

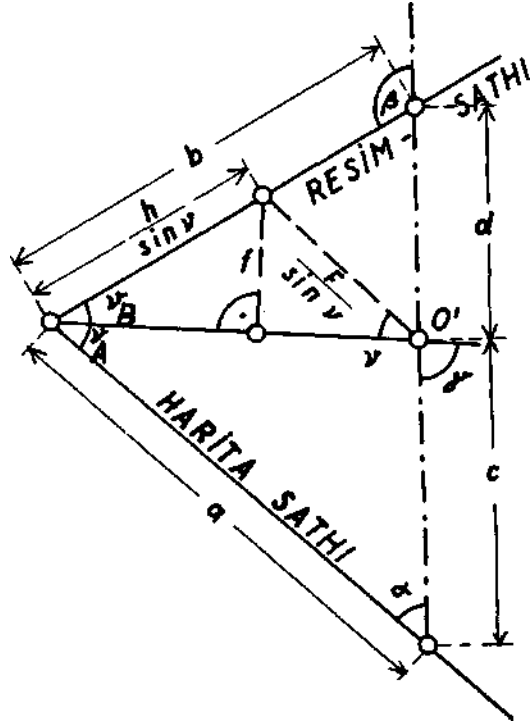
Her noktanın meyil tahvili ameliyatında keskin bir şekil istihsalı için resim redresman hartası sathı (plân sathı) ve re-prduksyon objektifinin esas sathının bir doğru hat üzerinden katetmeleri lâzımdır. "Scheim'in uçuş şartları,, (Şekil 13 ve 14 fotoğrafta ve meyil düzeltme ameliyatındaki riyazi münasebatı gösterir) burada :

- F. Fotoğraf objektifinin bûdu mihrakı
- f. Projeksiyon objektifinin bûdu mihra - ki
- h. Uçuş yüksekliği, harta mikyasına göre
- o- Kamara objektifi
- o'. Projeksiyon objektivi ve
- v. Dikine istikamete göre resim meyli (Amudî hatla tersim meyli arasındaki za-viye)



Şekil 13 : Şekil ve arazi sathı fotoğraf esnasında.

Abb. 13. Bild-und Gelaendeebene bei der Aufnahme.



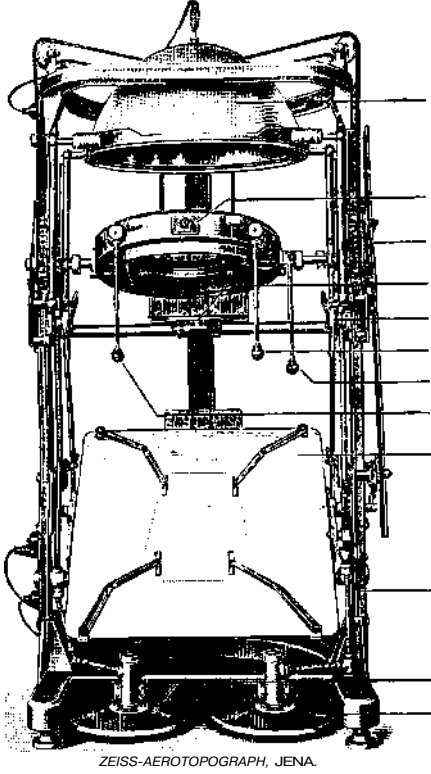
Şekil: 14 Resim ve harta sathı redresman esnasında.

Abb. 14. Bild-und Kartenebene bei der Entzerrung.

Resim alma uçuşuna çıkmadan evvel arazi üzerinde mühim nirengi (sabit) noktaları bilâhare fotoğrafta yerlerinin kolayca belli olabilmesi için münasip tarzda işaretlenmelidir. Bu yapılmadığı takdirde her fotoğraf için havadan gayet iyi görünen baz noktaları addedilen takriben 4 nokta ölçülmelidir. Bu noktalar sonra harta mikyasıyla kâğıda geçirilir ve bu meyil-tadil âletinde (şekil 15) fotoğraftaki aynı noktalarla intibaka getirilir.

Projeksiyon masası ancak yalnız mail tertip edildiği ve irtifa da sabit kaldığı esnada objektif ve üzerinde bulunan resim hamilleri otomatik olarak öyle hareket eder ki tadil edilen resmin daima bir keskin tanzimi husule gelsin. Bu sırada münferit filmlerle veya kesilmiş film makaraları ile çalışılabilir.

Redresman veya tahvil esnasındaki sistematik tanzim ancak bir kaç dakika sürer.



Şekil 15 : Tamamen otomatik redresman aleti S. E. G. 1 (Tabii büyüklüğün 1/20 si), Agrandisman 4 misline kadar, redresman iki misli azamî resim (negatif) ebadı 30X30 cm. Masa ebadı 1X1 M; irtifa 2,7 M., siklet 430 Kg.

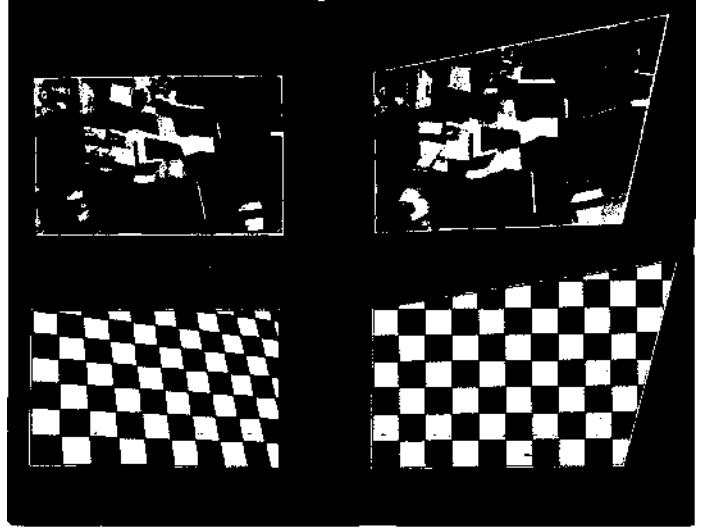
Abb. 15. Vollautomatisches Entzerrungsgeraet SEG 1 (1/20 nat. Gr.). Vergrößerung bis 4 fach, Verkleinerung bis 1/2, grösstes Bildformat (Negativ) 50x50 cm. Tischgrösse 1x1 m, Höhe 2,7 m, Gewicht 430 kg.

Şekil 16 Yukarıdaki resme ait redresmanın meyilli tersimi misal olarak gösterilmiştir.

3 Yükseklik münhanilerini havi resim plânları

Resim plânlarında fotoğraf tafsilâtı meyanında bir de yükseklik malûmatı aynı zamanda istenilirse münasebet ve şerait güçleşir. Bunun için fotoğraf resmi veya bu resmin büyültülmüş bir sekli kroki makamında kullanılır, en mühim noktaların

yüksekliği ölçülür ve buna göre malûm tarzda yükseklik münhanileri yapılır; bu hatlar fotoğraflarda resmedilir ve bu suretle arazinin açık, canlı bir timsali meydana



Şekil 16 : Hemen düz sahanın mayilli fotoğrafı (solda) ve ona ait redresman (sağda).

Abh. 16. Schraegaufnahme (links) von nahezu ebenem Gelaende mit dazugehöriger Entzerrung (rechts).

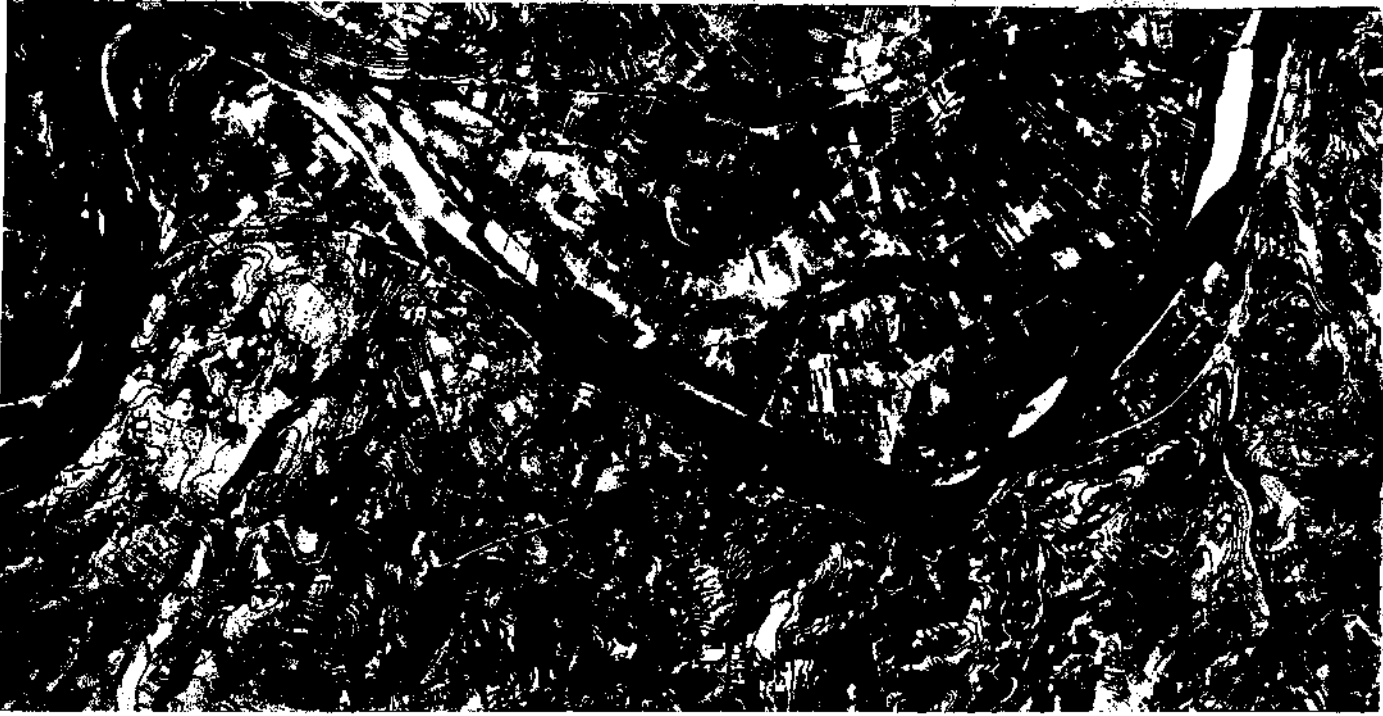
na çıkar. (Şekil 17) ispanyada alınmış böyle bir plânı göstermektedir. Burda 1:10.000 mikyasında olarak 13.000 Km. bir sahanın Ebro nehrinde sulama işleri için, bu usulle, fotoğrafı alınmıştır.

4 Grafikli vaziyet plânları (resim plânlarından çıkarılarak yapılır)

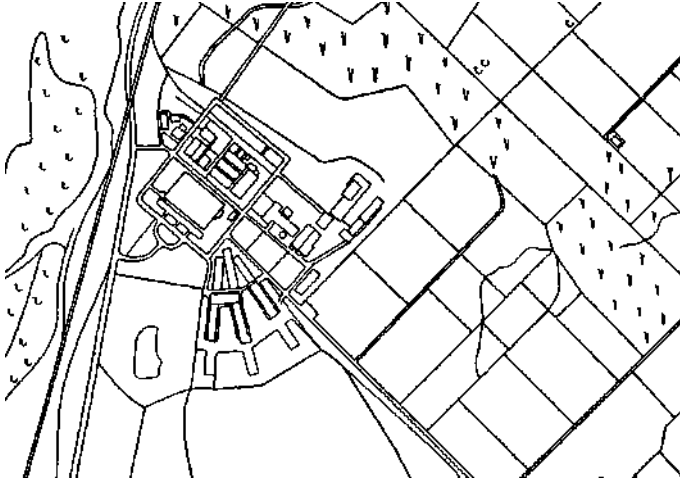
Bir krokinin ihzarı hemen daima zarurî bulunan vaziyet doğruluğundan müteessir olur. Burada da gene hava resminden tam bir surette istifade edilebilir; çünkü hava-resmi kendisinden istenilen teferruatı ve bu suretle iyi bir vaziyet plânı ihzarı için müsaittir.

5 Grafikî tesviye münhanili plânlar

Havadan resim (fotoğraf) ölçmesinde son ve en güç mesele, tamamen tersim edil-

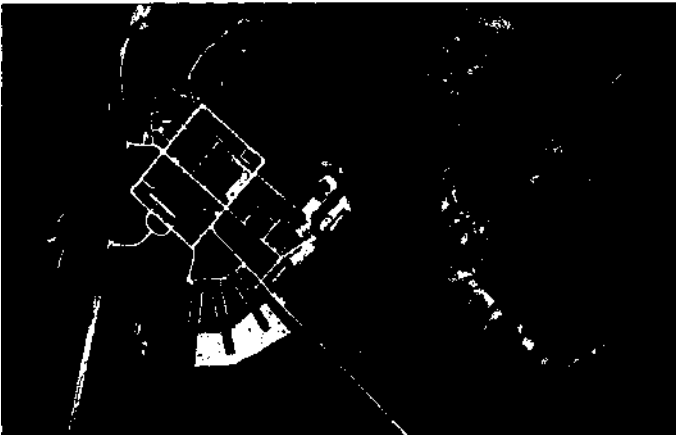


Şekil 17 : Tesviye münhanili vaziyet planı C İspanyada Ebro nehri).
Abb. 17. Bildplan mit Höhenlinien (Ebrofuss in Spanien).



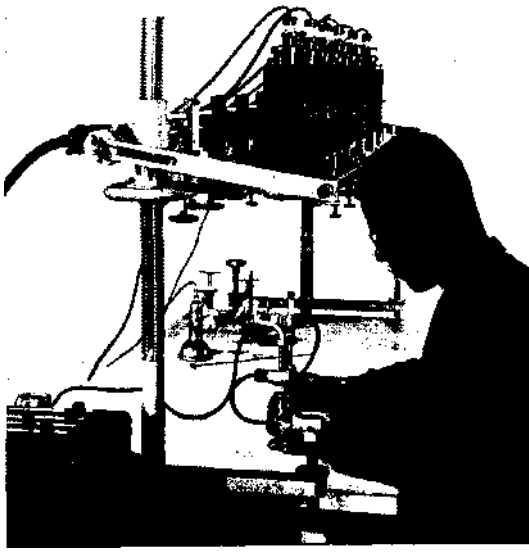
Şekil 18 : Şakuli alınan fotoğraf ve bundan çıkarılan grafik vaziyet planı.

Abb. 18. Stnkrechtaufnahme mit daraus abgeleitetem, graphischen Lageplan.

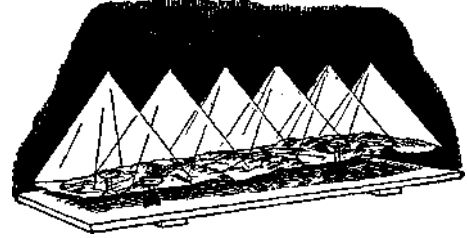


miş bir vaziyet - ve yükseklik plânlarının hava fotoğraflarından hazırlanmasıdır ki, bu da muhtelif suretle yapılır. Bu yollar-
dan burada ancak en basiti, fakat en mü-
kemmeli beyan edilmiştir.

Şöyle düşünelim: küçültülmüş bir fo-
toğraf makinesi, içine konulan ve aynı veç-
hile küçültülmüş resimle harta üzerine
doğru olarak aynı istikamette getirilerek
vazedilsin ve bu tertip müteaddit ,ona ilti-
hak, teakup eden resimler için tekrar edil-
sin. Bu suretle biri diğeri peşinde olarak
hava resmine harta mikyasına tevafuk eden
bir sıra projektör husule gelir. Böylece ha-
sıl olan mevziî arazi modelini görünür bir
hale getirmek için bir içifte levhanın pro-
jeksiyon şuaları komplementer (yeşil ve
kırmızı) renklerle renklendirilir, bunun ü-
zerine aynı suretle komplementer renkte-
ki gözlüklerle bakıldıkta arazi modeli ta-
biî bir şekilde görülür ve bu kabili tanzim
bir ölçme müşiri vasıtasıyla artık ölçülebi-
lir. Bu müşire merbut bir kurşun kalemi
doğrudan doğruya vaziyeti ve yükseklik
münhanilerini kamilen çizir.

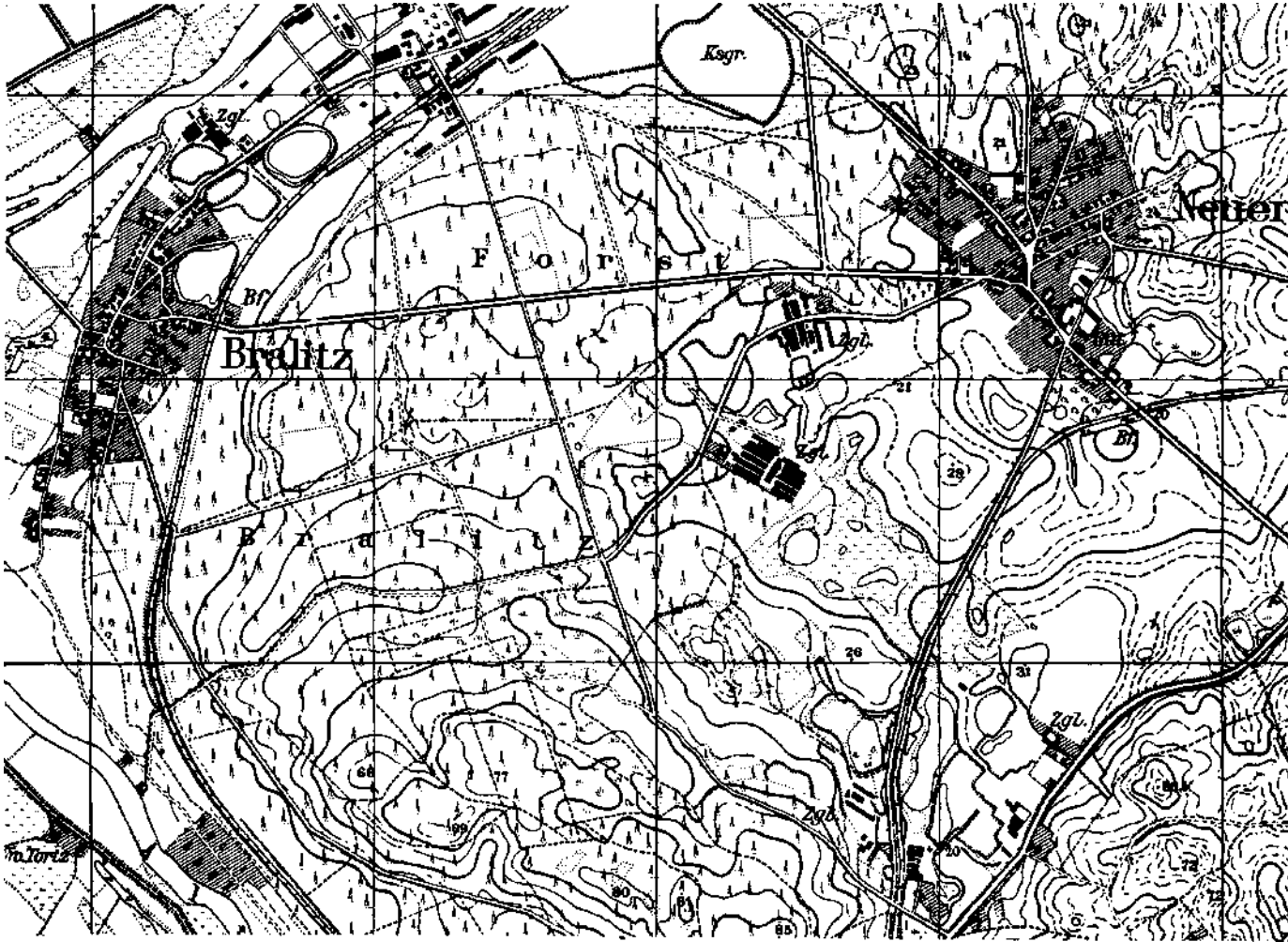


Multiplex denilen bu aeroprojektör (şekil 19) çok basit, küçük ve hafif imal edilmiş bir âlet olup tercihan 1:25.000 ve daha küçük makyaslı hartaları ihzar etmek için elverişlidir. (Şekil 20.)



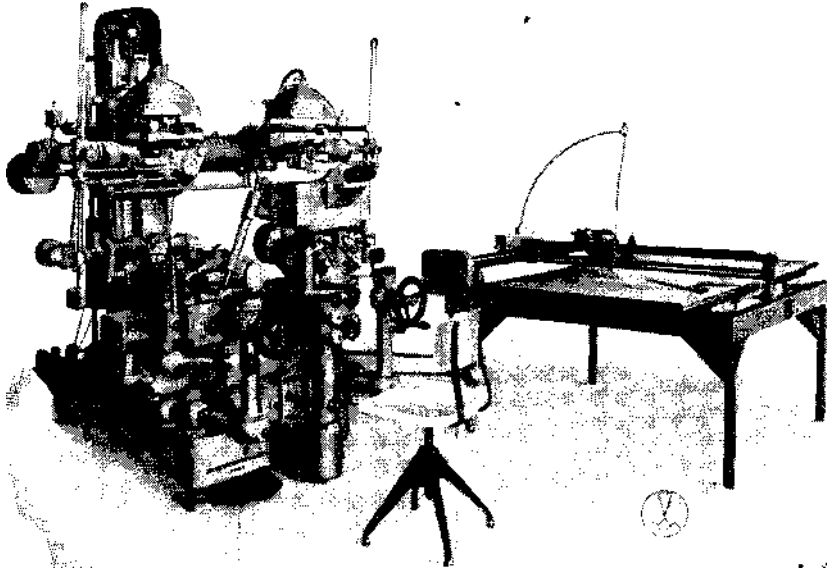
Şekil 19 : Aeromultiplex ve şeması.

Abb. 19. Aeroprojektör Multiplex mit Schema.



Şekil 20 : Aeroprojektör Multipleks aleti ile tanzim edilen plândan bir kısım. (1: 25.000 makyaslı tersim).

Abb. 20. Ausschnitt aus einem Plan, der im Aeroprojektör Multipler gezeichnet wurde. Wiedergabe im Originalmasstab 1:25.000.



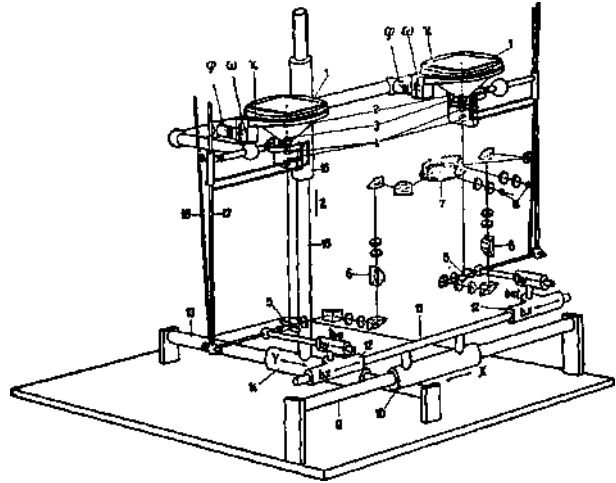
Şekil 21 : Stereoplanigraf ve şeması

1. Resim negatifleri
2. Resim hamilleri
3. Resim hamil objektifi
4. Ayar tertibatı
5. Meseha müşir aynaları
6. Dove prizması
7. Normal resimleri çaprazlı vaziyete getiren prizma
8. Okular
9. X-mili
10. X-arabası
11. bx-mili
12. bx-arabası
13. Y-mili
14. Y-arabası
15. Z-mili
16. Z-arabası
17. Ayar tertibatı mili
18. Ayar tertibatına ait inversor cedveli
19. L-dönüklük
20. w-meyil
21. .x-levha seviyesinde dönme (Kantung)

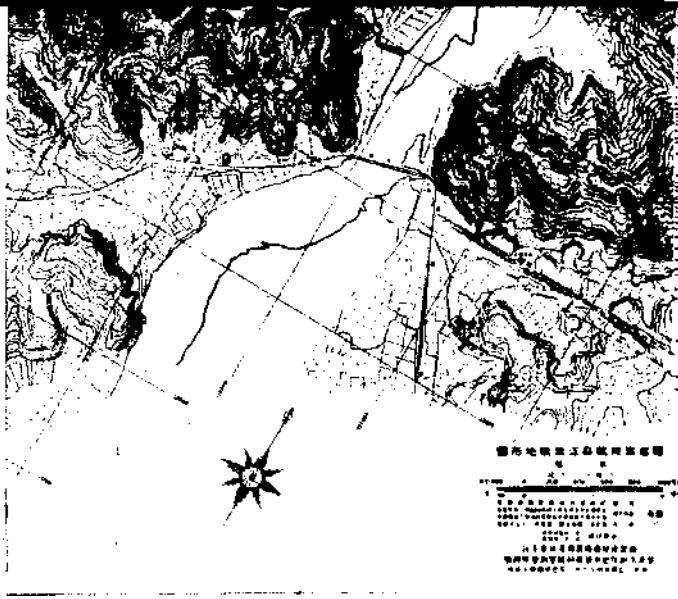
Abb. 21. Stereoplanigraph mit Schema.

1. Bildnegativ
2. Bildtraeger
3. Objektive der Bildtraeger
4. Vorsatzsystem
5. Messmarkenspiegel
6. Dove Prisma
7. Umschaltung von Normallauf Pseudo

effekt



8. Okular
9. X-Spindel
10. X-Wagen
11. bx-Spindel
12. bx-Wagen
13. Y-Spindel
14. Y-Wagen
15. Z-Spindel
16. Z Wagen
17. Führunglineal für das Versatzsystem
18. Inversorlineal für das Versatzsystem
19. L-Versehivenkung
- 20 w-Kippung
21. x-Kantung.



Şekil 22 Stereoplanigraf ile tersim edilmiş ve tayyareden şakulî olarak alınmış plândan bir kısım. (Çinde).
Abb. 22. Senkrechtaufnahme mit dazugehörigem Plan, der im Stereoplanigraphen gezeichnet wurde. (China).

Multiplex âleti kendi basit imâl tarzına göre tam lüzumu derecede bir doğruluk vermesi ve bu sebepten birinci derecede topograf usulü *manzara* plânları için kullanıldığı halde teknik plânlar daha büyük bir mikyasa ve buna uygun daha yüksek bir doğruluğa ihtiyaç gösterir.

Bu şartlar *Stereoplanigraf* vasıtası ile (şekil 21) ifa olunur. Bu âlet yalnız istenilen meyildeki hava fotoğraflarının kıymetlendirilmesi için değil, bilâkis karadan arazi fotoğrafları için daha hassas âlettir.

Orijinal negatif veya diyapozitif, fotoğraf makinesi gibi aynı şekil ve büyüklükte ve aynı bûdu mihraklı resim hamillerinde bulunurlar. Karşılıklı ve katî tayini cihet, hesap yapılmaksızın seri ve sistematik bir ayar usulünün tatbiki ile yapılır. Kıymetlendirme mikyası resim mikyasına bağlı kalmıyarak büyük bir had dahilinde değiştirebilir. Bilhassa optik münasebetlerin şekli ve halli hususu burada yerin azlığı sebebi ile tafsilen beyan edilmemiştir; bununla beraber bu bahse ait pek çok meslekî yazılar mevcuttur.

Stereoplanigraf ile yazılmış bir plân şekil 2 de gösterilmiştir. Cinde bir su tesisi için alınmış hava fotoğraf ve kıymetlendirme resmi.

6 Yardımcı usuller

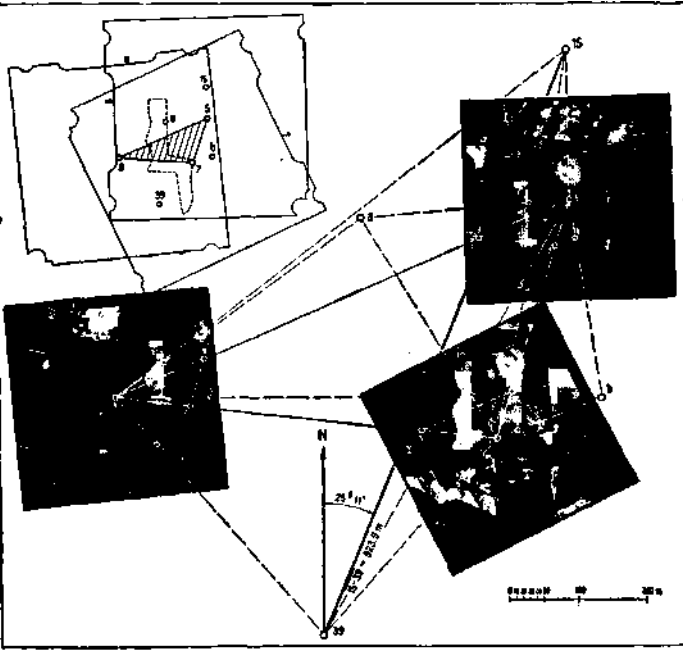
a. Havaî nirengi :

Havadan aşağıya dikine tevcih edilen bir fotoğraf makinesinde optik mihver arazide "nadir" nokta (şakulî projeksiyon hattının aşağı noktası) denilen noktaya tesadüf eder ki bu da fotoğraf resminin tam orta noktasını teşkil eder. Arazide böyle bir nadir noktasından bir teodolit ile muhtelif arazi noktalarının istikametlerini ölçmek mecburiyeti yerine fotoğraf resminde nadir noktasından bu noktalara ait şua hatları çıkarılabilir; burada bu noktalar arasındaki yükseklik farkları da istikametler üzerine hiç bir tesir gösteremezler; çünkü bunlar ancak merkezî (radial) noktai nazarla tesir icra eder.

Böyle dikine alınmış resimler yanyanı ve biri diğerini yarı yarıya üstüne gelecek yani kapıyacak surette ve kendi orta nok-

The top diagram is a schematic of a Radialtriangulator. It consists of two circular lenses, labeled I and II, mounted on a common horizontal axis. The distance between the centers of the lenses is marked as M_1 and M_2 . The lenses are separated by a distance x_1 and x_2 . The total distance between the centers of the lenses is $x_1 + x_2$. The lenses are mounted on a base with a central axis x_1 and x_2 .

The bottom diagram is a detailed optical path diagram. It shows the light rays entering from the left, passing through a lens M_1 , and then through a series of lenses labeled M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , M_5 , M_6 , M_7 , M_8 , M_9 , M_{10} , M_{11} , M_{12} , M_{13} , M_{14} , M_{15} , M_{16} , M_{17} , M_{18} , M_{19} , M_{20} , M_{21} , M_{22} , M_{23} , M_{24} , M_{25} , M_{26} , M_{27} , M_{28} , M_{29} , M_{30} , M_{31} , M_{32} , M_{33} , M_{34} , M_{35} , M_{36} , M_{37} , M_{38} , M_{39} , M_{40} , M_{41} , M_{42} , M_{43} , M_{44} , M_{45} , M_{46} , M_{47} , M_{48} , M_{49} , M_{50} , M_{51} , M_{52} , M_{53} , M_{54} , M_{55} , M_{56} , M_{57} , M_{58} , M_{59} , M_{60} , M_{61} , M_{62} , M_{63} , M_{64} , M_{65} , M_{66} , M_{67} , M_{68} , M_{69} , M_{70} , M_{71} , M_{72} , M_{73} , M_{74} , M_{75} , M_{76} , M_{77} , M_{78} , M_{79} , M_{80} , M_{81} , M_{82} , M_{83} , M_{84} , M_{85} , M_{86} , M_{87} , M_{88} , M_{89} , M_{90} , M_{91} , M_{92} , M_{93} , M_{94} , M_{95} , M_{96} , M_{97} , M_{98} , M_{99} , M_{100} . The rays are labeled with numbers 1 through 100. The diagram shows the rays passing through a series of lenses and reflecting off mirrors, eventually forming a focused image on a screen.



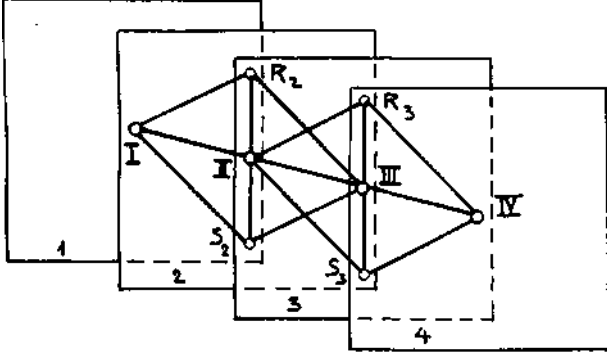
Şekil 24 : Radialtriangulätör. Şemsi ile.
Abb. 24. Radialtriangulätör mit Schema

b. Havî poligon usulü »

Basit resim nirengileme usulü için yan-yana bulunan iki uçuş kolonu fotoğrafları-

Basit resim nirengileme usulü için yan-
yana bulunan iki uçuş kolonu fotoğrafları-

na ihtiyaç görüldüğü halde aeropoligon usulü için yalnız bir tane lâzımdır. Münferit resimlerin tersim mahalleri veya zemin sathına olan projeksiyonları aeropoligon denilen usulü teşkil ederler. Poligon noktalarından yardımcı noktalar kestirilir, bunların resimlerinde aynı veçhile her biri için birbirini takiben alınmış iki fotoğraf olmalıdır. Böylece bir müselles zinciri meydana çıkar ki bu kendine mahsus şekline izafeten baklava zinciri tâbir olunur. (Şekil 25)



Şekil 25 : Şematik bir baklava zinciri.
Abb. 25. Schema einer Rautenkette.

c. Aerotesviye. (Nivelman)

Fotoğraf yeri mümkün olduğu kadar doğru almak için bu yerler uçuş esnasında barometre usulü ile kaydedilir. Bu işe mahsus âlete Statoskop denir ve Finlandiyada icad edilmiştir.

Bu âlet tertibatı ile iki sabit nokta arasındaki bir uçuş imtidadınca alınan tek mil fotoğraf yerleri oldukça doğru tayin ve mukayese olunabilir. Buna havaî nivelman denir. Resim nirengi teşkili stereoplani-graftan istifade edilerek tamamen incelenir, ıslah edilir. Bu gün bu fotoğraflar için hususî makinalar - kameras - kullanılmakta olup ufkun da fotoğrafını beraber alır. Bu sayede, sabit noktaları olmıyan sahalarda, eğer yalnız uçuş güzergâhının başında ve sonunda iyi tayin edilmiş sabit

noktalar mevcutsa kilometrelerce mesafenin doğru fotoğrafı kabildir.

Havaî nivelman ile şimdiye kadar elde edilen neticelerin şayanı memnuniyet ve müteaddit olması, bir çok hallerde kara nirengi şebekesinin birinci derecede daha ziyade havaî nivelman suretiyle tesis edilmesi hususunu ciddî surette düşünmeğe sevk etmiştir. Astronomik tayin edilecek nirengi noktalarının intihabı için şimdiye kadar olana *nazaran* daha geniş bir saha vardır, zira bu noktalar arasında artık direkt görüşe lüzum kalmamıştır.

Karada doğru bir nirengi şebekesi yapmak için malûm olan umumî usul pek muğlâk, çok zaman ve çok paraya mütevakkıftır. Buna karşı havaî nirengi teşkilinin çok basit olması, çabukluğu ve iktisat faideleri olduğu gibi elde edilen doğruluk da ameli metâlîbe tamamen keyfiyet etmektedir. Tâli bir hasıla olarak kabili itiraz olmıyan esas şebekenin uçuş şeritleri için resim plânları elde edilmiş bulunur; bunun istenilen yerleri sonra daha ziyade teksif edilebilir.

C — Fotogrametri Usulünün Doğruluğu ve İktisaden Elverişli olması.

Fotogrametrinin sahil ve doğru çalışması hakkında hesapsız nazari mütaalealar mevcut ise de burada yalnız geniş hudutlar arasında muteber olan ve mesaî esnasında az çok müsait şartlar dahilinde elde edilen pratik misalleri göstermek isterim.

Planşet Fotogrametrisi	Noktaları nakil suretile kaydeden stereofotogrametri.
---------------------------	---

Mevki hatası asgarî $\frac{0}{100}2$ $\frac{0}{100}1$ tersim mesafesinden
irtifa „ tahmini $\frac{0}{100}1$ $\frac{0}{100}0,5$

Bu iki usulün başlıca noksanlığı münferit olarak tesbit edilmiş noktalar arasında irtifa münhanilerinin interpolasyon edilmesi, bundan dolayı takimetri plânına benzer bir harta vücuda gelmesidir.

Otomatik kayıtlı arzî fotogrametri

(Zeiss-Orebscher Stereoautograph) hakkında ehemmiyetli miktarda amelî ve tecrübî malûmat mevcuttur; bunların vasatî değerleri aşağıdaki 1 numaralı hûlâsada görülebilir:

Cedvel - 1

Arzî fotoğrametri mesahasında tecvizi hata

Mikyas	Ufkî vaziyet			Rakım		
	Karakteristik noktalar	Münhaniler		Karakteristik noktalar	Münhaniler	
		Tabii arazi	Örtülü arazi		Tabii arazi	Örtülü arazi
	m	m	m	m	m	m
1: 1.000	0,2	0,4	0,8	0,12	0,3	0,6
1: 2.000	0,3	0,7	1,4	0,3	0,5	1,0
1: 5.000	0,6	1,0	2,0	0,5	0,7	1,4
1: 10.000	1,5	2,0	4,0	0,8	1,5	3
1: 20.000	2,5	4,0	8,0	1,5	2,5	5
1: 25.000	3,0	5,0	10,0	2	3	6

Almanyada hava fotogrametrisi işlerinin aşağıdaki hudutlar dahilinde doğru ve tam olması talep edilmektedir.

18.10.1929 tarihli Prusya'nın havaî plân-lara ait emirnamesi mucibince 1:5000 eşel için azamî tecviz hatâ miktarı berveçhi âtidir: (Cetvel 2)

(Cetvel 2)

İlata şekli	Havaî fotogrametri plânlarında azamî hata	Topoğrafik esas hartalarda vasatî hata
Arızasız ölçmeye elverişli açık a razide bir noktanın mevkiiini tesbit	Tabiatda $\pm 5,0m$ Plânda $\pm 1 mm$.	$\pm 3,0 m.$ $\pm 0,6 mm.$
Ormanlarla örtülü arazide bir nokta mevkiiini tesbit	Tabiatda - - Plânda - -	$\pm 7,0 m.$ $\pm 1,4 mm.$
Pürüzsüz ölçülebilen bir noktanın irtifai	Tabiatda $\pm 0,5m$.	$\pm 0,3 m.$
İrtifa münhanisinin yüksekliği.	Tabii $\pm 2,5 m. x$ Azamî hata $\pm$	$\pm (0,4 + 4 \lg x)$ $\pm (0,4 + 15 \lg x)$

Cedvel - 3

Arzî fotoğrametri ameliyatından randıman ve saire emsalleri gösterir cedvet

Plân mikyası	Azami rüyet mesafesi km.	Şeritvari alınmış sahanın genişliği m	Miktarı		Bir çift camdan vasatı olarak kıymetlendirilen saha km.	İş müddetleri			
			Foto istasyonlar (beherine 6 foto camı)	Kontrol noktaları		Arazide		Büroda	
						Resim alınması gün	Hesabat gün	Stereotograf aletlerinde kıymetlendirilme gün	Resimlerin temize çekilmesi gün
a) 10 km. tulündeki şeritvari sahalar için									
1: 1.000	0,6	100	30	90	0,1	15	20	25	2
1: 2.000	1,2	200	28	80	0,2	12	15	20	1
1: 5.000	3	500	25	70	0,8	8	8	18	1
1: 10.000	6	1 000	20	60	2	8	5	15	1/2
b) 10 km. sathındaki sahalar için									
1: 1.000	0,6	—	25	40	0,5	50	60	100	10
1: 2.000	1,2	—	12	20	1	20	30	50	5
1: 5.000	3	—	6	8	2	8	20	20	2
1: 10.000	6	—	4	6	4	6	8	8	1
1: 25.000	8	—	2	4	6	5	3	3	1/2

x) a 30 derece meyilli arazi için olan esas hartadaki hataya muadildir.

Arzî fotogrametrinin randımanı ve sarfedilen vakit hakkında bazı malûmat 3 ve 4 numaralı cetvellerde görülebilir.

Fotogrametri usulü ile harta ahzi masarifine gelince, çıplak ve dağlı mıntakalarda olduğu gibi geniş sahalarda takio-metrik usulüne *nazaran daha* ucuza mal olduğu muhakkaktır. Bununla beraber foto-

Cedvel - 4

Havadan yukardan aşağı amudî resim ahzlerine ait istilahlar

Plân makyası	Tayyare irtifan m	Şeritvari alınmış sahanın genişliği m	Miktari		Bir çift camdan vasatı olarak kıymetlendiril- len saha km.	İş müddetleri				
			Camları	Kontrol noktaları		Arazide		Büroda		
						Uçuşların adedi	Kontrol nokta- larının tayini	Hesabat gün	Stereoplanigraf aletlerinde kıymetlendirme gün	Resimlerin temize çekilmesi gün
a) 10 km. tûlündeki şeritvari sahalar için.										
1: 2.000	630/ 800	330	60-80	120-160	0,1	1-2	40	20	50	40-35
1: 5.000	1470/1800	770	27-33	50-70	0,5-0,8	1	20	10	30	8-30
1: 10.000	2730/3400	1430	15-18	30-40	1,8-2,7	1	12	4	20	7-28
b) 10 km ² . sathındaki sahalar için.										
1: 2.000	630/ 800	—	60-100	120-200	0,1	2-3	50	20	60	20-60
1: 5.000	1470/1800	—	20-40	40-80	0,5-0,8	1	20	10	30	10-30
1: 10.000	2730/3400	—	8-9	12-20	1,8-2,7	1	5	2	15	5-20

Mihrak bûdü 21 cm; kabili istifade plâk ebadı 11 X 16 cm.

Tûlânî süperpozisyon 60 % arzanî süperpozisyon 20 %.

Fotogrametride bilhassa organizasyon meselesi gayet mühimdir. Hali hazırda münhasıran amudî tersim ve meşgul olan hava fotogrametrisinde evveleminde resmin makyasını tespit ve ona göre uçuş irti fâmı tayin ve sair tedbirlerin alınması zarurîdir. İstenilen makyas ve şeraite göre pilota bir uçuş plânı verilir. Bu plânın doğru ve tam icrası müteakip harta çıkarma işini oldukça kolaylatır. Her halde bütün fotogrametri işlerinde tahsil ve tecrübeli adamların kullanılması zarurîdir.

grametri hartalarının daha yüksek kalitede olması da dikkate şayandır. Hattâ ki dar mesahalarda, bilâhare aşınmaz, kayalık veya bataklık mıntakaların doğru bir plânının çıkarılması işinde fotogrametrinin tatbiki çok defa zarurîdir.

Nihayet 1.5000 makyastaki Almanya esas hartasının beher Km. murabbainın havaî fotogrametri usulü ile ahezine sarfedilen vakit ve para cetvelini aşğıda dercederiz. (Novvatzy, 1936. cetvel 5).

Cetvel 5

<u>Mesai nevi</u>	<u>Sarfedilen gün</u>	<u>Raysmak</u>
İzharı işler	1,5	11
Tersim uçuşu	—	38
Nirengi	0,5	28
Pas noktasının tesbiti 2)	1	43
Hesabat işleri	1,5	13
Kıymetlendirme	6	84
Topograf işleri	8	160
Ressamlar mesaisi	9,7	80
Tab ettirmek	—	40
Yekûn	28,2 gün/km²	497km/km²

Notlar:

1. Memleketin hartalaştırılması için nirengi şebekesi evelden mevcut olduğundan

yalnız teksife ihtiyaç vardı. Eskiden beher 5 Km. murabbaa bir müselles noktası düşerken yeniden beher Km. murabbaa bir müselles noktası tesadüf eder.

2. Pas (veya cihet tesbiti) noktaları beher 1 Km. murabbına 3 adet düşer.

3. Topoğrafi işleri Revizyon - stereoplâ-nigraf âletide çıkarılan kurşun kalem resimleri arazi ile karşılaştırarak resimde gözükmiyen teferruatın kaydından ibaret - tir, meselâ şose ve yolların üzerindeki kilometre taşları, nebatat nevileri vs. gibi

Hesaba dahil olmıyan masraflar: Memleketin nirengi işleri, idarî memurlar maaşları, arazi ölçme âletlerinin amortismanı ve icarı, çalışma odalarının tesisat ve bakımı (masarifi umumiyesi.)

Gegenwaertiger Stand der Photogrammetrie

Franz MANEK

Ende Mai dieses Jahres erfolgte die Aufstellung eines Stereoplanigraphen im M. T. A. -Institut, bei welcher Gelegenheit es angebracht erscheint, einen Überblick über die verschiedenen photogrammetrischen Messverfahren zu bringen.

Die Photogrammetrie oder Bildmessung hat die Aufgabe, auf Grund von photographischen Aufnahmen die Grösse und Lage eines Gegenstandes festzustellen. Ihr Hauptanwendungsgebiet liegt bei den Gelaendeaufnahmen zur Karten- und Planherstellung.

Als im Jahre 1839 die Photographie erfunden wurde, war man sich schon von Anfang an bewusst, dadurch ein Mittel gefunden zu haben, um aus dem so gewonnenen perspektivischen Bild eines Gegenstandes oder einer Landschaft den Grundriss oder Plan abzuleiten. Es bedurfte jedoch beinahe eines Jahrhunderts, bis alle Vorbedingungen dazu soweit vorhanden waren, dass auch die schwierigsten Probleme dieser Wissenschaft als gelöst angesehen werden konnten.

Um die verschiedenen photogrammetrischen Verfahren, deren Leistungsfähigkeit und die bisherigen Arbeiten in der Türkei kennen zu lernen, sollen folgende Punkte behandelt werden :

A. Terrestrische Photogrammetrie.

1. Messtisch-Photogrammetrie.
2. Stereophotogrammetrie mit punktwiser Auftragung.
3. Stereophotogrammetrie mit automatischer Auftragung.

B. Luftphotogrammetrie,

1. Bildplaene ohne Entzerrung.
2. Bildplaene mit Entzerrung.
3. Bildplaene mit Höhenlinien.
4. Graphische Lageplaene.
5. Graphische Höhenplaene.
6. Hilfsverfahren.
 - a. Aerotriangulierung.

b. Aeropoligonierung.

c. Aeronivellement.

C. Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit der Photogrammetrischen Verfahren.

A. Terrestrische Photogrammetrie.

1. Messtisch-Photogrammetrie.

Der Name dieses Verfahrens stammt von der, aehnlich dem topographischen Messtisch-Verfahren erfolgten Bestimmung der einzelnen Punkte durch Vorwaertseinschneiden, und die ersten Anwendungen verdanken wir dem französischen Oberst Laussedat (1859), der als «Vater der Photogrammetrie» bezeichnet wird. (Abb. I. Sieh türkischen Text).

Das Gelaende wird von übersichtsreichen, geodaetisch bestimmten Standpunkten O1 und O2 (Abb. 1) aus photographiert, wobei die Kamera genau horizontal steht und die Objektivhöhe und Aufnahmerichtung ebenfalls gemessen werden. Sobald die beiden Bilder I und II vorliegen, traegt man die Standpunkte und Aufnahmerichtungen im gewünschten Masstab auf, zeichnet die Bildtrassen I' und II' und misst auf diesen die Abszissen von je zwei zusammengehörigen Bildpunkten (P1 und P2). Die so erhaltenen Strahlen schneiden sich in der Horizontalprojektion des Gelaendepunktes und ergeben in ihrer Gesamtheit einen Lageplan. Ausser dieser Lagebestimmung laesst sich auch aus der Standpunkthöhe, den Bildordinaten eines Punktes und seiner Entfernung vom Standpunkte die absolute Höhe des Gelaendepunktes ableiten und kontrollieren.

Dieses, heute bereits überholte Verfahren wurde besonders im Hochgebirge viel verwendet, wo es der Tachymetrie überlegen ist. In den österreichischen Alpenlaendern wurde es waehrend der Jahre 1891 bis 1903 für die Landesaufnahme im Masstab 1 : 25.000 angewendet, wobei man eine Flaechen von über 1100 qkm aufnahm.

2. Stereophotogrammetrie mit punktweiser Auftragung.

Die Konstruktion eines Lageplanes vereinfacht sich bedeutend, wenn beide Aufnahmen senkrecht zur Basis vorgenommen werden (Abb. 2). Dieses, *Stereophotogrammetrie* genannte Verfahren beruht auf der physiologischen Erscheinung des räumlichen Sehens. Während einem einzigen Auge alle Gegenstände in einer Ebene von unbestimmter Entfernung erscheinen, vermag man beim zweiaugigen oder stereoskopischen Sehen die gegenseitige Lage der Gegenstände zu einander der Tiefe nach abzuschätzen. Diese Fähigkeit reicht beim unbewaffneten Auge bis zu einer Entfernung von etwa 500 m, während darüber hinaus die Gegenstände wieder nur in einer Ebene zu liegen scheinen. Die Mittel, um den stereoskopischen Eindruck zu verbessern, bestehen in einer Vergrößerung der Bilder oder des seelichen Augenabstandes. Von diesem Prinzip hatte man schon lange vorher beim Bau von optischen Entfernungsmessern Gebrauch gemacht, doch wurde es erst im Jahre 1902 von Dr. Pulfrich in die Photogrammetrie eingeführt, wodurch der Weg zu einer ungeahnten Weiterentwicklung offen stand. [*]

Die Gewinnung der photographischen Bilder erfolgt während der vorangehenden Feldarbeit zu der man besondere Kameras, sogenannte Phototheodolite (Abb. 3) verwendet, die eine genaue Parallelsstellung der Platten während der Aufnahme (auf weniger als 10') ermöglichen. Aus den Endpunkten der entsprechend gewählten Basis erfolgen nun die Aufnahmen, die Bestimmung des

[*] Die Zitierung von Instrumenten der Firma Zeiss - Aerotopograph G. M. B. H. in Jena erfolgt lediglich aus dem Grunde, weil dieselben gemässartig am weitesten verbreitet und auch in der Türkei in Gebrauch sind. Die Zahl der bis März 1938 in Verwendung stehenden photogrammetrischen Instrumente dieser Firma ist folgende :

237 Phototheodolite für terrestrische Aufnahmen in 31 Ländern

195 Streokomparatoren in 28 Ländern

5000 Messkammern für Luftaufnahmen in 37 Ländern

250 Entzerrungsgeräte in 31 Ländern

114 Multiplexe mit 800 Projektoren in 25 Ländern

116 Automatische Auswertegeräte in 31 Ländern.

Standortes und die optische Messung der Basislänge. Die Aufnahmegerichtungen können sowohl normal zur Standlinie, als auch um einen bestimmten Winkel nach links und rechts verschwenkt gewählt werden. Es entsteht so ein dreiteiliges Panorama (Abb. 4), das sich durch grosse Anschaulichkeit des Geländes auszeichnet.

Die Gesamtheit einer stereophotogrammetrischen Felddarstellung zeigt Abb. 5. Eine besondere Erwähnung verdient dabei der Streckenmesstheodolit, der mittelst einer, auf dem entgegengesetzten Stativ aufgestellten, horizontalen Latte die optische Messung der Basislängen auf etwa 1:2000 genau ermöglicht.

Nun folgt das Ausmessen im Stereokomparator (Abb. 6). Die im Felde gewonnenen Platten (Negative) werden durch ein Doppelmikroskop M. bei einer etwa sechsfachen Vergrößerung betrachtet. Der Hauptschlitten 1 trägt beide Platten und wird in der x-Richtung, mittelst der Kurbel kx bewegt. Die Bildabszissen können dabei auf Hundertstel Millimeter abgelesen werden. Auf diesem Hauptschlitten 1 befindet sich der sogenannte Parallaxenschlitten 2, der sich ebenfalls in der x-Richtung bewegt, wobei man mittelst der Parallaxenschraube p die verschiedenen stereoskopischen Parallaxen einstellen und auf Tausendstel Millimeter ablesen kann. Zur Ausgleichung eines Höhenunterschiedes zwischen den beiden Bildern dient die Schraube h. Um in beiden Platten gemeinsam die Höhe zu verändern, wird das Stereomikroskop M mittelst der Kurbel ky in der y-Richtung verschoben, wobei die erfolgten Verschiebungen auf Hundertstel Millimeter abgelesen werden können. (Abb. 6)

In den Okularen des Stereomikroskopes erblickt man die sogenannte «wandernde Marke» in Form eines kleinen Ballons, der im Raume zu schweben scheint. (siehe das in Abb. 6, rechts unten, abgebildetes Gesichtsfeld eines Okulares). Durch die bereits erwähnten Verschiebungen der beiden Bilder ist es möglich, die Marke in eine solche Lage zu bringen, dass sie sich auf einen beliebigen Gelaendepunkt stellt. Liest man für einen solchen Gelaendepunkt X_1 und p ab, so kann man mit Hilfe dieser Daten bereits die Raumkoordinaten des Punktes berechnen. Es ergeben sich die folgenden einfachen Beziehungen :

$$a = \frac{b \cdot f}{p} \quad (\text{Grundgleichung für den Normalfall der Stereophotogrammetrie}) \quad \text{und}$$

$$h = \frac{a \cdot y_1}{f} = \frac{b \cdot y_1}{p}$$

Hierin bedeuten: a Entfernung, b Basis, f Kamerabrennweite und p stereoskopische Parallaxe (siehe Abb. 2), ferner h die Höhe des Gelaendepunktes über dem Objektiv-Horizont und Y die Bildordinate in der Ünen Aufnahme.

Während des Ausmessens können verschiedene Einzelheiten in eine Papierkopie der linken Aufnahme eingelagen werden.

3. Stereophotogrammetrie mit automatischer Auftragung.

Einen der bedeutendsten Fortschritte in der Photogrammetrie verdanken wir dem österreichischen Hauptmann von OREL, der vor dreissig Jahren im Wiener Militäergeographischen Institut damit beschäftigt war, Landkarten auf Grund von Stereokomparatordaten zu konstruieren. Das mühsame Ablesen, Rechnen und Auftragen der Daten für jeden einzelnen Punkt brachte ihn auf den Gedanken, den Stereokomparator mit einem Hebelsystem zu verbinden, das nicht nur einzelne Punkte, sondern auch beliebige Gelaendelinien und Höhenschichten selbstständig aufzeichnete. So entstand im Jahre 1908 der *Stereograph* (Abb. 7) der noch heute das einfachste und beste Auswertegerät für terrestrische Aufnahmen darstellt.

Auf einer eisernen Grundplatte befindet sich ein Stereokomparator (in Abb. 7 links unten), der mit drei Linealen so verbunden ist, dass sie alle Bewegungen der Platten aufnehmen und auf einem Zeichentisch p' übertragen, der hierauf automatisch den Plan aufzeichnet. Bei einer Verschiebung des Hauptschlittens wird das Richtungslineal RI um die vertikale Stehachse Sg gedreht und verschiebt damit den Bleistift um den Betrag von X . Für die Festlegung der Entfernung a dient das Parallaxen-Lineal PL . Das die bereits erwähnte Grundgleichung durch die beiden schraffierten Dreiecke verkörpert. Die Basis b wird dabei im gewünschten Planmasstab eingestellt. Die Verschiebungen des Stereomikroskopes in der -Richtung werden mittelst des Höhenlineales HL in die Höhen h umgewandelt, welche an einem eigenen Höhenmasstab abgelesen werden können.

Dem Beobachter stehen für die Einstellung von X , und a die Kurbeln Kx und Ka , von h die Kurbel Kh oder eine Fusscheibe, und für die meist geringe Höhenverschiebung der rechten Platte ebenfalls eine Fusscheibe zur Verfügung.

Auf der linken Seite des Stereokomparators kann wieder eine Papierkopie der linken Aufnahme

eingespannt werden und der darüber befindliche Bleistift P zeichnet dann nach Wunsch Punkte oder kontinuierliche Linien in die Photographie. Ein Beispiel von derartig gewonnenen, perspektivischen Höhenlinien zeigt Abb. 8. Sie erleichtern nicht nur die Abschätzung der Höhen im Bilde, sondern können auch mit einem Betrachtungsstereoskop räumlich in der Landschaft gesehen werden. (Abb. 8)

In geeignetem, gebirgigen Gelände gelingt es bei richtiger Anordnung der Photostandpunkte fast immer, einen lückenlosen Plan herzustellen, der sich durch grossen Reichtum an Einzelheiten auszeichnet (Abb. 9).

B. Luftphotogrammetrie.

Dem Übergang von der terrestrischen zur Luftphotogrammetrie standen jahrelang zwei mächtige Hindernisse im Wege, nämlich der Mangel an Flugzeugen und das Fehlen geeigneter Auswertegeräte. Hier brachte der Weltkrieg die gewünschten technischen Fortschritte, so dass man bald darauf imstande war, auch die Luftphotogrammetrie zu einer Präzisionsmethode von ungeheurer Leistungsfähigkeit zu entwickeln.

I. Bildplatte ohne Entzerrung

Das einfachste Verfahren, um Fliegeraufnahmen zur Herstellung von Krokis zu benutzen besteht darin, dass man in die Photographien alle jene Einzelheiten einträgt, die später in der Karte vorkommen sollen. Auf diese Weise wurden bereits während des Weltkrieges grosse Teile oft unerforschten Gebietes erkundet und hiervon die ersten flüchtigen Karten hergestellt.

Handelt es sich dabei um ebenes Gelände, indem man einzelne Punkte oder Strecken festlegen kann, so lassen sich auf Grund der Brennweite, Flughöhe und Kameraneigung die Beziehungen beifimmen, um ein Korten-Quadratnetz perspektivisch in das Luftbild einzuzichnen (Abb. 10).

Man ist aber später immer mehr zu *Senkrechtaufnahmen* übergegangen, da dieselben, schon in ihrer einfachsten Form, einzeln oder aneinandergereiht, einen guten Einblick in oft unzugängliche Gebiete ermöglichen und erlauben, in kürzester Zeit einen sogenannten Mosaikplan herzustellen, der ein reichhaltiges Kroki bildet.

Dabei liegen die Verhältnisse bei ebenem

Gelaende ausserordentlich einfach (Abb. 11, links) und der Bildmasstab wird durch die Formel

$$\frac{i}{m} = \frac{f}{h}$$

bestimmt. Hierin bedeutet f die Kam*rabrennweite und h die Flughöhe. Bei unebenem Gelaende erscheinen die Bildpunkte in radialem Sinn vom Mittelpunkt um den Betrag von dx verschoben (Abb. 11, recht-).

Eine einfache Überlegung führt zur Formel :

$$dx = \frac{fx}{h - t}$$

worin t die Höhe eines Gelaendepunktes über der allgemeinen Bezugsebene bedeutet.

2. Bildplaene mit Entzerrung.

Während man zur Herstellung von Erkundungsaufnahmen und von flüchtigen Bildplaenen verhaellnissaessig einfache Luftbildkammern verwendet, werden an dieselben für Vermessungszwecke wesentlich strengere Ansprüche gestellt. Eine Grundforderung zur Erzielung einwandfreier Messaufnahmen ist, dass alle Punkte des Bildfeldes gleichzeitig belichtet werden müssen, was durch Zentralverschlüsse gewährleistet wird. Dazu kommen noch besondere Ansprüche an die Verzeichnungsfreiheit des Objektives, Mitphotographieren von besonderen Messmarken, einer Libelle, des Horizontes u. dgl. Die häufigste Verwendung finden automatisch arbeitende Reihenbildmesskammern (Abb. 12), welche mit besonderen Filmen arbeiten, so dass nur eine geringe Schrumpfung entsteht.

Ein besonderer Fortschritt wurde durch die Erfindung des Weitwinkelobjektives Topogon gemacht, das bei grosser Lichtstaerke und Verzeichnungsfreiheit einen Bildwinkel von 105° umfasst, während derselbe früher nur etwa 70° betrug. Dadurch ist die Leistungsfähigkeit bei luftphotogrammetrischen Aufnahmen sehr gesteigert und die Verwendung von Mehrfach-oder Panoramenkammern überflüssig geworden.

Die früher besprochenen Mosaikplaene haben den Nachteil, dass die Aufnahmen aus dem Flugzeug nur in den seltensten Faellen wirklich in vertikaler Richtung erfolgen. Sie sind vielmehr meist etwas geneigt, wodurch eine perspektivische Verzerrung des Bildes entsteht, die auf optischem Wege wieder behoben werden muss, da sonst die Lagedarstellung unrichtig ist und die Bilder nicht aneinander passen. Um bei der Entzerrung in allen Punkten eine scharfe Abbildung zu erhalten, muss sowohl die Linsengleichung als auch die Bedingung erfüllt werden, dass die

Bild- und Entzerrungsebene (Planebene) sich mit der Hauptebene des Projektionsobjektives in einer Geraden schneiden (Scheimplug-Bedingung). Die Abbildungen 13 und 14 zeigen den mathematischen Zusammenhang bei der Aufnahme und Entzerrung, wobei.

- F Brennweite des Aufnahmeobjektives,
- f Brennweite des Projektionsobjektives,
- h Flughöhe im Kartenmasstab,
- O Kamera-Objektiv,
- O' Projektionsobjektiv und

Y Neigung des Bildes zur Vertikalrichtung (Nadirdistanz) bedeuten.

Noch vor der Ausführung des Bildfluges empfiehlt es sich, die wichtigsten Festpunkte im Gelaende auf geeignete Weise zu signalisieren, so dass sie hierauf im Bilde ohneweiters kenntlich sind. Wo dies nicht geschieht, müssen für jede Aufnahme etwa vier aus der Luft deutlich sichtbare Punkte, die sogenannten Passpunkte, eingemessen werden, die dann im Kartenmasstab aufgetragen und im Entzerrungsgeraet (Abb. 15) mit den entsprechenden Bildpunkten zur Deckung gebracht werden. Während der Projektionslisch neigbar angeordnet ist und der Höhe nach feststeht, wird das Objektiv und der darüber befindliche Bildtraeger automatisch so gesteuert, dass stets eine Scharfeinstellung des entzerrten Bildes entsteht. Dabei kann entweder mit Platten, einzelnen Filmen oder auch mit unzerschnittenen Filmrollen gearbeitet werden. Die systematische Einstellung einer Entzerrung dauert nur wenige Minuten.

Abb. 16 bringt das Beispiel einer Schraegaufnahme mit dazugehöriger Entzerrung.

3. Bildplaene mit Höhenlinien.

Schwieriger liegen die Verhaeltnisse, wenn man das photographische Detail des Bildplanes nicht entbehren will, aber gleichzeitig eine Höhendarstellung fordert. Man benützt dann das photographische Bild oder eine Vergrößerung desselben als Krokis, misst die wichtigsten Punkte der Höhe nach ein und konstruiert hierauf auf bekannte Weise die Höhenlinien, die in die Photographie selbst eingezeichnet werden und eine überaus lebhafte und anschauliche Darstellung des Gelaendes geben. Abb. 17 zeigt das Beispiel eines solchen Planes aus Spanien, wo man nach diesem Verfahren über 13.000 qkm im Masstabe 1 : 10.000 für Bewässerungsarbeiten am Ebroflusse aufgenommen hat.

4. Graphische Lagepläne (aus Bildplänen abgeleitet) .

Die Anfertigung eines Krokis leidet fast immer an der dürftigen Lagerichtheit, die sich erzielen lässt. Hier hilft wieder das Luftbild in vollendeter Weise aus, da es erlaubt, beliebige Einzelheiten daraus zu entnehmen und damit einen guten Lageplan herzustellen (Abb. 18) .

5. Graphische Höhenpläne.

Das letzte und schwierigste Problem der Luftbildmessung, die Herstellung eines vollkommen gezeichneten Lage- und Höhenplanes aus Luftaufnahmen, wurde auf verschiedenen Wegen gelöst, von denen hier nur der einfachste und hierauf der vollkommenste erwähnt werden sollen.

Denken wir uns eine verkleinerte Aufnahmekammer mit eingelegtem, ebenfalls verkleinertem Bild, über der Karte richtig orientiert aufgestellt und diese Aufstellung für die verschiedenen, daran anschließenden Bilder wiederholt, so entsteht eine Reihe von Projektoren, die in ihrer Aufeinanderfolge dem Bildfluge im Kartenmasstabe entsprechen. Um das so entstandene, räumliche Geländemodell sichtbar zu machen werden die Projektionsstrahlen eines Plattenpaares komplementär z. B. rot und grün gefärbt, worauf man bei der Betrachtung durch ebenfalls komplementärfarbige Brillen das Geländemodell im Raume vor sich sieht und mit einer verstellbaren Messmarke abtastet und ausmessen kann. Ein mit dieser Marke verbundener Bleistift erlaubt das unmittelbare, kontinuierliche Aufzeichnen von Situations- und Höhenlinien. Dieser, *Multiplex* genannte Aeroprojektor (Abb. 19) stellt ein besonders einfaches, kleines und leicht gebautes Gerät dar, das sich vorzugsweise für die Herstellung von Karten im Masstabe 1 : 25.000 und kleiner eignet (Abb. 20)

Während der Multiplex infolge seiner einfachen Bauweise das gerade nötige Mass an Genauigkeit liefert und daher in erster Linie für topographische Übersichtspläne in Betracht kommt erfordern die technischen Pläne einen grossen Massstab und dementsprechend auch eine hohe Genauigkeit. Diese Bedingungen werden durch den *Stereoplanigraphen* (Abb. 21) erfüllt der nicht nur ein Präzisionsinstrument für die Auswertung von beliebig geneigten Luftaufnahmen, sondern auch für terrestrische Aufnahmen darstellt

Die Originalnegative oder Diapositive befinden sich in Bildträgern von gleicher Brennweite und gleichem Format wie die Aufnahmekammer. Die gegenseitige und absolute Orientierung erfolgt ohne Rechnung durch ein rasches, systematisches Einpassverfahren. Der Auswertemasstab kann unabhängig vom Bildmassstab innerhalb weiler Grenzen verändert werden. Die Lösung der besonders schwierigen optischen Verhältnisse kann hier des Raumes halber nicht ausführlicher besprochen werden, doch besteht hierüber eine umfangreiche Fachliteratur.

Als Beispiel eines mit dem Stereoplanigraphen hergestellten Planes, zeigt Abb. 22 die Luftaufnahme und Auswertung für ein Wasserbauprojekt in China.

6. Hilfsverfahren.

a. Aerotriangulierung.

Bei einer senkrecht nach unten gerichteten Aufnahme aus der Luft trifft die optische Achse das Gelände im sogenannten Nadirpunkte, der sich in diesem Falle im Mittelpunkt des Bildes projiziert. Statt nun im Nadirpunkt des Geländes mit einem Theodoliten die Richtungen nach verschiedenen Geländepunkten zu messen, kann man von dem Nadirpunkt im Bilde aus die entsprechenden Strahlen ziehen, wobei die Höhenunterschiede der angezielten Punkte ohne Einfluss auf die Richtungen sind, da sie sich nur in radialem Sinne auswirken.

Reiht man solche Senkrechtaufnahmen derart aneinander, dass sie sich gegenseitig um mehr als die Hälfte überdecken und dass ihre Mittelpunkte untereinander günstig geformte Dreiecke bilden, so können wir deren Winkel in den Bildern messen, ausgleichen und ganze Dreiecksketten, bzw. Netze bilden. Man nennt das Verfahren mit Rücksicht auf diesen theoretischen Fall ursprünglich *Nadirpunktstriangulation* .

Nun ist es zwar möglich, vom Flugzeug aus die photographische Kammer möglichst senkrecht nach abwärts zu richten, aber eine absolut senkrechte Achse würde sich nur durch Zufall ergeben. Man spricht also kurzweg von Senkrechtaufnahmen, wenn es sich eigentlich um Steilaufnahmen handelt. Die Mittelpunkte derselben sind nicht identisch mit den Nadirpunkten die umso weiter abrücken, je stärker die optische Achse gegen die Senkrechte geneigt ist.

Die mit solchen Aufnahmen durchgeführten Triangulierungen bezeichnet man daher richtiger als *Bild- oder Radialtriangulierungen*. Ein Beispiel hiezu zeigt Abb. 23.

Kleine Abweichungen der optischen Achse von der senkrechten Richtung haben nur geringen Einfluss und können bis etwa 5° vernachlässigt werden. Die Genauigkeit der Winkelentnahme wird bei Verwendung eines sogenannten *Radialtriangulators* (Abb. 24) noch gesteigert.

Eine grosse Bedeutung hat dieses Verfahren bei der Einmessung der Passpunkte für Entzerrungsarbeiten erlangt und wird beispielsweise im Deutschen Reiche allgemein angewendet.

b. Aeropoligonierung.

Während bei der einfachen Bildtriangulierung zwei nebeneinander liegende Flugstreifen benötigt werden, ist für die Aeropoligonierung nur ein einziger nötig. Die Aufnahmeorte der einzelnen Bilder oder ihre Projektionen auf die Erdoberfläche bilden dann das sogenannte *Aeropoligon*. Von den Polygonpunkten aus werden noch Hilfspunkte angeschossen, deren Bildern ebenfalls auf je zwei aufeinanderfolgenden Aufnahmen vorkommen müssen. Es entsteht so eine Dreieckskette, die man wegen ihrer eigenförmlichen Form auch Rautenkette nennt (Abb. 25)

c. Aeronivellement.

Um die Aufnahmeorte möglichst genau zu erhalten, werden dieselben während des Fluges barometrisch registriert. Das dazu dienende Instrument heisst Statoskop und stammt aus Finnland. Mit dieser Einrichtung lassen sich zwischen zwei Festpunkten alle Aufnahmeorte einer Flugstrecke ziemlich genau bestimmen und ausgleichen, so dass man dann von einem *Aeronivellement* spricht.

Die Bildtriangulierung wurde durch die Benutzung des Stereoplanigraphen überaus verfeinert. Heute verwendet man zur Aufnahme besondere Kameras, welche auch den Horizont mitphotographieren. Auf diese Weise ist es möglich, festpunktlose Räume auf viele Kilometer Entfernung zu überbrücken, wenn nur zu Beginn und Ende der Flugstrecke gut bestimmte Festpunkte vorhanden sind,

Die bisherigen Ergebnisse mit dem Aeronivellement sind so zufriedenstellend und zahlreich, dass man sogar ernstlich daran denkt, in gewissen Fällen die Landestriangulierung erster Ordnung durch Aeronivellements zu ersetzen. Für die Wahl der astronomisch zu bestimmenden Dreieckspunkte bleibt dann ein weiterer Spielraum als bisher, da zwischen ihnen keine direkte Sicht mehr notwendig ist. Das allgemeine Verfahren einer genauen Landestriangulierung ist äusserst umständlich, zeitraubend und kostspielig. Demgegenüber bietet die Aerotriangulierung den Vorteil grosser Einfachheit, Raschheit und Wirtschaftlichkeit, wobei die Genauigkeit für die praktischen Forderungen ausreicht. Als Nebenprodukt erhält man bereits einwandfreie Bildpläne für die Flugstreifen des Hauptnetzes, das an beliebigen Stellen weiter verdichtet werden kann.

C - Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit des photogrammetrischen Verfahrens.

Ogleich es über die Genauigkeit in der Photogrammetrie unzählige theoretische Abhandlungen gibt, so sollen hier nur rein praktische Angaben gemacht werden, die innerhalb weiter Grenzen Gültigkeit haben, je nachdem es sich um mehr oder minder günstige Umstände während der Arbeit handelt.

	Messtisch- photogram- metrie	Stereophotogram- metrie mit punktweiser Auftragung
Lagefehler	mindestens 2 ‰	1‰ der Aufnah- meentfernung
Höhenfehler	etwa 1 ‰	0,5 ‰ der Aufnah- meentfernung

Der wesentliche Nachteil dieser beiden Methoden liegt darin, dass zwischen den einzelnen, ermittelten Punkten die Höhenlinien interpoliert werden müssen, so dass ein ähnlicher Plan wie bei der Tachymetrie entsteht.

Über die terrestrische Photogrammetrie mit automatischer Auftragung im Zeiss-Oreischen Stereoaufographen liegen bereits viele Erfahrungen vor, deren Mittelwerte die folgende Tafel 1 zeigt.

Tafel - 1

Fehlergrenzen für terrestrische, photogrammetrische Aufnahmen (Aus "Bildmessung und Luftbildwesen 1927/3)

Masstab	Lagefehler			Höhenfehler		
	Gut einstellbare Punkte	Höhenlinie		Gut einstellbare Punkte	Höhenlinie	
		IM Allgemeinen	Bei stark bedecktem Gelände		IM Allgemeinen	Bei stark bedecktem Gelände
	m	m	m	m	m	m
1 : 1.000	0,2	0,4	0,8	0,12	0,3	0,6
1 : 2.000	0,3	0,7	1,4	0,3	0,5	1,0
1 : 5.000	0,6	1,0	2,0	0,5	0,7	1,5
1 : 10.000	1,5	2,0	4,0	0,8	1,5	3
1 : 20.000	2,5	4,0	8,0	1,5	2,5	5
1 : 25.000	3,0	5,0	10,0	2	3	6

Für luftphotogrammetrische Arbeiten werden in Deutschland die Genauigkeiten der folgenden Tafel 2 gefordert.

Tafel : 2

Fehlergrenzen für den Masstab 1: 5000 nach dem Preussischen Luftbilderlass vom 18/10/1929

Art des Fehlers	Höchstfehler in luftphotogrammetrischen Plänen	Wittlerer Fehler in der topographischen Grundkarte
Lage eines Punktes der im freien Gelände einwandfrei gemessen werden kann	Natur $\pm 5,0$ m. Plan $\pm 1,0$ mm.	$\pm 3,0$ m. $\pm 0,6$ mm.
Lage eines Punktes, in Waldungen	Natur — — Plan — —	$\pm 7,0$ m. $\pm 1,4$ mm.
Lage eines Punktes der einwandfrei gemessen werden kann	Natur $\pm 0,5$ ₁ Plan — —	$\pm 0,3$ m. —
Höhe einer Höhenlinie	Natur $\pm 2,5$ [°] Plan — —	Mittlerer Fehler $\pm (0,4 + 4 \text{ tg. } \alpha)$; Höchstfehler $\pm (0,4 + 15 \text{ tg. } \alpha)$

[*] Entspricht dem Fehler der Grundkarte für eine Geländeneigung $\alpha = 30^\circ$.

Tafel - 3

Zeit und Leistung bei terrestrischen, stereophotogrammetrischen Aufnahmen

Planmasstab 1 :	Grösste Aufnahme- Entfernung Km.	Breite des aufzunehmenden Streifens m	ANZAHL DER		Mittleres Erträgnis Eines Plattenpaares Qkm.	ARBEITSDAUER			
			Photo-Standpunkte (zu je 6 Platten)	Kontrollpunkte		Feldarbeit		Zimmerarbeit	
						Aufnahme Tage	Rechnen Tage	Automatische Auftragung Tage	Reinzeichnung Tage
a) Streifen von 10 Km. Länge									
1000	0,6	100	30	90	0,1	15	20	25	2
2000	1,2	200	28	80	0,2	12	15	20	1
5000	3	500	25	70	0,8	8	8	18	1
10.000	6	100	20	60	2	8	5	15	1/2
b) Flächen von 10 Km ² Inha't.									
1000	0,6	—	25	40	0,5	50	60	100	10
2000	1,2	—	12	20	1	20	30	50	5
5000	3	—	6	8	2	8	20	20	2
10.000	6	—	4	6	4	6	8	8	1
25.000	8	—	2	4	6	5	3	3	1/2

Tafel - 4

Zeit und Leistung bei luftphotogrammetrischen Aufnahmen

Planmasstab 1:	Flughöhe	Breite des aufzunehmen den Streifens	ANZAHL DER		Mittleres Ertragnis eines Bildpaares	ARBEITSDAUER				
			Aufnahmen	Kontrollpunkte		Feldarbeit		Zimmerarbeit		
						Anzahl der Flüge	Bestimmung der Passpunkte	Rechnungen	Auswertung	Reinzeichnung
a) Streifen von 10 km Länge										
2000	630/ 800	330	60-80	120-160	0,1	1-2	40	20	50	10-35
5000	1470/1800	770	27-33	50- 70	0,5-0,8	1	20	10	30	8-30
10,000	2730/3400	1430	15-18	30- 40	1,8-2,7	1	12	4	20	7-28
b) Flächen von 10 qkm Inhalt										
2000	630/ 800	—	60-100	120-200	0,1	2-3	50	20	60	20-60
5000	1470/1800	—	20- 40	40- 80	0,5-0,8	1	20	10	30	10-30
10,000	2730/3400	—	8- 9	12- 20	1,8-2,7	1	5	2	15	5-20

Kamerabrennweite 21 cm; nutzbares Bildformat 11X16 cm; Längsüberdeckung 60 % i Querüberdeckung 20 %

Einige Daten über die Leistungsfähigkeit und Arbeitsdauer finden sich in den Tafeln 3 (terrestrische Stereophotogrammetrie) und 4 (Luftphotogrammetrie.) doch können dieselben nur als ganz ungefähre Anhaltspunkt gelten, da sie in jedem einzelnen Falle bedeutenden Schwankungen unterworfen sind.

Ganz besonderes Augenmerk ist auf die Organisation des photogrammetrischen Betriebes zu legen. Bei der Luftphotogrammetrie, die heute ausschliesslich mit Senkrechtaufnahmen arbeitet, wird vorteilhaft für jede Arbeit zuerst der Bildmasstab bestimmt und auf Grund desselben die Flughöhe und alle übrigen notwendigen Daten. Hierauf erhält der Flieger einen Flugplan, dessen genaue Ausführung die Kartenherstellung bedeutend erleichtert. Bei allen photogrammetrischen Arbeiten ist überdies die Verwendung eines gründ-

lich vorgebildeten Personals unerlässlich.

Ueber die Kosten von photogrammetrischen Arbeiten lässt sich soviel sagen, dass sie bei kahlem, gebirgigen Gelände und genügend grossem Aufnahmegebiet geringer sind als jene von tachymetrischen Aufnahmen, wobei noch die bedeutend höhere Qualität besonders ins Gewicht fällt. Aber auch für Aufnahmen kleineren Umfanges ist die Anwendung der Photogrammetrie oft unerlässlich, sobald es sich um unzugängliche, felsige oder sumpfige Gebiete handelt, von denen sehr genaue Pläne hergestellt werden sollen.

Zum Schlusse folgt noch eine Zusammenstellung über Arbeitszeit und Kosten bei der luftphotogrammetrischen Herstellung der Deutschen Grundkarte im Massstabe 1 : 5000 (Tafel 5, nach Nowatzky, 1936.)

Tafel. 5

Art der Arbeiten	Arbeits- tage	RM Kosten
1) Vorarbeiten	1,5	11
2) Bildflug	—	38
3) Triangulierung 1)	0,5	28
4) Passpunktbestimmung 2)	1	43
5) Rechenarbeiten	1,5	13
6) Bildmessung	6	84
7) Topographische Arbeiten 3)	8	160
8) Zeichenarbeiten	9,7	80
9) Druck	—	40
Summe	28,2	497
	Tage/qkm	RM/qkm.

Bemerkungen :

1) Es liegt bereits ein Triangulierungsnetz der Landesaufnahme vor, das nur verdichtet werden muss, u. zw. entfaellt durchschnittlich ein bestehender Dreieckspunkt auf 5 qkm und ein neuer Dreieckspunkt auf 1 qkm.

2) 3 Passpunkte auf etwa 1 qkm.

3) Die topographischen Arbeiten (Revision) bestehen in einem Vergleich der im Sfereoplanigraphen erhaltenen Bleistiftzeichnung mit dem Gelaende und Einzeichnen der im Bilde nicht sichtbaren Einzelheiten, wie z. B. Kilometersteine an Strassen und Sahren, Kulturarten, usw.

Nicht berücksichtigt wurden: Die Kösten der bereits bestehendem Landestriangulicrung, die Gehaelter der leitenden Beamten, die Abschreibungen für Messinstrumente und die Kösten für Miete, Einrichtung und Unterhaltung der Arbeitsraeume.

Franz MANEK