

## Ueber neuere Kartographie.

Von **Julius Albach**,  
k. k. Hauptmann im Geniestabe.

Es vollzieht sich neuester Zeit in der Kartographie langsam aber stetig ein gewaltiger Umwandlungsprocess, der durch zwei Momente hauptsächlich hervorgerufen wurde: durch die Erfindung der Photographie und der auf dieser basirenden photomechanischen Reproductionsmethoden und durch die Fortschritte in der Geodäsie, welche eine genauere Aufnahme des Terrains und eine präzisere, den wissenschaftlichen Anforderungen vollkommen Genüge leistende Darstellung desselben ermöglichen.

Was nun die photomechanischen Reproductionsmethoden anbetrifft, so sind für kartographische Zwecke besonders wichtig:

1. Die Photo-Lithographie;
2. die Photo-Zinkographie und Photo-Zinkotypie;
3. die Heliogravure.

### 1. Die Photo-Lithographie.

Zur Herstellung eines photo-lithographischen, zum Umdrucke auf Stein geeigneten oder sogenannten »fetten« Bildes wird ein mit einer dünnen Gelatin-Schichte überzogenes Papier durch Eintauchen in eine Lösung von Kaliumchromat lichtempfindlich gemacht, nach dem Trocknen unter dem Negativ exponirt und hierauf mit fetter Umdruckfarbe überzogen. Wird sodann dieses Blatt in Wasser auf eine Glasplatte gelegt und mit Hilfe eines Schwammes oder feuchten Bäschchens vorsichtig gerieben, so wird die fette Farbe an den unbelichteten Stellen entfernt und bleibt nur an den vom Lichte getroffenen und veränderten Stellen haften.

Dieses fette Bild wird, nachdem es vorerst vollends getrocknet wurde, durch Einlegen in genässtes Papier wieder etwas gefeuchtet, dann mit der Bildseite auf den lithographischen Stein gelegt und durch die Presse gezogen.

Nach entsprechender Behandlung des Steines kann von diesem die weitere Vervielfältigung mit Hilfe der lithographischen Presse erfolgen. Der hohe Werth dieser Reproductionsmethode besteht in ihrer Einfachheit, da die Einrichtung eines gewöhnlichen photographischen Ateliers zur Herstellung eines fetten Bildes ausreicht, ferner in der Raschheit, mit der sie arbeitet, und ihrer grossen Billigkeit.

## **2. Die Photo-Zinkographie und Photo-Zinkotypie.**

Statt der lithographischen Steine können auch Zinkplatten verwendet werden, da dieselben ähnliche Eigenschaften besitzen wie der lithographische Stein.

Man kann daher auf dieselbe Weise, wie bei der Photo-Lithographie durch Umdruck des fetten Bildes eine Zinkdruckplatte erhalten, die wohl keine so schönen und reinen Abdrücke liefert, wie der Stein, dagegen aber die wesentlichen Vortheile für sich hat, dass die Zinkplatte mit bedeutend geringeren Kosten beschafft und viel leichter aufbewahrt werden kann, weil sie sehr wenig Raum erfordert. Beide Vortheile gewinnen besonders bei solchen Kartenwerken hohe Bedeutung, die aus einer grossen Anzahl Blätter bestehen und die in Farben hergestellt werden.

Dieser Vorgang ist unter dem Namen Photo-Zinkographie bekannt.

Wird die Zinkplatte, auf welche das fette Bild umgedruckt wurde, nicht direct zum Drucke verwendet, sondern vorerst geätzt, und hiezu in verdünnte Salpetersäure gelegt, so greift letztere alle durch den Fettstoff nicht geschützten Stellen an und vertieft dieselben, während die Platte an den Stellen der Zeichnung durch die hier aufliegende fette Farbe, dann durch Einstauben mit Harzen und Anschmelzen derselben, der Einwirkung der Säure widersteht und erhaben stehen bleibt. Durch Wiederholung dieses Processes kann die Zeichnung so hoch gestellt werden, dass sich diese Platten gleich dem Letternsatze zur Vervielfältigung auf der Buchdruckerpresse eignen. Man nennt daher dieses Verfahren die Photo-Zinkotypie oder die Hochätzung, und es hat dasselbe für Kartenwerke, bei denen es sich um sehr grosse Auflagen handelt, wegen der ausserordentlichen Billigkeit und Raschheit, mit welcher die Vervielfältigung erfolgen kann, sehr hohen Werth.

### 3. Die Heliogravure.

Bei diesem Verfahren wird ein mit Gelatin überzogenes und durch chromsauerer Kali lichtempfindlich gemachtes Blatt Papier unter einem verkehrten Negativ exponirt, dann auf eine Metallplatte aufgespresst und in warmes Wasser gelegt. Die nicht belichteten Stellen lösen sich im warmen Wasser auf und können gewegewaschen werden, die belichteten Stellen jedoch sind unlöslich geworden und bilden ein Relief, das, galvanoplastisch copirt, eine vertiefte Kupferdruckplatte liefert.

Für kartographische Zwecke (nach dem System Mariot und Avet) währt dieser Process 4 bis 6 Wochen, erfordert einen complicirten Apparat, ist schwieriger auszuführen, als die früher genannten Verfahren und auch bedeutend kostspieliger. — Es ist überdies das empfindlichste Reproductionsmittel, erfordert ein besonders sorgfältig und scharf ausgeführtes Original und nach der Reproduction noch die Nachhilfe des Kupferstechers, die ziemlich bedeutend werden kann, wenn die Original-Zeichnung nicht mit grosser Präcision ausgeführt wurde. Besonders schwierig sind zarte Linien zu reproduciren und werden dieselben in Folge dessen fast immer direct gestochen.

Alle diese eben angeführten und in Kurzem charakterisirten Reproductionsmethoden sind für die Karten-Erzeugung von sehr hoher Bedeutung, und gewähren, richtig ausgenützt, ausserordentliche Vortheile, denn man ist nunmehr in der Lage, in der kürzesten Zeit, ja selbst binnen 24 Stunden nach Vollendung der Zeichnung eine druckreife Platte zu erhalten, die man früher nur durch Gravirung auf Stein oder durch den Kupferstich mit grossem Zeit und Kostenaufwande herstellen konnte.

Es ist auf diese Weise nunmehr die Möglichkeit geboten, das Original-Aufnahms-Materiale, das z. B. durch die Mappirung gewonnen wird, unmittelbar nach der successiven Fertigstellung der Zeichnung direct — d. h. ohne einen Lithographen oder Kupferstecher zur Anfertigung der Druckplatte zu Hilfe nehmen zu müssen, daher auf die billigste Weise reproduciren und vielfältigen zu können.

Dieser Vortheil muss sehr hoch angeschlagen werden, wenn man erwägt, dass die Aufnahme eines Staates nicht allein den Zweck hat, nur die Originale für die Herstellung der Karten

kleineren Massstabes zu liefern, sondern auch die Basis zu schaffen, für sehr viele im Interesse des Staates liegende Arbeiten, wie z. B. für Strassen und Eisenbahnbauten, Ausführung von Schiffahrtscanälen, Herstellung von Wasserleitungen, für Entwässerungs- und Bewässerungs-Anlagen grösserer Terraintheile etc. Für Vorarbeiten zu allen diesen Unternehmungen bilden aber die Blätter der Original-Aufnahme in Folge ihres grossen Massstabes die vorzüglichsten Behelfe, und dies umsomehr, als bei dem Fortschritte in der Geodäsie auch die Richtigkeit der Aufnahme einen so hohen Grad erreicht hat, dass dieselbe für alle eben genannten Zwecke thatsächlich h. nreichende Anhaltspunkte bieten kann. Je früher diese Blätter daher Gemeingut werden, je rascher sie nicht nur nach den früher erwähnten Richtungen, sondern auch von der Privat-Industrie zu den verschiedensten kartographischen Zwecken ausgenützt werden können, desto früher wird das für die Aufnahme aufgewendete bedeutende Anlagecapital für den Staat auch fruchtbringend verwerthet werden.

In dieser Art reproducirt Bayern, Italien und Belgien seine Landes-Aufnahme mit Hilfe der Photo-Lithographie oder Photo-Zinkographie unmittelbar nach Vollendung der einzelnen Blätter, die um den geringen Preis von 20 bis 50 kr. im Handel bezogen, daher auch von Jedermann acquirirt und nach Belieben verwerthet werden können.

Der Allgemeinheit wird hiedurch ein sehr wesentlicher Dienst geleistet, der aber auch beansprucht werden kann, nachdem ja die Aufnahme auch aus allgemeinen Staatsmitteln erfolgt.

Nicht selten wird diesen Karten in ganz unrichtiger Auffassung der Verhältnisse oder in tendenziöser Weise der Vorwurf gemacht, dass sie an Schönheit den gravirten und besonders den gestochenen Karten nachstehen. Dieser Vorwurf ist aber ein sehr ungerechtfertigter und schmälert den Werth derselben, sowie das grosse Verdienst der raschen und billigen Herausgabe nicht im geringsten, da es sich bei der Veröffentlichung derselben nicht um Proben künstlerischer Leistung, sondern um die möglichst unmittelbare Verwerthung wissenschaftlicher Behelfe handelt, die ihrem Zwecke vollkommen entsprechen, wenn deren Inhalt richtig und die Darstellung klar und deutlich ist.

In dem höchst anerkennenswerthen Streben, das Original-Materiale der Landes-Aufnahme der Allgemeinheit zur freien

Benützung zuzuführen, schliesst sich den genannten Staaten auch Preussen, Baden, Sachsen, Württemberg, Schweiz, Holland und Spanien an, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Veröffentlichung der Karten mit Zuhilfenahme der Steingravirung oder des Kupferstiches erfolgt. Selbstverständlich gewinnt hiedurch die Schönheit der Blätter, dagegen können sie aber erst später und nur in grösseren Zwischenpausen erscheinen, werden nicht unerheblich kostspieliger und absorbiren für ihre Herstellung Kräfte, die für andere Kartenwerke Verwendung finden könnten.

Neuester Zeit beabsichtigt auch Frankreich seine Aufnahme, jedoch in etwas verjüngtem Massstabe gleich als Specialkarte in 1:50.000 erscheinen zu lassen.

Ein weiterer, gleichfalls sehr wichtiger Vortheil der genannten photo-mechanischen Reproductionsverfahren besteht in der Möglichkeit, dieselbe Original-Zeichnung, die, wie früher erwähnt, zur Reproduction im gleichen Massstabe gedient hat, nun auch zur Erzeugung der Specialkarte zu verwenden, d. h. die Specialkarte durch directe Reduction der Original-Aufnahms-Sectionen zu erhalten, ohne ein nochmaliges Umzeichnen nothwendig zu haben. Zu diesem Behufe braucht nur bei der Aufnahme des zweiten photographischen Negativs gleichzeitig eine Verjüngung der Original-Zeichnung bis auf das Mass der Specialkarte zu erfolgen.

Ein und dieselbe Zeichnung dient somit für beide genannten Zwecke und kann natürlich auch zur Erzeugung aller eventuell nothwendig werdenden Karten dienen, deren Massstab zwischen den beiden Grenzwerten liegt, die durch das Verjüngungsverhältniss der Original-Aufnahme und jenes der Specialkarte gegeben sind.

In allen den letzteren Fällen ersetzt die Photographie den Zeichner, Lithographen oder Kupferstecher und macht die Anwendung der schwerfälligen Reductions-Apparate, der Pantographen, überflüssig, nachdem sie selbst die Reduction, und zwar in wenigen Minuten und in genauerer Weise vornimmt, als es mit Hilfe des Pantographen möglich ist.

Hieraus resultirt:

1. Die Möglichkeit, der Herausgabe der Originalblätter auch jene der Specialkarte rasch und fast unmittelbar folgen zu lassen, wodurch dieselbe thatsächlich den neuesten Bestand zum Ausdrucke bringt, also vollkommen wahr ist;

2. die vollkommene Uebereinstimmung zwischen den Karten der verschiedenen Massstäbe und

3. die möglichste Herabsetzung des Bedarfes an Zeit, Arbeitskräften und Kosten.

Es fragt sich jedoch, in welcher Art die Original-Zeichnung der Aufnahmeblätter stattfinden müsse, damit die eben erwähnten Vortheile auch vollkommen zur Geltung kommen können?

In Beantwortung dieser Frage ist vor Allem die bekannte Thatsache zu erwähnen, dass auf die scharfe und reine Wiedergabe der Zeichnung durch die photo-mechanischen Reproductionsmittel Farben sehr nachtheiligen Einfluss üben können. Während die blaue Farbe sich hierbei vollkommen indifferent zeigt, erscheinen die rothe und die gelbe Farbe in der Reproduction schwarz. Alle Flächen, welche mit rothen oder gelben Tönen, oder Mischungen dieser Farben angelegt werden, machen sich daher je nach der Intensität des angewendeten Tones nach der Reproduction in mehr oder weniger dunkelgrauen oder schwarzen Flecken bemerkbar, welche die unter denselben liegende Zeichnung undeutlich machen, oder selbst vollkommen decken können.

Das Vorhandensein farbiger Töne in der Original-Zeichnung ist daher sehr häufig die Ursache, dass die Anwendung der photo-mechanischen Reproductions-Methode ganz unmöglich wird.

Solche fehlerhaft hergestellte Original-Zeichnungen lassen sich dann nur durch das Copirverfahren mittelst Silbersalzen oder durch den Pigmentdruck — d. h. durch die gewöhnliche Photographie — reproduciren, nachdem hier die Farbtöne nicht so nachtheilig wirken, als bei photo-mechanischen Reproductions-Methoden.

Die Photographie als solche kann daher nur als ein Nothbehelf zur Anfertigung einer sehr beschränkten Anzahl von Copien angesehen werden, da diese eine verhältnissmässig sehr grosse Zeit zu ihrer Anfertigung erfordern, sehr kostspielig sind, und immer in einem höheren oder geringeren Grade an Undeutlichkeit leiden.

Für das Zeichnen der Linien sind Farben von geringerem Nachtheile, indem sich z. B. rothe und gelbe Linien eben so scharf reproduciren lassen, als schwarze. Blaue Linien verschwinden hingegen vollkommen, wenn die Farbe rein zur Anwendung kam; durch Beimengung von etwas Roth zur blauen

Farbe können dieselben reproductionsfähig werden. — Immerhin ist es aber am vortheilhaftesten, die Zeichnung blos in schwarzen Linien auf reinem weissen Papiere auszuführen. Selbstverständlich sind Farbentöne ganz zu vermeiden.

Die zweite wichtige Forderung an das Original besteht darin, dass die Zeichnung desselben in einer Weise erfolge, dass es sich sowohl zur Wiedergabe im gleichen Massstabe, als in jenem der Specialkarte eigne und überdies den verschiedensten kartographischen Zwecken dienen könne, um nicht in die Nothwendigkeit versetzt zu werden, für jeden dieser Zwecke eine besondere Original-Zeichnung anfertigen zu müssen.

Was den ersten Punkt dieser Forderung anbelangt, so wird sich die Verjüngung, welcher die Original-Zeichnung unterzogen werden muss, um für die Anfertigung der Specialkarte zu dienen, im Allgemeinen zwischen 1:2 bis 1:4 des linearen Massstabes bewegen und ist nicht so gross, dass sie in Betreff der Zeichnung praktische Schwierigkeiten hervorrufen würde. Hiebei ist allerdings eine Voraussetzung stillschweigend gemacht worden, auf welche ich mir erlauben werde, später wieder zurückzukommen.

Diese photographische Reduction bietet sogar einen sehr wesentlichen Vortheil, indem sie alle Unreinheiten und technischen Unvollkommenheiten in der Zeichnung, im gleichem Verhältnisse verringert und daher auf die Schärfe und Reinheit der Linien sehr günstig einwirkt. Es kann hiedurch die Schönheit der Karte erheblich gesteigert und selbst jener der gravirten oder gestochenen Karten gleich kommen, ohne dass es nöthig wäre, beim Zeichnen besondere Mühe anzuwenden. Aus dieser Ursache, und da es sich im grösseren Massstabe immer leichter zeichnen lässt, ist daher in allen Fällen eine lineare Reduction des Originales auf wenigstens die Hälfte des Massstabes anzustreben.

Um nun für die Zeichnung dieses Originales mit Rücksicht auf die vorzunehmende photographische Verjüngung die nöthigen Anhaltspunkte zu erhalten, ist es nöthig, sich vor Allem einen entsprechenden Zeichenschlüssel anzufertigen. Zu diesem Zwecke braucht man blos alle in der Specialkarte vorkommenden Objecte, conventionellen Zeichen und sonstigen Linien, dann die verschiedenen Schriftgattungen in jener Grösse und Stärke zu zeichnen, wie man sie nach der Reduction wünscht und diese Zeichnung dann photographisch auf das Originalmass zu vergrössern.

Bezüglich des zweiten Punktes obiger Forderung hätte die Zeichnung nebst der Schrift nur das Gerippe, also jene Lineamente und Signaturen zu enthalten, welche durch die ökonomische oder die Kataster-Aufnahme sich ergeben und nothwendig sind, um die Basis für die verschiedensten kartographischen Zwecke zu bilden.

Hiebei ist die Bezeichnung der Culturen die nur für topographische Karten Werth hat, mit Hilfe von Signaturen wegzulassen und nur die Begrenzung der Parzellen leicht anzudeuten.

Es fragt sich nur noch, in welcher Weise die Darstellung des Terrains zu erfolgen hätte, um den erwähnten Forderungen gerecht zu werden?

Und hiemit wäre ich bei der Besprechung des zweiten Momentes angelangt, das einen wesentlichen Fortschritt der neueren Kartographie in sich schliesst.

Zur Darstellung des Terrains können zwei geometrische Linien verwendet werden: die Linien des grössten Falles, oder jene Linien, nach welchen der Wasserabfluss stattfindet, und die Horizontalinien, auch Isohypsen oder Schichtenlinien genannt, die nichts Anderes sind, als die Schnittcurven horizontaler Ebenen mit dem Terrain.

Bis in die neueste Zeit wurden Linien grössten Falles zur Terrairdarstellung angewendet und war es der sächsische Major Lehmann, welcher Ende des vorigen Jahrhunderts dieselben in der Kartographie einfuhrte und sich dadurch ein bleibendes Verdienst erworben hat, weil er auf diese Weise der Terrairdarstellung eine wissenschaftliche Basis gab.

In der Karte erscheinen nun die Horizontal-Projectionen dieser Fallslinien dicht aneinandergereiht als sogenannte Schraffen. Da jedoch durch eine Projection allein die Lage der Wasserlaufslinien im Raume nicht fixirt ist, so war zu diesem Zwecke noch ein zweites Bestimmungsstück nothwendig. Das Beisetzen von Höhenzahlen, durch welches allein man in der Lage wäre, die einzelnen Elemente der Fallslinie im Raume festzustellen, ist hier der Natur der Sache nach nicht möglich, da ja der Raum mangelt, um den Schraffen die erforderlichen Zahlen oder die Coten beizufügen. Lehmann wählte daher das Auskunftsmittel, die wechselnden Neigungen der Fallslinien dadurch annähernd zum Ausdrucke zu bringen, dass er den Schraffen verschiedene Stärke und Entfernung von einander gab.

Wie bekannt, basirt die Lehmann'sche Manier auf der Annahme verticaler Beleuchtung, wonach die Böschungen des Terrains von einer um so geringeren Lichtmenge getroffen werden, je steiler sie sind. In der Karte müssen letztere daher dunkler erscheinen, also durch kräftigere Striche mit geringeren Zwischenräumen dargestellt werden, als die flachen Partien, bei welchen die Striche zarter und die Zwischenräume weiter werden. Da es jedoch auf diese Weise nicht möglich wäre, alle Gradationen von  $0^{\circ}$  bis  $45^{\circ}$  dem natürlichen Böschungswinkel erdiger Hänge darzustellen, da sonst die Unterschiede in der Strichstärke und dem Zwischenraume gar zu subtil werden müssten, so fasste Lehmann die Böschungswinkel von je 5 zu 5 Graden zusammen und stellte eine Schraffenscala auf, die neun verschiedene Abstufungen zeigt. Beim Terrainzeichnen kommt es nun darauf an, diese Scala für die verschiedenen in der Natur vorkommenden Böschungswinkel, die bei der Aufnahme grösstentheils nur geschätzt wurden, richtig anzuwenden, also die gleichen Böschungswinkel stets durch die absolut gleiche Strichstärke und die entsprechenden Zwischenräume zum Ausdruck zu bringen. Ueberdies muss auch die Strichlage im Auge behalten werden, da die Schraffen, als die Horizontal-Projectionen der Falllinien in allen ihren Elementen senkrecht stehen müssen auf den Horizontallinien, also ideale Horizontalschichten voraussetzen.

Diesen Forderungen in der Praxis im vollen Masse gerecht zu werden, ist ganz unmöglich, da die Aufgabe, welche hiebei an das Auge und die Hand des Zeichners gestellt wird, die Grenze des Erreichbaren übersteigt. Aber selbst vorausgesetzt, es wäre möglich eine Schraffenscala beim Terrainzeichnen vollkommen correct in Anwendung zu bringen, so entsteht die Frage, ob hiemit auch die Bürgschaft für das richtige Ablesen derselben gegeben ist? Diese Frage muss absolut negirt werden.

Wenn man erwägt, wie wenig wahrscheinlich es ist, dass alle bei einem Kartenwerke beschäftigten Terrainzeichner vollkommen gleichartig arbeiten, dass die Strichstärke durch die Reproduction und den Druck alterirt wird, dass ferner bei Karten grösseren Massstabes eine andere Scala zur Anwendung kommt, als bei solchen kleineren Massstabes, dass sogar selbst bei ein und demselben Massstabe zwei verschiedene Scalen benützt werden, eine sogenannte Maximal-Scala für grössere,

eine Minimal-Scala für kleinere Formen, dass also in ein und demselben Blatte, derselben Strichstärke zwei verschiedene Werthe entsprechen, dass fast in jedem Staate eine andere Scala gebräuchlich ist, so kann man wohl mit voller Berechtigung sagen, dass die Zumuthung an den Kartenleser, trotz aller dieser irremachenden und gar nicht berechenbaren Einfüsse die richtige Gradation herauszufinden, eine unerfüllbare sei.

Ein noch wesentlicherer Mangel der Schraffirmethode besteht aber darin, dass durch dieselbe die Höhenverhältnisse nicht zum Ausdrucke gelangen, sondern dass man dieselben erst durch Rechnung bestimmen muss.

Da aber die Richtigkeit derselben davon abhängig ist, ob man die Böschungsgrade richtig geschätzt hat oder nicht, und man dies nie mit Bestimmtheit sagen kann, so ist man bezüglich des Resultates auch stets vollkommen im Unklaren.

Es lässt sich somit bei schraffirten Karten selbst die einfachste Aufgabe: die Bestimmung der relativen Höhenlage zweier Punkte, nicht in befriedigender Weise lösen, und muss man daher diese Darstellungsweise, als eine völlig unbestimmte, vom wissenschaftlichen Standpunkte absolut perhorresciren. Noch ungerechtfertigter wird die Anwendung derselben, wenn man die möglichste Verwerthung der modernen Reproductionsmittel anstrebt.

Das Wesen dieser letzteren charakterisirt sich durch die Raschheit, mit welcher sich nach einer Zeichnung eine druckreife Platte herstellen lässt. Es ist aber natürlich, dass man bei Verwendung der photo-mechanischen Reproductionsmittel ein Original benöthigt, welches, um seinem Zwecke zu entsprechen, mit vollkommener Correctheit und wenn nicht eine bedeutende Reduction eintritt, auch mit grosser Schärfe und Reinheit gezeichnet sein muss, während früher eine Skizze genügte, um dem Kupferstecher oder Lithographen die nöthigen Anhaltspunkte zu bieten.

(Schluss folgt).