

Janvier 1966

VISSEUR

ORGANISATION EUROPÉENNE D'ÉTUDES  
PHOTOGRAMMÉTRIQUES EXPÉRIMENTALES

EUROPEAN ORGANIZATION FOR EXPERIMENTAL  
PHOTOGRAMMETRIC RESEARCH



PUBLICATION OFFICIELLE

OFFICIAL PUBLICATION

N° 2

Arch. Zembla: (Conseil 68)

Orthophoto-schalen  $\leq 1:60.000$  zijn volkomen  
onbruikbaar want de OEEPE - Com E proeven hebben bewezen dat de  
foto schaal 1:80.000 in feite het kleinste toepasbare foto schaal is (relief  
voet hoogte 1:160.000) een wat beperkt de foto's interpretatie en deze  
foto's interpretatie wordt dan nog geplaatst in 3D. Vergelyking.

Janvier 1966

## ORGANISATION EUROPÉENNE D'ÉTUDES PHOTOGRAMMÉTRIQUES EXPÉRIMENTALES

EUROPEAN ORGANIZATION FOR EXPERIMENTAL  
PHOTOGRAMMETRIC RESEARCH



PUBLICATION OFFICIELLE

OFFICIAL PUBLICATION

N° 2

**La présente publication est la propriété exclusive de  
l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales**

---

**The present publication is the exclusive property of the  
European Organization for Experimental Photogrammetric Research**

**Tous droits de traduction et de reproduction réservés à l'OEEPE.  
Imprimé et publié par l'Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a. M.**

---

**All rights of translation and reproduction are reserved on behalf of the OEEPE.  
Printed and Published by the Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a. M.**

**Organisation Européenne  
d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales**

**COMITE DIRECTEUR**

(composé de Représentants des Gouvernements des Pays-Membres)

<i>Président:</i>	<b>Prof. Dr. Ir. C. TROMBETTI,</b> Istituto Geografico Militare, 10, Via Cesare Battisti, FIRENZE.	Italie
<i>Membres:</i>	<b>Direktor Dr.-Ing. H. KNORR,</b> Institut für Angewandte Geodäsie, Kennedyallee 151, FRANKFURT a. M.	Allemagne
	<b>Prof. Dr.-Ing. K. SCHWIDEFSKY,</b> Institut für Photogrammetrie und Topographie, Englerstraße 7, KARLSRUHE.	
	<b>Ministerialrat Prof. Dr.-Ing. J. NITTINGER,</b> Niedersächsisches Ministerium des Innern, Lavesallee 6, HANNOVER.	
	<b>Prof. Dr. K. NEUMAIER,</b> Technische Hochschule, Karlsplatz 13, WIEN IV.	Autriche
	<b>Général-Major ALEN,</b> Directeur Général de l'Institut Géographique Militaire, 2, Allée du Cloître, BRUXELLES 5.	Belgique
	<b>Prof. Dr. R. ROELOFS,</b> Laboratorium voor Geodesie, Technische Hogeschool, 4, Kanaalweg, DELFT.	Pays-Bas
	<b>Directeur Dr. Ir. S. M. MEELEKER,</b> Ministerie van Financien, Afdeling Kadaster en Hypotheken, Parkstraat 2, 'S GRAVENHAGE.	
	<b>Prof. Dr. Ir. L. SOLAINI,</b> Istituto di Geodesia, Topografia e Fotogrammetria, 32, Piazza Leonardo da Vinci, MILANO.	Italie

**BUREAU EXECUTIF**

**Prof. Dr. Ir. W. SCHERMERHORN,**  
International Training Centre for Aerial Survey,  
3, Kanaalweg, DELFT (Hollande).

**Prof. Ir. A. J. VAN DER WEELE,**  
International Training Centre for Aerial Survey  
3, Kanaalweg, DELFT (Hollande).

*Secrétaire*      **Ir. R. VERLAINE,**  
*Général:*        36, Avenue E. Digneffe, LIEGE (Belgique).

## COMMISSIONS SCIENTIFIQUES

### Commission A — *Aérotriangulation aux petites et moyennes échelles*

*Président:* Prof. Dr. Ir. C. TROMBETTI,  
Istituto Geografico Militare,  
10, Via Cesare Battisti, FIRENZE (Italie).

### Commission B — *Aérotriangulation aux grandes échelles*

*Président:* Prof. M. CUNIETTI,  
Istituto di Geodesia, Topografia e Fotogrammetria,  
32, Piazza Leonardo da Vinci, MILANO (Italie).

### Commission C — *Restitution aux grandes échelles*

*Président:* Prof. Dr.-Ing. R. FÖRSTNER,  
Institut für Angewandte Geodäsie, Abt. Photogrammetrie,  
Weinbergstraße 9, FRANKFURT a. M-SINDLINGEN (Allemagne).

### Commission D — *Problèmes cartographiques de la Photogrammétrie*

*Président:* Dr.-Ing. W. BECK,  
Landesvermessungsamt Baden-Württemberg,  
Büchsenstraße 54, STUTTGART (Allemagne).

### Commission E — *Restitution aux petites échelles*

*Président:* Prof. Dr. K. NEUMAIER,  
Technische Hochschule,  
Karlsplatz 13, WIEN IV (Autriche).

### Commission F — *Problèmes fondamentaux de la Photogrammétrie*

*Président:* N. N.

### Groupe d'études numériques — *Applications numériques*

*Président:* Prof. Ir. A. J. VAN DER WEELE,  
International Training Centre for Aerial Survey  
3, Kanaalweg, DELFT (Hollande).

## Table des Matières

	page
(1) <i>K. Neumaier</i> : Essais d'interprétation de »Bedford« et de »Waterbury« — Rapport commun établi par les Centres de la Commission E de l'OEEPE ayant participé aux tests	
1. Problème posé . . . . .	9
2. Matériel de base, principes de l'exécution et expériences . . . . .	9
2.1. Interprétation . . . . .	9
2.2. Généralisation . . . . .	10
3. Comparaison des travaux des différents Centres . . . . .	12
3.1. Interprétation . . . . .	12
3.2. Généralisation . . . . .	12
4. Divers . . . . .	13
<b>A n n e x e s : (1) 1 — (1) 10</b>	
(2) <i>K. Neumaier</i> : Essais de restitution »Bloc Suisse« — Rapport commun établi par les Centres de la Commission E de l'OEEPE ayant participé aux tests	
1. Position du problème . . . . .	25
2. Travaux préliminaires . . . . .	26
3. Matériel de base . . . . .	27
4. Principes d'exécution . . . . .	28
5. Travaux et rapports présentés par les Centres . . . . .	28
6. Comparaison des résultats obtenus par les différents Centres avec l'original suisse d'une part et les uns avec les autres d'autre part . . . . .	29
6.1. Planimétrie . . . . .	29
6.2. Courbes de niveau . . . . .	32
6.3. Cours d'eaux . . . . .	33
6.4. Surfaces de forêts . . . . .	33
6.5. Points cotés . . . . .	33
7. Résultats expérimentaux . . . . .	34
7.1 Conditions de prises de vues favorables . . . . .	34
7.2. Emploi des appareils . . . . .	35

	page
7.3. Technique de travail . . . . .	36
7.4. Succession de la restitution photogrammétrique, de l'interprétation, de la généralisation et de la représentation cartographique . . . . .	38
8. Méthodes de travail . . . . .	39
8.1. Gravure directe . . . . .	40
8.2. Restitution à l'échelle de la carte . . . . .	40
8.3. Restitution à l'échelle double de celle de la carte . . . . .	41
8.4. Restitution à l'échelle double de celle de la carte sur 2 transparents isolés . . . . .	41
8.5. Restitution à l'échelle double de celle de la carte sur 2 feuilles de papier à dessin séparées . . . . .	42
9. Conclusions . . . . .	42

#### **34 Annexes:**

- (2) 1 — Extrait de la carte suisse à l'échelle du 1/500 000
- (2) 2 — Champ d'essai (partie de la carte suisse à l'échelle du 1/100 000)
- (2) 3 — Légende
- (2) 4 — Résumé des rapports des différents Centres
- (2) 5.1 à (2) 5.8 — Comparaison des courbes de niveau
- (2) 6.1 à (2) 6.7 — Comparaison des points cotés
- (2) 7.1 à (2) 7.7 — Erreurs résiduelles d'orientation
- (2) 8 — Extrait d'une restitution de détail exécutée au stylo à bille
- (2) 9a à (2) 9c — Diagrammes de déroulement de travail
- (2) 10 — Exemples de cartes

Les deux annexes «extrait de la carte suisse à l'échelle 1/500 000 et 1/100 000 ont été imprimées et mises à la disposition grâce à l'amabilité de la Eidgenössische Landestopographie.

## Contents

	page
<b>(1) K. Neumaier: The Interpretation Tests of "Bedford" and "Waterbury" — Common Report Established by all Participating Centres of Commission E of OEEPE</b>	
1. Problem . . . . .	17
2. Basic material, principles of execution, and experiences made . . . . .	17
2.1. Interpretation . . . . .	17
2.2. Generalization . . . . .	18
3. Comparison of working results presented by the different centres . . . . .	20
3.1. Interpretation . . . . .	20
3.2. Generalization . . . . .	21
4. General remarks . . . . .	21
 Annexes: (1) 1 — (1) 10	
 <b>(2) K. Neumaier: Test "Schweizer Block" — Joint Report of all Centres of Commission E of OEEPE</b>	
1. General exposé of the problem . . . . .	43
2. Preliminary work . . . . .	44
3. Basic material . . . . .	45
4. Principles of the execution . . . . .	45
5. Results and reports of the participants . . . . .	46
6. Comparisons, both mutually and with the Swiss original . . . . .	47
6.1. Planimetry . . . . .	47
6.2. Contour lines . . . . .	49
6.3. Drainage pattern . . . . .	50
6.4. Forest . . . . .	50
6.5. Spot elevations . . . . .	51
7. Conclusions . . . . .	52
7.1. Optimum conditions for production of air photographs . . . . .	52
7.2. The instruments used . . . . .	53
7.3. Working technique . . . . .	53

	page
7.4. Sequence of photogrammetric plotting, interpretation, generalization and cartographic fair drawing . . . . .	55
8. Working procedures . . . . .	56
8.1. Direct scribing . . . . .	57
8.2. Plotting at the final map scale . . . . .	57
8.3. Plotting at the double map scale . . . . .	58
8.4. Plotting of the line pattern at double map scale on 2 separate sheets .	58
8.5. Plotting of the line pattern at double map scale on 2 separate sheets of normal drawing-paper . . . . .	59
9. Final conclusions . . . . .	60

**34 Annexes:**

- (2) 1 — Swiss map 1 : 500,000
- (2) 2 — Test area on Swiss map 1 : 100,000
- (2) 3 — Legend
- (2) 4 — Table of results
- (2) 5.1 to (2) 5.8 — Comparison of contours
- (2) 6.1 to (2) 6.7 — Comparison of spot elevations
- (2) 7.1 to (2) 7.7 — Residual errors of orientation
- (2) 8 — Sample of line-plotting with ballpoint
- (2) 9a to (2) 9c — Working-schemes
- (2) 10.1 to (2) 10.4 — Map proofs

The two annexes "section of the Swiss map" 1 : 500,000 and 1 : 100,000 were printed and kindly provided by the Eidgenössische Landestopographie.

## Essais d'interprétation de «Bedford» et de «Waterbury».

Rapport commun établi par les Centres de la Commission E de l'OEEPE  
ayant participé aux tests

Par K. Neumaier, Wien

### 1. Problème posé

La Commission E s'est posée le problème de rechercher une méthode pour l'établissement d'une carte photogrammétrique à l'échelle de 1/100 000 pour les pays qui ne sont pas encore levés cartographiquement. Le procédé doit permettre de produire cette carte aussi vite que possible, avec des moyens simples et sans personnel spécial.

La première phase de travail était l'établissement de la légende, suivie des essais d'interprétation de »Bedford« et de »Waterbury« traitant les questions de l'interprétation, de la généralisation et de la représentation graphique.

Les essais futurs s'occuperont des problèmes de la restitution photogrammétrique, des questions de l'utilisation des appareils ainsi que de la technique de reproduction et enfin de la recherche du procédé de travail le plus utile.

### 2. Matériel de base, principes de l'exécution et expériences

Les centres coopérant aux travaux de la Commission E disposaient de levés super-grand-angulaires à l'échelle approximative de 1/110 000. Les prises de vues avaient été exécutées aux USA avec une chambre Wild RC9. Les essais d'interprétation ont été effectués sur des agrandissements à l'échelle approximative de 1/30 000 réalisés sur du matériel transparent en utilisant des crayons, pastels et de l'encre de Chine. L'utilisation des crayons et des pastels s'est révélée favorable pour l'établissement du manuscrit d'interprétation parce qu'on a pu travailler très vite et obtenir une bonne lisibilité. De plus, on a recouru à l'observation stéréoscopique des copies sur papier.

#### 2.1. Interprétation

Les *routes, chemins et chemins de fer* ont, en général, été aisément identifiés sur les agrandissements. Il a même été possible de faire une classification des voies de communication d'après leur cours, leur largeur et leur disposition dans les levés. Les détails des voies de communication, tels que passages supérieurs ou passages inférieurs, tunnels, tranchées ou talus, etc., ont, presque toujours, pu être déterminés par l'observation stéréoscopique.

Les *cours d'eaux*, en terrain découvert, ont été bien identifiables sur les agrandissements. En forêt, en terrain couvert et là où les voies de communication se trouvent tout près des eaux, le cours d'eaux n'a pas toujours pu être déterminé de façon claire, pas même par observation stéréoscopique.

La détermination des *limites de forêt* a souvent causé des difficultés importantes. En général, le terrain couvert est représenté comme forêt dans les cartes, indépendamment du peuplement en arbres. Par conséquent, quand on a rencontré des coupes claires, des vergers directement contigus à la forêt ou d'un peuplement en arbres peu serrés, la détermination sûre de la limite de forêt n'a pas toujours été possible, même par observation stéréoscopique. En conséquence, les résultats des Centres ont été différents.

La *lisibilité des objets isolés* sur les agrandissements s'est montrée très bonne par suite de la haute précision des levés originaux. Pour la lisibilité et l'identification des objets isolés, les critères d'identification étaient leur grandeur sur la photo et leur contraste par rapport à la zone environnante. La dimension minimum de l'image permettant d'encore reconnaître un objet est en général de 0,05 mm. Les objets les plus petits, encore reconnaissables à l'échelle d'image du 1/100 000, correspondent à une dimension de 5 m sur le terrain. L'expérience a prouvé cependant qu'il était également possible de reconnaître des objets plus petits si l'effet du contraste vis-à-vis de l'entourage était particulièrement favorable, si ces objets, du fait de leur hauteur, projetaient des ombres (arbres isolés, pylônes, tours, etc.) ou bien s'ils avaient un aspect linéaire (haies, buissons, chemins étroits, tranchées forestières, etc.).

Dans tous les cas où la vue pouvait atteindre le sol, la légende fixée pour le 1/100 000 pouvait presque toujours être respectée et les objets isolés pouvaient être reconnus et représentés.

Ces expériences ont montré que, pour une carte à l'échelle du 1/100 000, l'interprétation est moins une question d'échelle de cliché que de qualité du matériel photographique et de couverture du sol (c'est-à-dire de visibilité du terrain). Par conséquent, tous les détails nécessaires pour une carte au 1/100 000, à but limité, pourront être interprétés sur des photos à l'échelle approximative de 1/100 000 à l'aide de bons stéréoscopiques si la vue peut arriver au sol.

## 2.2. Généralisation

Il a paru opportun de procéder à la généralisation des détails au cours de leur interprétation. La généralisation de la situation de la carte a été exécutée à l'échelle de 1/30 000 sur du matériel transparent au crayon ou au pastel (convenant à la reproduction). Pour cela il a été nécessaire d'utiliser une légende agrandie à l'échelle de 1/30 000.

Les grandes différences des résultats prouvent que les différents Centres ont effectué la généralisation selon des critères différents. A l'avenir, pour garantir une interprétation uniforme, il sera nécessaire de préciser des règles pour la généralisation.

A partir des expériences faites jusqu'à présent, une *instruction* de ce genre devrait se présenter comme suit: Les objets représentés seront ceux qui présentent une importance pour la carte au 1/100 000. Les objets de moindre importance seront supprimés! Malgré ces éliminations, il faudra absolument conserver le caractère du paysage, surtout des habitations. La représentation devra être effectuée exactement d'après la légende, à l'échelle d'interprétation (1/30 000), afin que la réduction à l'échelle du 1/100 000 apparaisse dans la légende demandée.

En résumé, pour la généralisation, les critères suivants, classés par ordre de priorité, devront être respectés:

Importance,  
Caractéristique,  
Conditions d'espace.

La légende agrandie à l'échelle d'interprétation servira pour la représentation graphique. Evidemment son emploi provoquera partiellement des décalages par rapport à la position sur la photo. Pour ces déplacements, résultant de l'emploi de la légende, il faudra suivre les règles suivantes:

*Cours d'eaux, autant que possible non déplacés,  
puis chemins de fer, routes principales, routes secondaires,  
maisons et limites de cultures.*

Autant que possible, les cours d'eaux correspondant avec les courbes de niveau, ne devront pas être changés par la généralisation.

L'importance, la continuité des tracés et la grandeur des objets serviront ensuite de critères pour des décalages éventuels. Les chemins de fer auront donc la priorité sur les routes principales et celles-ci sur les routes secondaires. Après les voies de communication viendront les maisons et enfin les limites de cultures dont le déplacement a le moins d'importance.

La représentation graphique, en terrain découvert ainsi que couvert, débutera par les *cours d'eaux*. Pour obtenir une bonne représentation cartographique, il faudra, dans le centre des villes et des villages, déplacer aussi un peu que possible la position des cours d'eaux (ponts et passages).

Après les eaux viendra le dessin de ces *détails* qui seront représentés par des signes conventionnels (p. ex. ponts, usines électriques, etc.). Ensuite seront dessinés le *réseau des voies ferrées* et puis le *réseau des routes*.

L'axe du signe conventionnel devra correspondre avec l'axe de la voie sauf dans le cas où les eaux ou les chemins de fer demanderont un déplacement. Les courbes caractéristiques des routes devront absolument être représentées, même avec une petite exagération, si nécessaire. En aucun cas, il ne sera permis de dessiner une route courbée comme droite! Étant de grande importance pour la carte au 1/100 000, le réseau des voies de communication les plus importantes sera, pour autant qu'il soit reconnaissable, complètement représenté. Mais les routes secondaires, les chemins ruraux, les chemins parallèles sans importance ou les voies d'accès courtes qui sont reconnaissables seront généralisés. Si un réseau de routes est très dense, il sera généralisé suivant une formation moins serrée.

Il faudra avant tout respecter la représentation nette et la plus complète possible du réseau des routes, surtout s'il y a beaucoup de bâtiments et observer le principe de la prédominance des routes sur les bâtiments.

En ce qui concerne la représentation des *quartiers de villas, des cités et des fermes*, il faudra souvent utiliser le signe conventionnel pour la maison la plus petite — encore admis dans la légende — pour pouvoir mieux figurer le caractère de telles habitations. Si pour les bâtiments isolés — à cause de la grandeur du signe conventionnel — l'espace dans la carte ne suffit pas, il faudra réduire le nombre des bâtiments représentés. Les quartiers de villas et les cités dispersés ne devront pas être figurés sur la carte comme des villages groupés!

Lors de la généralisation, les *limites de cultures*, surtout les limites de forêts, pourront subir le déplacement le plus important; ceci est facilement réalisable. La surface la plus petite — propre à être encore représentée — devra être choisie de façon qu'à l'échelle du 1/100 000, sa surface ne soit pas inférieure à 1 mm<sup>2</sup>. Les surfaces de forêts plus petites devront être supprimées ou représentées d'une manière plus grande si elles sont particulièrement caractéristiques sur le terrain. Les coupes-feu bien visibles seront représentées comme limites de forêts parce que, sur le terrain également, ils constituent des lignes remarquables.

Dans les *villes et les villages* il faudra représenter le réseau des rues (rues par doubles lignes) le plus complet possible. Les rues de passage seront représentées par un signe plus large. Les quartiers entièrement bâties seront représentés par des hachures et les groupes d'habitations dispersés par des maisons isolées. Il faudra absolument faire attention aux différentes *formes d'habitats*.

### 3. Comparaison des travaux des différents Centres

#### 3.1. Interprétation

(Impressions en couleurs sur du matériel transparent à l'échelle approximative de 1/30 000, annexes (1) 1 — (1) 4 et (1) 6 — (1) 9)

##### 1. Reconnus par tous:

- Chemins de fer
- Fleuves, rivières larges et lacs
- Routes principales
- Villes et villages
- Objets isolés importants
- Ponts et viaducs importants
- Coupes-feu.

##### 2. Reconnus par la majorité:

- Routes secondaires
- Ponts, passages au dessus des voies et passages inférieurs
- Bâtiments
- Ruisseaux.

##### 3. Des différences importantes:

Partout où la haute végétation ne permet pas de voir le sol, c'est-à-dire où il y a trop peu d'effet de contraste (halo!) ou bien où les lignes ne sont pas bien reconnaissables, il y a des difficultés importantes.

On le voit aisément par la superposition des imprimés en diverses couleurs!

#### 3.2. Généralisation

(annexes (1) 5 et (1) 10 à l'échelle de 1/100 000)

Une comparaison nette et claire des divers travaux ne sera malheureusement pas possible car la plupart des Centres n'ont pas respecté la légende prescrite.

Pour la généralisation dans les agrandissements des photographies aériennes à l'échelle de 1/30 000, il aurait fallu employer la légende agrandie à l'échelle de 1/30 000. Alors seulement on aurait pu mettre au point uniformément les relations d'espace nécessaires pour la représentation cartographique.

Violet: Généralisé trop généreusement! Pas de classement des routes; toutes les maisons isolées et groupes de maisons en dehors des villes et villages manquent; le réseau des routes est incomplet.

Bleu: Réseau des routes incomplet, surtout dans les villages (prédominance de la route sur la maison!). Les maisons sont dessinées trop petites, par conséquent généralisation fausse. Les limites des forêts sont généralisées d'une manière trop large.

Vert: La carte contient trop de détails.

Rouge: La généralisation et la représentation graphique sont bonnes en général.

La comparaison des travaux divers a particulièrement montré que la légende admise ne répond pas à toutes les demandes. Une *révision* et l'établissement d'une nouvelle légende nous semblent par conséquent nécessaires.

Il ne faudra pas choisir des signes conventionnels pour des objets qui seront de peu d'importance pour une carte à l'échelle du 1/100 000, c'est-à-dire, qui ne seront jamais identifiables par l'interprétation seule (p. ex. lac périodique, bâtiments spéciaux, etc.).

Il est également apparu que, en dehors de la représentation graphique, il sera nécessaire d'indiquer dans la légende les *dimensions exactes* pour les signes conventionnels. Ainsi donc seront obtenues les meilleures conditions possible pour garantir l'uniformité de la généralisation et de la représentation graphique.

#### 4. Divers

Pour obtenir des résultats corrects des essais effectués, il faut que le problème posé sous point 1 soit une fois encore rappelé.

Les essais ont montré, comme il a été déjà mentionné sous point 3.1, que les voies de communication les plus importantes (chemins de fer, routes principales, routes secondaires en terrain ouvert, fleuves, rivières, villages et objets isolés importants) étaient presque toujours identifiables. Dans la plupart des cas, il en est de même pour les ponts, les passages supérieurs ou passages inférieurs, les maisons isolées, les ruisseaux et les limites de forêt remarquables. L'incertitude des limites détaillées de forêt est sans importance pour une telle carte. Il en est de même pour les routes secondaires, les chemins et les détails en terrain fort couvert (forêt).

En résumé, en prenant pour base les problèmes posés, on constate que les essais effectués ont montré que, en observant *consciemment les principes indiqués pour l'interprétation et la généralisation*, même à une échelle de cliché aussi petite que le 1/100 000, la situation nécessaire pour une carte à l'échelle du 1/100 000 pourra, en général, être extraite de façon encore satisfaisante à partir de ces images, pour autant que la visibilité du terrain soit bonne.

Il faut souligner cependant que les photos servant de base pour les essais ont été obtenues dans des circonstances extrêmement favorables ce qui représente par conséquent un cas exceptionnel. Cependant, tant la qualité des images que les conditions des prises de vues (altitude de vol 12 000 m, meilleures conditions de temps, etc.) ne pourront presque jamais être obtenues en règle générale. Le matériel couramment disponible et les conditions normales de temps et de visibilité permettront cependant de faire sans difficultés des prises de vues aériennes à l'échelle de 1/60 000 — 1/70 000. Celles-ci permettront ensuite, même si elles sont de moindre qualité, d'interpréter avec certitude les détails nécessaires pour une carte à l'échelle du 1 : 100 000.

Jusqu'à présent, il s'avère que la reconnaissance et la classification des différentes parties de la situation — pour une carte à but limité — peuvent être effectuées de manière assez complète à partir des photos aériennes. Dans la suite, il faudra voir jusqu'à quel point les *précisions planimétrique et altimétrique d'une restitution photogrammétrique* issues de ces prises de vues correspondront aux exigences d'une carte à l'échelle du 1/100 000.

Il faudra également fixer la méthode la plus favorable pour l'établissement des cartes, c'est-à-dire accorder entre elles les phases des opérations et la technique de travail (interprétation, généralisation, représentation cartographique et restitution photogrammétrique).

A présent, 3 méthodes sont déjà proposées:

1. L'interprétation et la généralisation sont exécutées avant la restitution sur des agrandissements des prises de vues aériennes (agrandies à 1 : 3 environ).

La restitution à l'échelle finale en couleurs. (Le résultat de l'interprétation et de la généralisation servira de croquis).

La séparation des couleurs lors de la gravure sur verre.

S'il s'agit d'un terrain avec peu de différences d'altitude et de villes et de villages la restitution des détails de la situation ne sera pas nécessaire. Dans ces cas, il suffira d'ajuster par parties la réduction du résultat de l'interprétation et la généralisation dans le cadre des lignes auxiliaires restituées.

Avantages: L'appareil de restitution sera pleinement utilisé.

Pas besoin de personnel spécialisé pour dessiner car le dessin sera fait à une échelle 3 fois plus grande.

Le restituteur et l'interpréteur ne devront pas être la même personne.

2. L'interprétation et la généralisation pendant la restitution.

La restitution à l'échelle finale en couleurs.

La séparation des couleurs lors de la gravure sur verre.

Avantages: L'établissement de la carte d'un seul coup, par une personne.

Désavantages:

Le restituteur devra être en même temps un interpréteur et un dessinateur spécialisé.

L'appareil de restitution ne sera pas pleinement utilisé.

### **3. L'interprétation et la généralisation après la restitution.**

La restitution sera faite à une échelle plus grande (1/50 000) sur 2 feuilles différentes (situation, courbes de niveau) en couleurs. La séparation des couleurs s'effectuera par filtre à l'occasion de la photographie.

**Avantages:** Le restituteur et l'interpréteur ne devront pas être la même personne.

Pas besoin de personnel dessinateur spécialisé.

L'appareil de restitution sera pleinement utilisé.

Le but des essais futurs consistera à trouver la méthode la plus favorable pour l'établissement d'une carte photogrammétrique à l'échelle de 1/100 000.

(1)

## The Interpretation Tests of "Bedford" and "Waterbury"

Common Report Established by all Participating Centres of Commission E  
of OEEPE

By K. Neumaier, Wien

### 1. Problem

Commission E has undertaken to establish a procedure of how to prepare a photogrammetric map in 1 : 100,000 scale for developing countries. This procedure is to enable the realization of this aim with utmost speed, with simple means and a personnel which is not especially trained.

The first step of this project was the establishment of a legend. The interpretation tests of "Bedford" and "Waterbury" have been the second step. They deal with problems of interpretation, generalization and cartographic representation.

The problems of photogrammetric plotting, the use of instruments, as well as those of reproduction techniques and of the most appropriate working procedure will be the topics of later tests.

### 2. Basic material, principles of execution, and experiences made

Super-wide-angle photographs at an image scale of about 1 : 110,000, taken with a Wild RC 9 camera in the USA were placed at the disposal of the centres. The interpretation tests were made by four centres on transparent material by means of pencils, coloured pencils and ink. These transparent sheets covered *enlargements of aerial photographs at an image scale of about 1 : 30,000*. The use of pencils and coloured pencils (disregarding the legend) has proved especially advantageous for the manuscript of interpretation because the possibility of greater working speed and better legibility is given. Furthermore, one has made use of the stereoscopic observation of contact prints.

#### 2.1. Interpretation

In general the *lines showing roads, tracks and railroads* could be clearly identified on the enlargements. Even a rough classification of traffic lines on the enlargements was possible due to their course, their width and their lay-out. In most cases the details of traffic lines, as over passes and under passes, tunnels, cuts or dams could be identified by means of stereoscopic observation.

The *lines showing water courses* in free and open terrain could clearly be identified on the enlargements. In forest areas however, like in densely covered terrain and in regions, where traffic lines run closely along water courses, the course of the line of valley bottom could not exactly be identified in each case, in spite of stereoscopic observation.

The exact determination of the outlines of wooded areas often caused considerable difficulties. In general the ground of wooded areas is represented in maps as forest, disregarding the density of trees. Therefore it has not always been possible, in spite of stereoscopic observation, to exactly determine the outline of the wooded area, when clear fellings appeared, when orchards directly bordered on forests, and where the density of trees was very poor. Thus the results obtained by the participating centres are different.

Due to the extreme sharpness of the original photographs it was possible to easily identify individual features on the enlargements. Legibility and clear identification of individual features essentially depended on their sufficient size on the photograph and on a sufficient contrast to their surroundings. In general 0.05 mm is indicated to be the minimal size on a photograph where a feature is still identifiable as such. That means with an image scale of 1 : 100,000 that the smallest features which are still identifiable on the image, have a size of 5 m in nature. Experience has proved, however, that even smaller objects can be identified, if they are in a particularly favourable contrast to their surroundings, or if they have, due to their height, a sufficient shadow effect (as e.g. prominent trees, poles, slim towers etc.), or if they are of linear shape (as e.g. fences, hedges, paths, forest tracks, etc.).

As far as the sight was open to the ground, the fixed legend could mostly be observed for 1 : 100,000 scale and the necessary individual features could be identified and represented.

These experiences prove that the interpretation for a 1 : 100,000 scale map is, beside the quality of the photographs, more a problem of vegetation or open sight to the ground, than a question of image scale. Consequently it can be supposed that up to an image scale of about 1 : 100,000 all necessary details for a 1 : 100,000 scale map of limited use can be taken by interpretation from photographs by means of first-class stereoscopic systems, as far as the sight is open to the ground.

## 2.2. Generalization

It has proved suitable to generalize the situation of the map in 1 : 30,000 scale for 1 : 100,000 scale simultaneously with the interpretation. This generalization is drawn with reproducible pencils or colour pencils on transparent material. For this purpose it has been necessary to use the legend, enlarged to 1 : 30,000 scale as a base.

The considerable differences shown in the samples reveal the fact that the different centres have performed the generalization according to different viewpoints. In order to guarantee a uniform interpretation in similar cases in the future, a detailed specification should be established for map generalization.

In consideration of the experiences made so far, the draft of such an *instruction* should read as follows: Only those features should be shown which are of importance for the 1 : 100,000 scale map. Features of minor importance should be omitted. In spite of such omissions the characteristic features of the landscape have to be shown, especially with inhabited areas. The representation should be in conformity with the legend in the scale of interpretation (1 : 30,000) so that the relative position of map details can be clarified graphically.

Summarizing, the following items should be observed in generalization in the indicated order of priority:

- importance,
- characteristic,
- conditions of placing.

The legend enlarged to the scale of interpretation should be used as base for graphic representation. Obviously the application of this legend partly requires representations which considerably differ from the position on the photographs. For the resulting displacements the following order should be observed:

*hydrographic lines*, should be shown in their true position, as far as possible,  
then *railroads, primary roads, secondary roads,*  
*buildings, limits of vegetation.*

Hydrographic lines should have first priority, as they constitute depths lines (valley lines) which considerably influence relief and land forms, which should be maintained in generalization as far as possible.

Next priority in graphic representation of topographic features should be governed by their relative importance, the continuity of their course and the size of their representation. Therefore railroads should take priority over primary roads which for their part rank above secondary roads. Next to traffic lines are ranking buildings (objects), and finally the outlines of vegetation take lowest priority, i.e. they may be displaced more than all other features, if need be.

Therefore, in graphical representation one should begin with the drawing of *hydrographic lines*, both in open terrain and in built-up areas. In order to obtain a clear cartographic representation, it is admissible that in densely built-up areas even hydrographic lines are subject to minor displacements, if need be (with bridges and culverts).

After having drawn the hydrographic lines one should continue with the *objects* to be shown by symbols (as bridges, power stations etc.). Subsequently the *net of railroads* has to be drafted and then the *system of roads*.

Special attention has to be paid to the requirement that the axis of the road symbol corresponds to the true axis of roads, except where the course of hydrographic lines or railroads enforces a displacement. Characteristic curves of roads should be shown in any case, possibly even somewhat exaggerated. On no condition must a curved road be shown as a straight line! The net of important traffic lines, as far as identifiable, should completely be shown, since it is of essential interest on a 1 : 100,000 scale map. Only such secondary roads should be generalized which are identifiable as field paths, as unimportant parallel tracks or as short approaches, or in case a very dense road system necessitates a generalization.

Special care should be taken that the road net is shown in clearness and utmost completeness, especially in densely built-up areas. The principle that roads have priority over houses has strictly to be observed.

For *settlements* and *separate farms and buildings* one should often apply the symbol for the smallest house still admitted in the legend, so that the character of this kind of open settlements will be better represented. In spite of the dimensional exaggeration of the symbol for single houses — due to scale — it is feasible to represent the *actual character of these settlements* shown true to nature by reducing the number of objects upon the principle, that equal ratio is maintained between the built-up area and that not built on. Scattered settlements have to be represented as such and not as compact inhabited places!

In generalization the *outlines of vegetation*, especially those of wooded areas, are possibly subject to maximum displacements with respect to their exact position on the image. This is easily realizable due to the minor importance and form of these lines. The smallest area to be shown should have a minimum size of one square millimeter in the final scale of 1 : 100,000. Smaller wooded areas should either be omitted or exaggerated, in case they are particularly characteristic for the region concerned. Clearly visible forest tracks should be shown as outlines of woodland because they constitute predominant lines also in nature.

Within *densely built-up regions* (towns, villages) the roads should be shown as double lines, their line-weight depending on the importance of the respective roads as thoroughfare. Finally the densely built-up quarters should be represented by hachuring and the open settlements by single house symbols. As already mentioned above, special care should be taken that the *character of the settlements* concerned is correctly represented.

### 3. Comparison of working results presented by the different centres

#### 3.1. Interpretation

(colour prints on transparent material, in a scale of about 1 : 30,000,  
annexes (1) 1 — (1) 4 and (1) 6 — (1) 9)

1. Equally identified by all centres:
  - railroads,
  - streams, large rivers and lakes,
  - primary roads (except near the outline of and within densely built-up areas),
  - settlements,
  - major isolated objects,
  - larger bridges and viaducts,
  - forest tracks.

2. Equally identified by most centres:
  - secondary roads,
  - bridges, overpasses and underpasses,
  - houses,
  - brooks.

#### 3. Major differences in identification:

In all areas, where the open sight to the terrain is prevented by vegetation or where only minor contrasts appear (halation!) or where the outlines are not clearly identifiable (outlines of vegetation!).

These differences can easily be stated by superposition of the sheet sections printed in different colours, as resulting from the interpretation of the centres.

### 3.2. Generalization

(annexes (I) 5 and (I) 10 in a scale of 1 : 100,000)

A clear and objective comparison between the different results was not possible in this respect as most of the centres have not observed the prescribed legend.

The generalization on the enlarged aerial photographs had to be based by all means upon the legend enlarged to about 1 : 30,000 scale. Only in this way would it have been possible to clarify uniformly the relative position, importance and characteristics which are indispensable for cartographic representation.

Violet: Generalization is too generous! No classification of roads, isolated houses and settlements outside densely built-up areas are not shown, the road net is incomplete.

Blue: The road net is incomplete, especially within inhabited places (roads have priority over houses!). Houses are too small in representation, consequently generalization is wrong. Generalization of outlines of wooded areas is too generous.

Green: The map shows too many details.

Red: In general, correct generalization and good cartographic representation.

In particular, the comparison between the works performed by the different centres has also proved that the adopted legend did not meet all requirements. Therefore a revision and new working-out of the legend seem to be necessary.

Symbols for features which are of minor importance for a 1 : 100,000 scale map or, which are not identifiable by interpretation alone (as e.g. intermittent lakes, special buildings etc.) should not be considered.

It has also become evident that the printing of the legend does not guarantee uniform representation. It will be necessary additionally to indicate the exact dimensions for each symbol. Only in this way shall we obtain the best possible conditions for a uniform generalization and cartographic representation.

### 4. General remarks

In order to draw the right conclusions from the experiments made it seems necessary to re-emphasize the problem as indicated under item 1 above.

As already mentioned under item 3.1 above, the tests have shown that the important traffic lines as railroads, primary roads, in open terrain even secondary roads, as well as streams, rivers, settlements and larger prominent features were nearly completely identifiable; in most cases also bridges, over- and under-passes, single houses, brooks and characteristic outlines of wooded areas. The uncertainty of minor details of outlines of wooded areas is negligible for a map at that scale. The same applies to secondary roads, tracks and minor objects in densely covered terrain (forest).

Summarizing it may be stated, that the results of the experiments *relative to the problems in question*, have shown that *in general it is possible to take the planimetry (culture) for a map 1 : 100,000 scale from photographs*, even in the small image scale of 1 : 110,000 — *open sight to the terrain provided — if the adopted principles of interpretation and generalization are strictly observed.*

It must be emphasized, however, that the photographs used for the tests have been taken at extremely favourable conditions, which is an exception to the rule. The excellent quality of the images, as well as the photographic conditions (a flying height of 12,000 m, extremely clear weather, etc.) are normally hardly to be obtained. But it will be possible with the generally available means and with the usual weather and sight conditions to take aerial photographs at 1 : 60,000 — 1 : 70,000 scale without any difficulties. These photographs, even when of minor quality, will furnish with certainty the details necessary for a 1 : 100,000 scale map.

So far it has been proved that it is possible to identify and to classify with sufficient accuracy certain elements of an aerial photograph to be used for a map of limited purposes. Now the question shall be treated to which degree the *accuracy of planimetry and elevation*, obtained by *photogrammetric plotting* of such aerial photographs, meet the requirements of a 1 : 100,000 scale map.

In this connection it would also be necessary to fix the most appropriate procedure of map production, i.e. to harmonize the order and technical performance of interpretation, generalization, cartographic representation and photogrammetric plotting.

In general we can already outline 3 different ways:

1. Interpretation and generalization preceding the plotting of the enlarged aerial photographs (enlargement about 1 : 3).

Plotting at final scale in colours (The results of interpretation and generalization serve as guide!).

Colour separation when scribing on glass.

With terrain of minor elevations and with densely built-up areas (towns, villages) the plotting of culture details is dispensable. In such cases it is sufficient to fit the reductions of the results of interpretation and generalization by sections into plotted auxiliary lines.

Advantages:      The capacity of the instrument is completely utilized; personnel needs not have special qualification in drafting, as drafting is made on a scale enlarged by three; plotter and interpreter must not be identical.

2. Interpretation and generalization during plotting.

Plotting on final scale in colours. Colour separation when scribing on glass.

Advantages:      Preparation of the map by one person only, in one run.

Disadvantages:    Plotter must also be interpreter and have special qualification in drafting;  
                       the capacity of the instrument is not completely utilized.

### 5. Interpretation and generalization after plotting.

Plotting is made on a larger scale (1 : 50,000) on two different sheets (planimetry, contour lines) in colours. Colour separation during photographic processing by means of filters.

Advantages: Plotter and interpreter must not be identical;  
no special qualification in drafting required;  
capacity of the instrument fully utilized.

The purpose of future experiments will be to find the most suitable method of preparing a 1 : 100,000 scale photogrammetric map in accordance with the conditions outlined in the beginning.

## Essais de restitution „Bloc Suisse“

**Rapport commun établi par les Centres de la Commission E de l'OEEPE  
ayant participé aux tests**

*Par K. Neumaier, Wien*

Le test »Schweizer Block« (Bloc Suisse) apparaît comme la continuation des essais d'interprétation de Bedford et de Waterbury. Il s'agissait de résoudre les problèmes relatifs à la restitution photogrammétrique, à l'emploi des appareils et aux méthodes de travail qui se posent dans l'établissement d'une carte à l'échelle du 1/100 000 par restitution directe à partir de prises de vues aériennes. Les Dipl.-Ing. Alois Sticker et Otto Zupfer (Centre de Vienne) ont effectué les travaux préliminaires et les comparaisons de base. Ils ont également rédigé le projet de rapport. Les Centres suivants ont participé à ce test:

- Delft :** Topographische Dienst, Westvest 9, Delft, Hollande; et  
International Training Centre, Kanaalweg 3, Delft, Hollande.
- Francfort :** Institut für Angewandte Geodäsie,  
Kennedyallee 151, Frankfurt a. M., BRD.
- Karlsruhe :** Technische Hochschule, Institut für Photogrammetrie und Topographie, Englerstraße 7, Karlsruhe, BRD.
- Munich :** Technische Hochschule, Institut für Photogrammetrie, Topographie und Allgemeine Kartographie, Arcisstraße 21, München, BRD.
- Vienne :** Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Landesaufnahme, Krotenthallerstrasse 3, Wien 8, Autriche.
- Zurich :** Eidgen. Technische Hochschule, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Leonhardstraße 33, Zürich 6, Suisse.

### 1. Position du problème

La Commission E s'occupe de l'application de la restitution photogrammétrique à la cartographie aux petites échelles, soit plus précisément, de l'établissement de l'*original des cartes* aux échelles du 1/50 000 et plus petites par restitution directe à partir de prises de vues aériennes. Au cours de ces recherches les problèmes de la photogrammétrie, de l'interprétation et de la cartographie seront traités simultanément. Comme l'échelle du 1/100 000 est d'importance particulière, on a décidé de faire porter les premières recherches sur la cartographie photogrammétrique à l'échelle du 1/100 000. La cartographie de territoires en développement très étendus impose de trouver des méthodes qui permettent de produire cette carte aussi vite que possible, avec des appareils simples et des moyens financiers réduits et pratiquement sans personnel spécialisé.

La première question importante consistait à établir une légende adéquate et à trouver des conditions de prises de vues favorables (limite de l'échelle d'image, altitude de vol, angle d'ouverture, etc.). Pour la réalisation d'une telle carte, l'interprétation correcte des détails et l'observation de certaines tolérances concernant la situation, les courbes de niveau et les formes caractéristiques doivent être garanties.

La deuxième question importante comportait l'examen des problèmes posés par la restitution photogrammétrique (précision planimétrique et altimétrique), par l'emploi des appareils ainsi que par la technique de travail. Il fallait autant que possible trouver, en même temps, la méthode de travail la plus opportune en accordant au mieux l'interprétation, la restitution photogrammétrique, la généralisation et la représentation cartographique.

Comme troisième question importante il fallait résoudre les problèmes qui se posent depuis la représentation cartographique jusqu'à l'impression définitive de la carte. Les problèmes concernant les techniques de reproduction ne sont pas du ressort de la Commission E.

## 2. Travaux préliminaires

Pour résoudre la première question, on disposait, au départ des études, de prises de vues aériennes à l'échelle du 1/60 000 (RC 7, Aviogon,  $f = 100$  mm). Les essais d'interprétation ont montré qu'il fallait examiner des échelles encore plus petites. Ces recherches ont été exécutées sur les prises de vues mises à la disposition de l'OEEPE par la firme Aero-service Corporation Philadelphia. Ces vues aériennes prises avec la caméra Wild RC 9, Superaviogon, étaient à l'échelle du 1/100 000 au 1/120 000. Après l'établissement de la légende et la sélection du matériel, on a effectué les essais d'interprétation dits de »Bedford et Waterbury». Ils ont consisté en:

1. Interprétation des détails des photos sur des prises de vues à l'échelle approximative du 1/110 000.
2. Représentation des résultats de l'interprétation sur des agrandissements à l'échelle approximative du 1/30 000.
3. Généralisation pour une carte à l'échelle du 1/100 000 et représentation cartographique selon la légende établie.

Après avoir reçu les résultats des essais d'interprétation, on a fait — pour 2 zones caractéristiques du matériel expérimental — des impressions, sur du matériel transparent, à l'échelle approximative du 1/30 000, et, en même temps, des réductions à l'échelle du 1/100 000. On disposait ainsi des éléments utiles aux comparaisons relatives à l'interprétation ainsi qu'à la généralisation. Ces documents furent alors envoyés aux participants en les priant de soumettre un rapport à la Commission E après s'être livrés à des examens et comparaisons approfondis. Sur la base de ces rapports, la Commission a préparé un »Rapport commun établi par les Centres ayant participé aux tests«. (Essais d'interprétation de »Bedford« et de »Waterbury«).

Il résulte de ce rapport que, si on se réfère à la première question posée, la situation nécessaire à une carte à l'échelle du 1/100 000 peut, en général, être extraite de façon encore satisfaisante, de clichés à une échelle aussi faible que le 1/110 000, pour autant que la visibilité du terrain soit bonne. Cependant, comme les photos utilisées pour les essais ont été obtenues dans des circonstances extrêmement favorables — ce qui représente un cas exceptionnel en ce qui concerne tant la qualité des images que les conditions des prises de vues (altitudes de vol = 12 000 m, meilleures conditions de temps, etc.) — il a paru opportun de se servir de *prises de vues à l'échelle du 1/60 000 au 1/80 000*, qui, dans la pratique courante, peuvent être faites, parfois avec difficulté,

à l'aide du matériel couramment disponible et dans des conditions normales de temps et de visibilité. Ces prises de vues aériennes permettent encore, même si elles sont de moindre qualité, d'interpréter avec certitude les détails nécessaires pour une carte à l'échelle du 1/100 000.

### 3. Matériel de base

Pour résoudre les problèmes posés en deuxième lieu, partant des résultats obtenus dans les essais d'interprétation de »Bedford« et de »Waterbury« en 1961, l'OEEPE a effectué, en Suisse, un vol photographique avec les données techniques suivantes:

Chambre Wild RC 9	Recouvrement longitudinal de 80%
Superaviogon $f = 88 \text{ mm}$	Recouvrement latéral de 25%
Altitude de vol au-dessus du sol = 6 900 m	Format de $23 \times 23 \text{ cm}$
Echelle de l'image du 1/75 000	6 bandes à environ 18 images.

Ce vol servit également à d'autres commissions de l'OEEPE.

C'est sous la dénomination »Bloc Suisse« que le second essai a été organisé. La zone choisie (annexes (2) 1 et (2) 2) comprend plusieurs types de paysage. Il comporte du terrain accidenté coupé de larges vallées avec un peuplement dense et un réseau de communication serré, et des montagnes moyennes avec des vallées profondes et des pentes couvertes de forêts. La moyenne partie de la zone est riche en détails et, par conséquent, difficile à représenter \*).

Après que les travaux préliminaires et la sélection des 4 modèles à restituer eurent été effectués à Vienne, le Service Topographique Fédéral Suisse, l'Institut pour Géodésie et Photogrammétrie de l'Ecole Fédérale Technique à Zurich, la Maison Wild-Heerbrugg et le Centre de Vienne ont mis à la disposition des différents Centres le matériel de base suivant:

- Vue d'ensemble à l'échelle du 1/100 000 contenant les centres des clichés, les axes de bande, les points d'appui et les points de contrôle.
- Copies sur papier des prises de vues aériennes.
- Diapositifs sur verre, compensés de la distorsion de l'objectif de la courbure terrestre et de la réfraction au format original ou réduit selon l'équipement utilisé.
- Données d'étalonnage.
- Coordonnées et altitudes pour 6 points d'appui par modèle.
- Croquis des points d'appui.
- Limites de la zone à restituer (environ 400 km<sup>2</sup>) sur Astralon.
- Exemples de la légende (en 5 couleurs, annexe (2) 3).

\* ) voir Schmidt-Kraepelin: »Der Napf« (Esquisse photogéographique d'un paysage de montagnes moyennes en Suisse).

#### **4. Principes d'exécution**

Pour garantir une exécution uniforme de l'essai et des possibilités de comparaison valables des résultats, le Centre de Vienne a établi, selon les avis de la Commission, une »Instruction pour la restitution du Bloc Suisse« contenant des directives détaillées pour les restitutions et l'a envoyée aux autres Centres. Cette instruction, complétée par des annexes, comportait les points ci-après:

1. Le type d'appareil, l'échelle de restitution et la méthode de travail ont été, en général, laissés au libre choix des participants.
2. 6 points d'appui par modèle ont été fixés (positions classiques des points obtenus par triangulation aérienne).
3. Les croisées de traits d'un quadrillage de 5 km de côté, servant de repères pour la comparaison ont été établies sur toutes les feuilles.
4. La planimétrie de la carte a été représentée cartographiquement sur la base de l'interprétation des vues aériennes et de la généralisation pour le 1/100 000 en respectant strictement la légende choisie.  
La généralisation tenait compte de l'importance, des caractéristiques et des intervalles dans la représentation. Lorsqu'il fallait déplacer les détails par rapport à leur position sur la photo, par suite de l'emploi de la légende, il fallait suivre les règles suivantes: Cours d'eaux autant que possible non déplacés, puis chemins de fer, routes principales, routes secondaires, chemins, maisons et limites de cultures. En outre, on s'est référé au »Rapport commun établi par les Centres ayant participé aux tests« (Essais d'interprétation de »Bedford« et de »Waterbury«).
5. Les courbes de niveau ont été représentées à une équidistance de 50 m.
6. Sur les transparents correspondant aux copies sur papier les points dont il fallait déterminer les cotes exprimées en mètres, étaient indiqués.

En conclusion des travaux, il fallait soumettre à la Commission E le matériel de base suivant:

- 5 feuilles transparentes, en noir, à l'échelle du 1/100 000, généralisées (sauf la feuille des courbes de niveau) et représentées cartographiquement.  
(Il y a 5 manuscrits de couleur noir, rouge, brun, bleu et vert.)
- Les données altimétriques en mètres pour les points cotés indiqués.
- Les erreurs résiduelles (les erreurs de position concrétisées par des vecteurs, les erreurs d'altitude mentionnées en mètres) après l'orientation en se servant du formulaire annexe.
- Un rapport sur l'appareil et la méthode de travail employés.
- Le temps utilisé pour les différentes phases de travail.

#### **5. Travaux et rapports présentés par les Centres**

Dans le tableau ci-joint (annexe (2) 4) on trouvera, classées par Centre, les indications relatives au matériel de base et celles concernant les appareils, le matériel de restitution, l'échelle de restitution, le matériel de dessin utilisé pour la restitution, la méthode de travail et la durée des opérations. Ce tableau peut être complété par les détails ci-après:

- n° 1 — Vienne A 9: Le Centre de Vienne, en sa qualité de »Centre pilote«, a effectué toutes les recherches préliminaires. Le temps utilisé pourra donc servir comme base d'estimation pour des travaux de ce genre entrepris par des débutants. La restitution a eu lieu avant la rédaction de l'»Instruction». Les points de contrôle ont été employés comme points d'appui. Il y a donc eu plus de 6 points d'appui par modèle.
- n° 2 — Vienne B 9: La restitution des détails planimétriques n'a pas été traitée cartographiquement, la méthode de travail étant la même que pour le n° 1. En conséquence, la comparaison n'a pu porter que sur les courbes de niveau et les cotes.
- n° 3 — Delft: La représentation cartographique a été effectuée au cours de la gravure sur émulsion, à l'échelle du 1/50 000. Les lignes sont dessinées trop finement et ne correspondent plus à la légende.
- n° 4 — Zurich: Les résultats de la restitution n'ont pas été généralisés et traités cartographiquement. La gravure sur émulsion à l'échelle du 1/100 000 a été effectuée directement à l'appareil de restitution. Zurich n'a présenté que des transparents. Les positifs ont été produits à Vienne.
- n° 5 — Munich: Pour chaque modèle, on a employé une feuille de dessin séparée (1/25 000). La situation a été dessinée par un aide pendant la restitution. Munich a fourni 7 manuscrits en teintes différentes et a en outre établi des manuscrits particuliers pour les arbres et les lacs (étangs).
- n° 6 — Karlsruhe: Karlsruhe a présenté un original de la généralisation à l'échelle du 1/50 000 sur du papier »Correctostat« et une réduction photographique à l'échelle du 1/100 000 (pas d'extraits en teintes séparées). Le manuscrit brun (courbes de niveau) a été préparé à Vienne.
- n° 7 — Francfort: Francfort a utilisé 2 appareils. La moitié Nord a été restituée avec le Wild B 8, la moitié Sud avec le Zeiss-Stéréotop. Les cotes communes ont été prises de la moitié Nord. La moitié droite et la moitié gauche du modèle ont été ajustées séparément.

## **6. Comparaison des résultats obtenus par les différents Centres avec l'original suisse d'une part et les uns avec les autres d'autre part**

A la demande de la Commission, le Service Topographique Fédéral Suisse a mis à la disposition de l'OEEPE les copies des originaux des différentes couleurs correspondant au champ d'essai, sur du matériel transparent, à l'échelle du 1/100 000 et également les erreurs moyennes d'altitude des points cotés. Il a donc été possible, à l'aide du quadrillage, de superposer directement les extraits originaux transparents et les extraits de couleur préparés par les différents Centres pour rechercher les différences. Ces recherches et comparaisons ont permis de déceler les points importants repris ci-dessous:

### *6.1. Planimétrie*

Les principes de la représentation de la situation sont expliqués au point 4. Comme 2 travaux présentés n'ont pas été traités cartographiquement, la comparaison ne portera ici que sur 5 travaux. Il fallait présenter la situation sur deux feuilles séparées selon les règles suivantes:

- 1 feuille avec tous les signes conventionnels noirs (chemins de fer, maisons, limites de forêt, etc. ...);
- 1 feuille avec tous les signes conventionnels rouges (routes et chemins).

#### 6.1.1. Signes conventionnels noirs

**L e s c h e m i n s d e f e r** ont été bien interprétés et représentés par tous les Centres. Par conséquent, on peut considérer que le tracé des chemins de fer sera presque toujours aisément identifiable par suite de leur allure caractéristique, des voies secondaires observables et des teintes spéciales dans les levés, même en terrain couvert.

Cependant, l'identification des détails des voies ferrées est déjà beaucoup plus difficile. A noter que les tunnels, p. ex., ont été tous bien identifiés en terrain découvert, mais qu'ils n'ont plus été tous reconnus en terrain couvert.

L'identification des passages supérieurs et inférieurs effectuée par 3 Centres n'a pas toujours été bonne bien que l'observation pouvait atteindre le sol. Ceux-ci auraient cependant pu être aisément reconnus par des interprétateurs expérimentés. Les recherches font également constater que les plus grandes stations sont relativement aisément identifiables mais il n'y a pas de signe conventionnel dans la légende. Comme ces stations seront toujours de grande importance, il serait opportun d'admettre dans la légende un signe correspondant.

**R o c h e r s :** Les rochers sont, en général, aisément identifiables, sauf dans les vallées basses (ombres!). La représentation n'est pas très uniforme et, dans certains cas, elle n'a même pas été faite.

**Z o n e h a b i t é e :** Les formes d'habitation et les routes caractéristiques sont, en général, identifiées correctement. Ce sont seulement les limites des quartiers entièrement bâtis (surfaces hachurées) qui montrent des différences plus grandes. Selon le point 22 du rapport »Bedford« et »Waterbury« il aurait fallu — pour les habitations avec des groupes de bâtiments peu serrés — employer plus souvent le signe conventionnel de la maison isolée.

**M a i s o n s i s o l é e s :** Les objets complètement isolés sont aisément identifiables en terrain découvert et, par conséquent, il y a une bonne conformité avec la carte de référence. S'il s'agit, cependant, d'un regroupement des plusieurs objets, les représentations se différencient, de plus en plus, à cause des différences de généralisation. Mais il serait, sans doute, possible d'atteindre une représentation plus uniforme de ces détails, c'est-à-dire une meilleure conformité avec la carte suisse vérifiée sur le terrain, en observant davantage les principes admis en la matière (caractère de l'habitation, relation: zone habitée — zone non habitée, situation des objets par rapport aux voies de communication). Dans les cas douteux, il sera, en général, plus opportun de représenter plus de maisons isolées que trop peu, mais en considérant toujours que les différences de densité d'habititations doivent correspondre à des niveaux différents de représentation.

**L e s l i g n e s à h a u t e t e n s i o n :** La comparaison avec l'original n'est pas possible car celles-ci n'y sont pas représentées. La comparaison relative montre, à une exception près, une conformité complète entre Centres. L'identification est donc bonne.

**Limites de forêt:** voir point 6.4.

### 6.1.2. Signe conventionnels rouges

Les autoroutes, les routes principales, les routes secondaires et les chemins sont représentés par des signes conventionnels rouges. Il n'y a pas d'autoroutes dans la zone testée. Mais, en raison de leur tracé caractéristique, leur interprétation ne causerait certainement pas de difficulté.

Pour établir une base de comparaison commune avec l'original suisse, il a tout d'abord été nécessaire d'accorder les normes de classifications des routes. (Les chemins ne sont actuellement pas pris en considération.) La carte suisse à l'échelle du 1/100 000 différencie les routes principales des routes du 1er au 3ème ordre. La légende de l'OEEPE ne considérait que des routes principales et des secondaires. La correspondance suivante a paru utile à établir:

Carte suisse	Légende de l'OEEPE
Routes principales et de 1er ordre	Routes principales
Routes de 2ème et de 3ème ordre	Routes secondaires

Cette convention admise, la comparaison donne les résultats suivants: La longueur du réseau des routes dans la zone s'élève à environ 370 km. Ils se composent de 70 km de routes principales et de 300 km de routes secondaires. Les routes principales se trouvent, en général, en terrain découvert alors que 5% des routes secondaires sont situés en terrain couvert. Tous les Centres ont identifié, presque sans exception, toutes les routes comme voies de communication. On constate qu'environ 2% seulement de la longueur totale n'ont pas été indiqués pour des raisons de généralisation.

La comparaison portant sur la classification donne un résultat beaucoup plus défavorable. En moyenne, les Centres ont mal classifié 40% des routes. Dans la plupart des cas, ils ont très mal classifié les routes secondaires en les représentant comme des chemins. La Suisse possède un excellent réseau des routes secondaires, facteur que la plupart des Centres n'a pas pris en considération probablement parce que d'autres conditions existent dans leur pays. Il est évident que la classification des routes est un problème difficile. Pour obtenir des résultats meilleurs il faudrait, lors de l'interprétation, observer consciencieusement les points suivants:

1. Etat général des routes dans les grands espaces
2. Importance au point de vue trafic
3. Tracés, passages inférieurs et supérieurs, passages à niveau
4. Conditions de construction (teinte grise dans l'image, largeur, etc.).

Les restitutions des chemins montrent des différences assez grandes par rapport à l'original mais une concordance suffisante entre elles. Ces différences montrent essentiellement qu'en terrain couvert, les chemins n'ont pas été reconnus correctement (p. ex. les sentiers dans la forêt). Toutefois, l'importance de ces chemins paraît être très minime en général.

## 6.2. Courbes de niveau

(signes conventionnels bruns)

Pour les restitutions topographiques des courbes de niveau aux petites échelles, on ne trouve guère d'indications sur les tolérances à respecter. On ne connaît de norme que pour l'échelle du 1/100 000. Cette tolérance pourrait être considérée comme base pour les travaux dans les pays en développement\*). Elle exprime l'erreur moyenne d'altitude, en terrain incliné à l'échelle du 1/100 000, sous la forme:

$$m_H = \pm (13 + 33 \cdot \operatorname{tg} \alpha).$$

Pour la précision des courbes de niveau, on a également l'habitude de considérer la demi-équidistance des courbes de niveau comme erreur limite. A cette définition correspondrait une erreur moyenne d'altitude de  $\pm 1/6$  de l'équidistance des courbes. Ceci donnerait — en employant une équidistance de 50 m — une erreur moyenne d'altitude de  $\pm 8$  m environ. On voit que cette valeur est beaucoup plus petite que la tolérance définie plus haut.

Une recherche examinant les courbes, point par point, en se fondant sur la formule indiquée, serait trop difficile et s'écarteraît du problème posé. L'erreur de position des courbes de niveau est beaucoup plus instructive que l'erreur d'altitude seule. Cette erreur peut être décelée de la meilleure façon en comparant directement les travaux d'essai avec l'original (annexes (2) 5, original suisse = rouge, restitutions des Centres = noires). Les courbes de niveau de l'original suisse résultant de levés à grande échelle complétés par des mesures terrestres, peuvent, où elles ne sont pas généralisées, être prises comme référence pour la comparaison. Si on admet la demi-équidistance des courbes de niveau comme tolérance, on pourra également considérer la position de la demi-équidistance des courbes de niveau en supposant, cependant, que l'inclinaison du terrain est constante entre les courbes. Les comparaisons effectuées selon ce principe donnent les résultats suivants:

Lorsque des appareils de 1<sup>er</sup> et de 2<sup>ème</sup> ordre ont été utilisés, on ne constate pas de déviation, en position, de la demi-équidistance des courbes de niveau. Ceci est également valable en terrain couvert. Partout, où il y a des faisceaux serrés de courbes de niveau (en terrain escarpé), on trouve une très bonne concordance. A l'exception de quelques formes de détail insignifiantes, en forêt, toutes les formes du terrain ont été représentées exactement. C'est seulement en terrain très plat (pentes inférieures à 5°) que se font remarquer quelques déviations un peu plus grandes par rapport à l'original. Il y a lieu de noter que dans ce cas, des courbes de niveau ne constituent pas une base de comparaison exacte, car elles n'ont elles-mêmes qu'une valeur indicative pour enregistrer le niveau. Dans ce cas, il est plus opportun d'établir un nombre élevé de points cotés (point 6.5).

Dans le cas des appareils de 3<sup>ème</sup> ordre, il y a des différences dépassant la demi-équidistance horizontale des courbes de niveau. Il s'ensuivent des déformations des détails topographiques. Ceci n'a rien d'étonnant, car ces appareils ont laissé des erreurs résiduelles d'orientation s'élevant à  $\pm 14$  m.

\*) Voir «Surveying and Mapping», 1960/4, p. 449—457.

### *6.3. Cours d'eaux* (signes conventionnels bleus)

Tous les cours d'eaux grands et moyens, et les lacs ont été bien identifiés par tous les Centres. Les cours des rivières montrent une concordance complète. On remarque quelques différences dans la figuration des ruisseaux de moindre importance et, dans plusieurs cas, dans celle des parties les plus hautes des cours d'eaux (débits intermittents) qui ne sont plus très marquantes sur le terrain. Dans ces cas, on aurait dû se servir plus souvent du signe conventionnel inclus dans la légende pour représenter ce genre d'eaux.

### *6.4. Surfaces de forêts* (signes conventionnels verts)

En général, la forêt a été bien reconnue. On a représenté un peu plus de forêt que dans l'original. La raison en est que la légende de l'OEEPE définit toutes les surfaces vertes comme »peuplements en arbres serrés«. Dans l'original c'est seulement le terrain forestier qui est représenté en couleur verte. Par conséquent, on rencontre quelques petites différences qui sont inévitables lorsqu'il s'agit d'un groupement en arbres moins serré, et surtout quand les vergers sont contigus à la forêt.

La représentation des arbres isolés et des allées d'arbres est très différente et s'étend de la représentation peu serrée à la représentation très serrée. Le signe conventionnel pour les arbres est très grand (40 m dans la nature) et ne permet qu'une représentation symbolique lorsque le caractère du paysage ou l'importance topographique le demande. Une comparaison avec l'original n'est pas possible ici car ce signe conventionnel n'y est pas représenté.

### *6.5. Points cotés*

Pour la détermination altimétrique, il a été prescrit de déterminer environ 170 points. Ceux-ci ont été considérés comme utiles pour évaluer la qualité de la carte. Ils étaient bien visibles sur les vues aériennes. Environ 140 (80%) de ces points ont pu être utilisés pour la comparaison avec les cotes des cartes suisses au 1/100 000 et au 1/25 000.

Selon les informations reçues du Service Topographique Fédéral en date du 1er avril 1964, dans la zone testée, on trouve des levés au 1/5 000 et au 1/10 000 pour lesquels l'erreur moyenne d'altitude des points cotés — qui, sur le terrain, sont nettement identifiables en position et en altitude — est donnée avec  $m_H = \pm 1$  m. Les cartes suisses à l'échelle du 1/100 000 et du 1/25 000 sont dérivées de ces plans et les cotes sont données avec la même précision que dans les levés originaux aux grandes échelles. Cette précision des points cotés des cartes suisses est, en général, comme dans toutes les cartes européennes aux petites échelles, beaucoup plus grande que la précision correspondant à l'échelle de la carte. Lors de l'établissement des cartes directement, à partir de prises de vues aériennes, on ne prévoit généralement pas de levés supplémentaires et on peut donc admettre des limites de précision plus faibles.

Les différences entre les données de l'original et les restitutions des Centres ont été examinées. En comparant toutes ces restitutions, on obtient les valeurs moyennes suivantes:

Différences en m	Appareils de 1er et de 2ème ordre		Appareils de 3ème ordre en %
	en %	en %	
0	21	8	
1	35	15	
2	22	12	
3	14	11	
4	4	9	
5	2	9	
au-dessus de 5	2	36	

L'erreur maximum, pour cette disposition de prise de vues, affectant les mesures effectuées aux appareils de 1er et de 2ème ordre, est à peu près de  $\pm 5$  m.

Les annexes (2) 6 indiquent — dans une représentation exacte en ce qui concerne la position — les différences entre les mesures aux appareils effectuées dans les différents Centres et les données des cartes suisses. Pour obtenir une meilleure lisibilité, on a encadré toutes les valeurs dépassant les  $\pm 5$  m. De cette manière, d'un coup d'oeil, on peut se rendre compte des parties systématiques de toutes les différences. Celles-ci se présentent surtout dans les appareils basés sur une solution géométrique inexacte.

Sur les annexes (2) 7 figurent les points d'appui et les erreurs résiduelles après orientation (le chiffre supérieur: erreur de position en 1/10 mm avec direction; le chiffre inférieur: erreur d'altitude en mètres).

Dans les appareils de 3ème ordre qui ont été utilisés, cette limite de  $\pm 5$  m a été nettement dépassée parce que la distribution des points d'appui n'était pas favorable pour ces appareils. Il y en a résulté de grandes erreurs systématiques. Toutefois, les comparaisons des points cotés, compte tenu de leur position (annexes (2) 6), montrent que, par une disposition raisonnable des points de réglage, on pourra probablement obtenir des résultats meilleurs et un plan en courbes de niveau dans les tolérances établies, même s'il s'agit des appareils de 3ème ordre.

## 7. Résultats expérimentaux

### 7.1. Conditions de prises de vues favorables

Une des questions les plus importantes pour l'établissement rationnel de cartes photogrammétriques aux petites échelles est le choix de la chambre de prise de vues. Les exigences posées sont, en partie, très contradictoires. Il suffit de considérer:

- échelle d'image pas trop petite (à cause de l'identification des détails du terrain);
- surface à lever aussi grande que possible (peu de modèles, peu de points d'appui);

- précision altimétrique aussi haute que possible;
- bonne vue dans le terrain (malgré la végétation et les différences de niveau);
- altitude de vol aussi basse que possible.

Dans le test on a tenté de répondre à ces demandes contradictoires en employant l'objectif super-grand-angulaire (angle de champ =  $120^\circ$ , distance focale = 9 cm environ) avec un format de l'image de  $23 \times 23$  cm. Pour obtenir l'échelle d'image utile du 1/60 000 à 1/80 000 (point 2), il faut voler à une altitude de 5 400 à 7 000 m au-dessus du sol. Cette altitude de vol sera obtenue avec des avions-photographes normaux et, même si les conditions météorologiques ne sont pas les meilleures, elle permettra — en pratique — peut-être, avec quelques difficultés — d'obtenir des vues aériennes encore utilisables pour le but poursuivi. 80% de recouvrement longitudinal et 25% de recouvrement latéral ont été adoptés pour répondre aux exigences d'une bonne vue du terrain, malgré la végétation et les différences de niveau. De cette manière, en cas d'angle mort dans une partie du terrain, il est encore possible de passer à d'autres modèles présentant une intersection plus favorable des rayons. Pour une carte photogrammétrique à l'échelle du 1/100 000, il est donc recommandé d'adopter les conditions de prises de vues choisies pour ce test.

## 7.2. *Employ des appareils*

Les problèmes relatifs à la détermination des points de réglage et à la triangulation aérienne n'ont pas été examinés ici. On s'est limité à examiner l'emploi des appareils dans la restitution.

En ce qui concerne la **précision planimétrique**, le test a montré que tous les appareils, c'est-à-dire les instruments de 3ème ordre également, fournissent des résultats satisfaisants pourvu que l'échelle de restitution ne soit pas égale à l'échelle de la carte. L'erreur planimétrique résiduelle maximum obtenue dans toutes les restitutions après l'orientation, atteint 0,6 mm dans 2 cas seulement. Ayant restitué au moins à une échelle double, l'erreur se réduit donc à 0,3 mm. Mais, cette erreur n'est plus perceptible, même si l'il s'agit de détails qui ne sont sujets à aucun déplacement, car, selon la légende, l'épaisseur de trait la plus fine atteint 0,2 mm.

Il n'en est pas de même quant à la **précision altimétrique**. On a vu qu'il y avait des différences sensibles entre les différentes espèces d'appareils. Les appareils de 1er et de 2ème ordre répondent entièrement aux exigences si le relief est représenté par des courbes de niveau distantes de 50 m et si l'erreur maximum pour les points cotés est de  $\pm 5$  m. Les appareils de 3ème ordre employés ne répondent pas toujours à ces demandes (points 6.2 et 6.5).

Une comparaison avec les méthodes affines ne peut pas être faite parce qu'aucun participant n'a employé cette méthode.

On peut également ajouter que dans tous les types d'appareils employés pour les restitutions topographiques, il faut envisager la possibilité de réaliser la restitution avec un seul opérateur, non seulement pour des raisons économiques mais aussi pour des questions de qualité du travail (point 7.3.5).

### *7.3. Technique de travail*

#### *7.3.1. Echelle de restitution*

Le test a montré que, s'il s'agit d'un travail systématique la restitution ne doit pas être effectuée à l'échelle de la carte mais dans un rapport d'échelle allant de 1 : 2 à 1 : 4 pour les raisons énumérées ci-après:

- diminution des erreurs de position (point 7.2);
- possibilité de dessiner un trait plus gros au crayon et au pastel, même avec du personnel qui n'est pas spécialisé en cartographie;
- possibilité d'employer pour la restitution du matériel de base plus déformable (p. ex. papier à dessin).

Un rapport d'échelle plus grand que le 1 : 4, entre la carte et la restitution, n'est pas favorable car les surfaces du dessin et les signes conventionnels s'élargissent d'une manière peu opportune et augmentent les difficultés de la généralisation. Pour les tests du »Bloc Suisse« relatifs à une carte à l'échelle du 1/100 000, on a employé les échelles de restitution suivantes:

1 essai au 1/100 000  
5 essais au 1/50 000  
1 essai au 1/25 000.

L'échelle double de celle de la carte comme échelle de restitution, soit le 1/50 000 dans ce cas, s'est révélée comme échelle la plus utile eu égard à toutes les phases d'opération nécessaires pour l'établissement de la carte.

#### *7.3.2. Matériel de base pour le dessin de la restitution*

La nature du matériel de base pour le dessin de la restitution dépend tout d'abord de:

1. la méthode de travail (gravure, crayon, stylo à bille, etc. . .);
2. l'équipement de la salle de restitution (avec ou sans installation de climatisation);
3. la proportion de l'échelle de la carte à l'échelle de restitution (point 7.3.1).

Dans les salles équipées d'une installation de climatisation, il a été possible d'employer du papier à dessin pour réaliser un rapport d'échelle de 1 à 2 entre la carte et la restitution. Cette solution présente plusieurs avantages: le travail de dessin est simple, les corrections sont aisément réalisables. Le raccord, de feuille à feuille, effectué à la table lumineuse et la découpe pour les montages sont faciles.

Dans les salles qui ne sont pas climatisées, il sera nécessaire d'employer du matériel peu déformable comme p. ex. du papier à dessin armé (Correctostat) ou des feuilles transparentes indéformables, etc. . . La nature du matériel à employer dépendra du choix de la méthode de travail.

Comme on le verra en annexe (2) 4, dans ce test, on a mis en œuvre tous les matériaux de dessin mentionnés ci-dessus.

### 7.3.3. Crayon traceur pour la restitution

Dans la restitution, il faut, autant que possible, faire en sorte que tous les détails qui ne sont pas soumis à un travail cartographique subséquent ou seulement dans une faible mesure, soient dessinés directement au crayon traceur de façon à être aptes à la reproduction photographique, afin d'éviter des travaux supplémentaires inutiles. Pour le choix du crayon traceur, cette exigence est d'une importance capitale.

### 7.3.4. Etablissement des cartes sur une feuille ou sur plusieurs feuillets

Au moment de la restitution il faut déjà tenir compte de la séparation ultérieure des couleurs. Dans le cas idéal, cette séparation des couleurs peut se faire directement à l'appareil en dessinant les différentes couleurs chacune sur une feuille séparée (gravure directe sur émulsion). Des discussions ultérieures montreront si cette façon de procéder répond également aux autres exigences.

Cependant, pour faciliter, dans une certaine mesure, la séparation photo-mécanique ultérieure des couleurs, l'établissement des cartes sur 2 feuillets séparées (situation sur une feuille et courbes de niveau et eaux sur une autre feuille) s'est révélé favorable. Les courbes de niveau et les eaux ont des rapports étroits et ces détails peuvent donc être facilement accordés les uns aux autres.

L'établissement complet des cartes sur une seule feuille n'est fondé que si la méthode prévoit une séparation des couleurs faite à la main. D'autre part, une surcharge de détails sur la minute de restitution peut être très désavantageuse.

La restitution des points cotés sur une feuille transparente séparée s'est révélée utile. En plaçant la feuille transparente sur la situation ou sur les courbes de niveau on peut facilement établir et contrôler la concordance entre ces détails.

### 7.3.5. Table à dessin pour la restitution

Lors des restitutions topographiques aux petites échelles, l'exécution du travail à l'appareil par un seul opérateur est recommandable, non seulement pour réduire le personnel, mais aussi pour augmenter la qualité du travail. Il s'est révélé avantageux de laisser au restituteur, qui interprète la plupart des détails et généralise aussi très souvent, la possibilité de faire, directement à la table à dessin, des vérifications sur certains travaux graphiques. Lorsque la restitution est ainsi faite, d'un seul coup, par une seule personne, d'autres sources d'erreur peuvent être évitées. Les erreurs envisagées proviennent de la transmission des renseignements à une seconde personne et, dans la suite, du dessin par celle-ci. Par conséquent, il convient d'équiper des appareils de restitution de façon que le restituteur puisse travailler assis à sa place normale et effectuer en même temps des travaux à la table à dessin.

Dans certaines méthodes de travail il faut, en outre, que la table à dessin pour la restitution soit une table lumineuse. En particulier, dans l'établissement des cartes en plusieurs feuillets (point 7.3.4), la mise en place des feuillets, l'accord de la situation, des courbes de niveau et des lignes d'eaux et tous les contrôles peuvent être effectués de façon très simple sur une table lumineuse.

### 7.3.6. Restitution de la situation

En principe, il y a 3 possibilités selon la méthode de travail appliquée:

1. Restitution de tous les détails de la situation de la photographie aérienne (restitution des détails planimétriques). L'interprétation à l'appareil n'est nécessaire que pour autant que les groupes de couleurs de la légende peuvent être indiqués. Dans cette méthode de restitution, il faut que le système des détails soit une représentation fidèle de la photographie aérienne (annexe (2) 8).
2. Restitution limitée aux détails dont on a besoin pour la représentation à l'échelle de la carte. Ceci n'est possible que:
  - a) si l'interprétation et la généralisation sont effectuées sur des photos avant la restitution (agrandissements) et si ces données sont disponibles pour la restitution;
  - b) si l'interprétation et la généralisation sont effectuées en même temps que la restitution.
3. comme point 2, mais, immédiatement après la restitution de chaque détail suit la représentation cartographique à l'appareil de restitution. Pour garantir tout de suite la concordance des séparations ultérieures des couleurs et pour respecter les déplacements causés par la généralisation il faut, dans cette méthode, exécuter la restitution entière sur une feuille ou, s'il s'agit de plusieurs feuilles non transparentes, que la table à dessin pour la restitution soit en même temps une table lumineuse (point 7.3.5).

### 7.4. Succession

#### *de la restitution photogrammétrique, de l'interprétation, de la généralisation et de la représentation cartographique*

Ces 4 phases de travail sont étroitement liées et elles dépendent directement les unes des autres. Une technique déterminée dans une de ces phases de travail appelle une technique correspondante dans les autres phases (point 7.3) si on veut éviter des travaux intermédiaires et des phases inutiles.

La liaison de *l'interprétation avec la généralisation* est particulièrement étroite. L'interprétation ne peut être faite qu'en observant le modèle stéréoscopique et la généralisation devrait, si possible, être effectuée en même temps (voir le rapport établi par tous les Centres sur les essais d'interprétation de »Bedford« et de »Waterbury«, point 2.2). Une généralisation purement schématique effectuée seulement d'après un manuscrit graphique ne donne pas une information valable. Il faut que la généralisation respecte les caractères importants de chaque détail. Ceci n'est possible que par l'observation simultanée du modèle stéréoscopique et la représentation cartographique, au moins sous forme provisoire. Dans ce cas, la généralisation peut être effectuée complètement selon les directives, c'est-à-dire, en employant les signes conventionnels prescrits par la légende pour autant que l'espace nécessaire soit disponible.

Il s'est révélé opportun d'effectuer la plus grande partie de *l'interprétation, la généralisation et une partie du travail cartographique* en une seule phase. Après l'interprétation et la généralisation suit la *représentation cartographique définitive*.

selon la légende. 2 possibilités existent: ou bien la représentation après la restitution (sauf dans la zone entièrement habitée) ou bien la représentation pendant la restitution. Comme la représentation pendant la restitution demande beaucoup de temps à l'appareil, il est souvent plus utile d'organiser la représentation cartographique définitive après la restitution.

Il reste donc à examiner l'exécution de la phase commune d'interprétation et de généralisation et de la restitution photogrammétrique. Il y a 3 possibilités, à savoir:

1. Interprétation et généralisation avant la restitution.

Elles sont effectuées au pastel sous forme de brouillon sur des agrandissements des prises de vues (allant jusqu'à 1 : 3). Le brouillon sert ensuite de guide pour la restitution (point 7.3.6, 2. a).

2. Interprétation et généralisation pendant la restitution.

Elles sont exécutées par le restituteur lors de l'observation du modèle stéréoscopique (point 7.3.6, 2. b).

3. Interprétation et généralisation après la restitution.

Elles sont réalisées en couleur sur la base d'une restitution des détails (point 7.3.6, 1.).

Lorsqu'on aura une vue d'ensemble de la méthode de travail, on pourra juger de l'application de l'une de ces 3 possibilités. Au point 8, on trouvera les détails concernant les méthodes de travail et les avantages et désavantages qu'offrent ces différentes possibilités.

Les zones habitées (villes, villages, grandes usines industrielles, etc....) présentent un cas exceptionnel. Une méthode s'est révélée favorable sur ce point. Elle n'a pas été employée lors du test du »Bloc Suisse«, mais elle a été mise à l'épreuve dans d'autres travaux semblables. Il apparaît peu opportun de restituer à l'appareil tout le détail dans les zones habitées. En général, ces zones présentent peu de différences de niveau. De ce fait, des redressements peuvent être exécutés avec une précision suffisante, surtout pour des cartes aux petites échelles fortement généralisées. La restitution peut fournir des détails utiles pour la mise en place du redressement. Puis, sur du matériel transparent placé sur la partie redressée, l'interprétation, la généralisation et la représentation cartographique définitive peuvent être exécutées simultanément en se servant de l'observation stéréoscopique. Ensuite, le dessin peut être mis en place, par parties, à l'aide des détails auxiliaires restitués et accordé à la restitution voisine. S'il s'agissait de restituer dans une zone un nombre élevé de rues et de bâtiments, on pourrait, par cette méthode, éviter une restitution qui prendrait beaucoup de temps.

## 8. Méthodes de travail

Dans le test »Bloc Suisse« la méthode de travail était intentionnellement laissée au libre choix des Centres pour obtenir une variété de méthodes permettant de se livrer à de larges comparaisons.

En conclusion, on peut dire *qu'il n'est pas possible* de sélectionner *une méthode de travail idéale*. Le test a plutôt montré que plusieurs méthodes sont valables et que l'application la plus opportune dépend toujours des conditions particulières rencontrées. Ces con-

ditions sont: l'équipement des appareils, l'installation des salles de restitution, le niveau du personnel, le nombre d'opérateurs, les installations de reproduction et finalement la précision demandée à la carte désirée. Dans chaque cas, il faut examiner quelle est la méthode de travail la plus utile dans les conditions données.

Dans la suite, on trouvera les indications relatives à quelques méthodes de travail éprouvées, à leurs avantages et inconvénients ainsi qu'à leurs exigences.

### *8.1. Gravure directe*

à l'appareil de restitution à l'échelle de la carte sur des transparents émulsionnés

L'interprétation et la généralisation ont lieu pendant la restitution (point 7.4). En même temps, la représentation cartographique est en partie effectuée en employant de différents outils à graver. Les séparations isolées des couleurs (sauf l'aplat de forêt) sont produites directement à l'appareil. Dans ce procédé, il est nécessaire d'utiliser des transparents c'est-à-dire d'employer une table de restitution lumineuse. La représentation cartographique sera complétée par gravure après la restitution à l'appareil. Ensuite, on peut établir directement les planches d'impression par photocopie. Cette méthode est sans doute la plus rapide, mais elle est moins favorable pour la représentation cartographique.

**Avantages:** Très peu de travaux supplémentaires; pas de reproduction photographique; minimum d'heures de travail.

**Désavantages:** Demande de restituteurs excellents sachant interpréter, généraliser et tracer les courbes avec sûreté. Temps considérable à l'appareil; difficultés du travail cartographique effectué directement par gravure; complications résultant des corrections sur les feuilles transparentes, en cas de déplacements des détails par suite de la légende.

Par conséquent, cette méthode ne doit être employée que si les exigences sont minimales au point de vue cartographique, si la carte doit être terminée en très peu de temps et si on dispose d'opérateurs spécialisés.

Le Centre de Zurich a utilisé cette méthode dans le test du »Bloc Suisse«. La richesse de détails de l'exemple traité illustre à ce point les difficultés de la généralisation que la représentation cartographique ultérieure n'a pas été faite. Il en résulte un temps de travail réduit. La gravure directe sur émulsion est valable uniquement pour les zones pauvres en détails.

### *8.2. Restitution à l'échelle de la carte sur 2 feuilles à l'aide d'un document provisoire généralisé*

L'interprétation et la généralisation sont effectuées avant la restitution, sur du matériel transparent au pastel, sous forme provisoire, à l'aide d'agrandissements des prises de vues aériennes. La représentation cartographique est faite après la restitution. Le résultat est reporté sur des plaques de verre par la reproduction, les séparations des couleurs sont exécutées lors de la gravure.

**Avantages:** Meilleure utilisation de l'appareil de restitution. Le restituteur et l'interprèteur ne doivent pas être la même personne. Pas de nécessité de talent spécial de dessinateur pour établir le document provisoire.

Désavantages: Il est nécessaire de revoir la même situation à plusieurs reprises. Le fait que les phases de travail sont considérablement décomposées et que le travail est distribué à plusieurs personnes amènera souvent des erreurs de transmission. La généralisation définitive au moyen de prise de vues aériennes à une échelle fort agrandie est difficile.

Cette méthode n'a été appliquée par aucun Centre traitant le »Bloc Suisse». Elle paraît être particulièrement favorable, si le terrain offre des différences de niveau si faibles que des redressements assez précis peuvent remplacer les agrandissements. En ce cas, la représentation cartographique définitive peut être effectuée sur les redressements, en même temps que l'interprétation et la généralisation, et le résultat peut être mis en place à l'aide des détails auxiliaires restitués (point 7.4, dernier alinéa).

#### *8.3. Restitution à l'échelle double de celle de la carte*

*sur 2 feuilles séparées*

(planimétrie sur Correctostat, courbes de niveau et eaux sur Astralon)

L'interprétation, la généralisation et le travail cartographique étant exécutés à l'appareil pendant la restitution. Le résultat est réduit à l'échelle de la carte par la reproduction et reporté sur des plaques de verre. Les séparations des couleurs sont faites lors de la gravure (annexe (2) 9 a).

Avantages: Par la réalisation de 4 phases de travail, en un seul coup, par une seule personne, on obtient une homogénéité considérable et on évite ainsi des sources d'erreur. Comme il y a peu de travaux secondaires le temps total de travail est diminué.

Désavantages: Le restituteur doit savoir, en même temps, interpréter, généraliser et bien dessiner. Il faut beaucoup de temps à l'appareil.

L'emploi de cette méthode n'est opportun que si on dispose de restituteurs bien entraînés dans diverses spécialités, car tous les travaux sont effectués à l'appareil. En combinant plusieurs phases en un seul procédé de travail, il faut remarquer que le temps total utilisé est particulièrement réduit. Le Centre de Francfort a employé cette méthode et dans l'annexe (2) 4 on verra qu'il faut beaucoup de temps à l'appareil, mais très peu au total.

#### *8.4. Restitution à l'échelle double de celle de la carte*

*sur 2 transparents isolés*

L'interprétation, effectuée en partie, à l'appareil, vise à caractériser les différents détails en plusieurs couleurs. Des négatifs des deux feuilles sont établis et copiés simultanément sur des feuilles transparentes émulsionnées. La gravure de chaque teinte séparée se fait en même temps que la généralisation et la représentation cartographique. Finalement, la réduction à l'échelle de la carte se fait lors de l'établissement des planches d'impression (annexe (2) 9 b).

Avantages: Bonne utilisation des appareils. Le restituteur ne doit pas savoir généraliser et il ne doit pas être bon dessinateur. La méthode demande peu de travaux intermédiaires et peu de temps total.

Désavantages: Les graveurs doivent aussi savoir généraliser et effectuer la représentation cartographique. Un département de reproduction bien organisé est nécessaire, car il faut faire couramment des copies intermédiaires.

Cette méthode fournit très vite les résultats (annexe (2) 4, temps total du Centre de Delft). Des graveurs spécialisés sont, cependant, absolument nécessaires.

*8.5. Restitution à l'échelle double de celle de la carte  
sur 2 feuilles de papier à dessin séparées  
(en outre, les points cotés sur une feuille transparente)*

L'interprétation, effectuée en partie, à l'appareil, vise à caractériser les différents détails en plusieurs couleurs (stylo à bille, crayon). En dehors de l'appareil, la partie principale de l'interprétation, de la généralisation et du travail cartographique est effectuée au pastel en un seul procédé de travail. La séparation des couleurs résulte de l'emploi de filtres au cours de la reprophotographie et du dessin sur Astralon. La réduction à l'échelle de la carte et la gravure sur verre émulsionné terminent ce procédé (annexe (2) 9 c).

Avantages: Bonne utilisation des appareils. Le restituteur ne doit pas savoir généraliser ni être bon dessinateur. Le travail sur papier à dessin normal est facile.

Les raccords et les possibilités de montage sont commodes. L'interprétation, la généralisation et le travail cartographique sont effectués par une personne en une seule phase de travail. Bonne possibilité de distribution des travaux.

Désavantages: Le temps total du travail est plus long. Des salles climatisées sont désirables. Il y a beaucoup de travaux intermédiaires.

Cette méthode n'est opportune que si le travail n'est pas urgent et lorsqu'une partie seulement du cadre disponible est spécialisée. Le Centre de Vienne a essayé cette méthode.

Ce procédé peut être employé avec succès si on ne dispose que de possibilités limitées de reproduction, mais si du personnel en nombre suffisant, même moins s'il est spécialisé, est disponible. Dans ce cas, les séparations des couleurs sont faites à la main en dessinant sur Astralon (test réalisé par le Centre de Munich).

## 9. Conclusions

Les essais effectués jusqu'à présent par la Commission E ont contribué à résoudre quelques problèmes importants relatifs à l'établissement direct des cartes aux petites échelles à partir de prises de vues aériennes. Cependant, il n'a pas été possible de répondre de façon absolue à toutes les questions posées. On n'a par exemple, pas pu conclure une méthode de travail uniforme. Le procédé à employer doit toujours s'accorder aux conditions locales.

Les expériences acquises jusqu'à présent dans une région dont la restitution est très difficile ont abouti à plusieurs conclusions utiles pour organiser d'autres recherches. Ces recherches devraient être faites en des sites caractéristiques de pays en voie de développement afin d'en dégager des guides utiles pour la pratique courante.

(2)

## Test „Schweizer Block“

Joint Report of all Centres of Commission E of OEEPE

By K. Neumaier, Wien

The test "Schweizer Block" is the prolongation of the interpretation tests "Bedford" and "Waterbury". The problems of plotting, instruments used, working techniques and efficient working methods were examined with the production of a map at 1 : 100,000 from air photographs. The preliminary work and comparative inquiries were carried out by Dipl.-Ing. Alois Stickler and Dipl.-Ing. Otto Zupfer (Centre of Vienna) who also established the draft report. The following centres executed this test:

- Delft : Topografische Dienst, Westvest 9, Delft, Netherlands, and International Training Centre, Kanaalweg 3, Delft, Netherlands.
- Frankfurt : Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a.M., Kennedyallee 151, Federal Republic of Germany.
- Karlsruhe : Technische Hochschule, Institut für Photogrammetrie und Topographie, Englerstraße 7, Karlsruhe, Federal Republic of Germany.
- München : Technische Hochschule, Institut für Photogrammetrie, Topographie und Allgemeine Kartographie, Arcisstraße 21, München 2, Federal Republic of Germany.
- Wien : Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Landesaufnahme, Krotenthallerstrasse 3, Wien 8, Austria.
- Zürich : Eidgen. Technische Hochschule, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Leonhardstrasse 33, Zürich 6, Switzerland.

### 1. General exposé of the problem

Commission E is engaged in the application of photogrammetry to small scale mapping which here refers to the *direct mapping from air photographs* for maps at scales 1 : 50,000 and smaller. In these investigations problems of photogrammetry, interpretation and of cartography have to be studied simultaneously. Because the scale 1 : 100,000 has special importance among the accepted mapping scales, it was decided to carry out investigations with this map scale first. With respect to extensive developing countries, methods have to be found which will make it possible to produce such maps with simple equipment, in the shortest time, with little expense, and also without very highly skilled personnel.

The first important question to solve was in this connection; besides the establishment of an adequate legend it was necessary to find optimum photogrammetric flight specifications (limits of picture scale, flying altitude, lense aperture, etc.). The unambiguous interpretation of details as well as the maintenance of definite tolerances for situation, contour lines and typical terrain forms had to be guaranteed for such a map.

The second important question was the problem of photogrammetric plotting, not only planimetric and height accuracy, but also the employment of instruments and the working technique. At the same time the most efficient working method should be found through an adequate choice of the sequence of interpretation, photogrammetric plotting, generalization and cartographic drawing.

A third important point was the choice of the method of map reproduction. It was not the purpose of this test to resolve the problems of the reproduction techniques.

## 2. Preliminary work

For the solution of the first question, air photographs at the scale 1 : 60,000 (RC 7, Aviogon,  $f = 100$  mm) were available at the commencement of the tests. Interpretation tests demonstrated that still smaller scales had to be studied. For those continued tests air photographs, taken with Wild RC 9 superaviogon by Aerosservice Corporation Ltd., Philadelphia were made available (scale from 1 : 100,000 to 1 : 120,000). After the establishment of a legend and the selection of suitable test material the interpretation tests "Bedford" and "Waterbury" were carried out with these basic data. The execution of the tests consisted of:

1. Interpretation of the picture contents from the photographs on the scale 1 : 110,000.
2. Representation of interpretation results on enlarged photographs, scale 1 : 30,000.
3. Generalization for a map 1 : 100,000 and cartographic representation in accordance with the accepted legend.

After receipt of the results of the interpretation tests the participating centres produced different prints (scale 1 : 30,000) on transparent material for two characteristic portions of the map sheets. At the same time reductions were made of these areas to the scale 1 : 100,000. Adequate base material was thus created for comparative investigations of the interpretation as well as of the generalization. This base material was sent to the participants with the request to deliver, after thorough study and comparison, a report to Commission E. From these reports a joint report of all centres on the interpretation tests "Bedford" and "Waterbury" was produced by Commision E.

In this report it is stated that, with acceptance of the tasks as laid down in para. 1, the planimetry necessary for a map at the scale 1 : 100,000 could in general be satisfactorily taken from photography with a scale as small as 1 : 110,000, provided this photography gave a good view of the terrain. Because of the fact that the photographic cover used in the test was produced under very good conditions and thus represents an exceptional case with regard to the picture quality as well as to the conditions of flight (flying altitude 12,000 m; very good weather, etc.) it seemed more appropriate to give preference to *air photographs at scales between 1 : 60,000 and 1 : 80,000* because these can be produced in practice, though with some difficulties, by the commonly used aircraft and under the general ruling conditions of weather and visibility. From these pictures it is likely that the details essential for a map 1 : 100,000 could be derived, even when the quality is less than optimum.

### 3. Basic material

To consider the problems of the second question, and also for the use of other Commissions of OEEPE, a photo cover with following specifications was made in Switzerland in 1961 on the basis of the results of the interpretation tests "Bedford" and "Waterbury".

Camera Wild RC 9; forward overlap 80%;  
superaviogon,  $f = 88$  mm; lateral overlap 25%;  
flying height above ground 6,900 m; photographic format,  $23 \times 23$  cm;  
photo scale 1 : 75,000; block size of 6 strips with 18 pictures each.

Under the name "Schweizer Block" a beginning was made with this second test of the Commission. The test area chosen (annexes (2) 1 and (2) 2) shows several types of landscapes and varies from accidental terrain over broad valleys with many buildings and many roads up to middleclass mountains with steep eroded valleys and mountain-walls with many trees. The largest part of the test area shows many details and is therefore very difficult to map \*).

After preliminary work in Vienna and the choice of 4 test models, the basic material mentioned below was put at the disposal of the different centres by Eidg. Landestopographie, Eidg. Techn. Hochschule, Inst. für Geodäsie und Photogrammetrie, Zürich, Wild-Heerbrugg Ltd., and the Pilotage Centre, Vienna:

- General maps 1 : 100,000 (from single map sheets of the Swiss map) with marked principal points, centre lines of strips and control points (planning maps)
- Contact prints of the air-photographs
- Glass diapositives dependent on instrumental equipment (also reduced or compensated for lens distortion, earth curvature and refraction by photographic transformation)
- Calibration data
- Coordinates and heights of 6 control points per model
- Sketches of the control points
- Limits of the area to be plotted ( $400 \text{ km}^2$ )
- Sample of the legend in 5 colours (annex (2) 3).

### 4. Principles of the execution

To guarantee a uniform execution of the test and facilitate exact comparisons, the principles and the required detailed information were summed up by the Centre Vienna in an "Instruction for plotting of the Schweizer Block" and this was sent to the other centres. This instruction contained the following directions for use, and annexes:

\* See Schmidt-Kraepelin: "Der Napf" (Photogeographical sketch of a landscape of middleclass mountains in Switzerland).

1. A free choice was given as to type of instrument, plotting scale and working method. It was asked that the production of the preselected map portions should be executed in the most efficient manner.
2. 6 Control points were given for each model.
3. Grid intersections had to be shown on all sheets with an interval of 5 km, to serve as register marks.
4. Planimetry had to be drawn cartographically with the aid of photo interpretation, and in generalization for the scale 1 : 100,000, one had to follow the rules of the enclosed legend closely.

The most important criteria with regard to the generalization were, respectively: importance of the detail — maintaining its character and conditions of space. In the displacements of detail from its true geometric position as a result of the legend, the following sequence had to be maintained: rivers, canals, and other drainage lines had to be kept in true position as much as possible, then railways, main roads, minor roads and field roads, houses and cultural boundaries. For the rest reference was made to the joint report of all centres on the interpretation tests "Bedford" and "Waterbury".

5. Contour lines had to be shown with an interval of 50 meters.
6. Transparent overlay sheets to the contact copies were supplied showing those points for which altitude measurements were required in whole meters.

As result of the operations all centres had to deliver the following material to Commission E:

- Five transparent sheets with black lines, scale 1 : 100,000, generalized (except the contour plate) and cartographically drawn (giving 5 colour separations: black, red, brown, blue and green).
- Heights in metres for the prescribed spot elevation points.
- Resulting errors after absolute orientation on the forms provided (planimetric errors as vectors; errors in altitude in metres).
- A short report on the instrument used and on the working method.
- Time table for the different stages of the work.

## 5. Results and reports of the participants

In annex (2) 4 the following information about the work done by the different participants is tabulated: type of instrument used, kind of diapositives used for stereoplotting, plotting scale, plotting material, number and nature of delivered map areas, information about working methods and production time. The following remarks supplementary to this annex, give some particular details:

no. 1 — Vienna A 9: "Pilotage centre". Performance of all preliminary investigations. Plotting took place before the compilation of the "Instruction". All control points per model were used for the absolute orientation, so more than 6 pass-points per model were used.

- negative lines (geel of zwart  
 voor alle kleur achtergrond)
- met  
 base  
 with cartographic drawing (cont'd)
- no. 2 — Vienna B 9: No cartographic treatment of the plotted lines, because of the same working method as no. 1. Therefore only comparison of contours and spot elevations is possible.
  - no. 3 — Delft: Plotting 1 : 50,000 in pencil on astrafoil. From pencil drawing a negative was produced on stable Cronaflex film at 1 : 50,000 and contact copied on to Stabilene scribe coating. After scribing the plan was photographically reduced to the scale 1 : 100,000. Line weight was then less than that prescribed by the legend.
  - no. 4 — Zürich: Due to lack of time no cartographic fair drawing and consequently no colour separation for wood (green) and no generalization. Direct scribing during plotting at the scale 1 : 100,000. Only foils supplied. Diapositives produced in Vienna.
  - no. 5 — Munich: A separate drawing sheet (1 : 25,000) was produced for each model. The planimetry was plotted with a drawing assistant at the instrument. Seven colour separations were produced because this centre produced its own supplementary colour separations for trees and lakes (ponds).
  - no. 6 — Karlsruhe: Due to lack of time no colour separations were produced; these were made afterwards by the Pilotage Centre in Vienna. Original generalization at 1 : 50,000 on metal mounted paper (Korrektostat) and photographic reduction to 1 : 100,000 were supplied.
  - no. 7 — Frankfurt: Two instruments were used. The northern part was plotted with Wild B 8. The southern part was mapped with Zeiss Stereotop using junction points for height from the finished northern part and with the aid of independent orientation of the right and left halves of the models.

## 6. Comparisons, both mutually and with the Swiss original

To create true possibilities for comparison, the original colour separations of the test area on transparent material 1 : 100,000 and information about the mean square height error of the spot elevations were made available by the "Eidgenössische Landestopographie". Now it was possible to compare these originals with the base map and colour separations produced by the different centres by putting them directly on each other with the aid of the grid intersection as reference marks. The differences were then clearly visible. In these comparative investigations the following remarkable particularities were found.

### 6.1. Planimetry

The principles of the production of planimetry have been indicated in paragraph 4. Because two centres did not execute cartographic fair drawing five results are available for comparison purposes. The planimetry had to be shown on two separate sheets:

- one sheet containing all black lines and symbols (railways, houses, limits of woods etc.) and
- one sheet containing all red signatures (different kinds of roads).

### 6.1.1. Black signatures

Railways: Situation was relatively easy to recognize from the course of the lines, from characteristic annexes and from photo tint even in overgrown areas. Therefore they were correctly recognized and drawn by all centres. Tunnels in open country were all recognized but only partially in forest.

Under- and overpasses: All correctly recognized by 2 centres, only partially by 3 centres although all were in open terrain. Trained personnel would have been able to plot these details correctly on this scale. The test shows that larger railway-stations can be identified with relative ease. No signature is given in the legend. Because such stations may be of great importance it would be advisable to specify them in the legend in future.

Rocks: Generally easy to recognize, except in steep valleys through shadows. Pictured only partially, and very heterogeneously.

Built up areas: The forms of the settlements and characteristic course of streets were indicated correctly in general. However, the outer limits of the settlements were mapped very differently. Therefore a more accurate definition in the legend is recommended: for instance in the form; settlements with non-coherent buildings be shown with a symbol for the smallest house.

Isolated houses: It seemed that these were easy to recognize, but where there was an accumulation of detail the final representation was very different due to variations in the methods of generalization. A more uniform result and better accordance with the field-checked original could have been achieved with more skilled personnel doing the generalization, and operating under definite principles — character of settlements, ratio between open country, built up areas, the situation of objects with respect to traffic roads etc. In doubtful cases it is better to give more isolated houses rather than less, in such a way that the proportions between the building density in the different height zones is maintained.

High tension lines: Comparison with original was not possible because these items were not shown there. Relative comparisons between the results of the different centres show complete agreement, with one single exception.

Limits of wood: see paragraph 6.4.

### 6.1.2. Red signatures

Highways, main roads, minor roads, and field roads belong to this category. Highways do not occur in the test area and can therefore be neglected. Because of their striking shape, the interpretation of them on the ground would surely be a simple matter.

To create a base for comparison with the Swiss original the classifications of metalled roads must be brought to a common standard. The Swiss map 1:100,000 distinguishes between main roads and roads of order I to III. In the OEEPE legend there is only a distinction between main and minor metalled roads. For the time being field roads are not considered. The following statement seems appropriate:

Swiss map	OEEPE legend
Main roads and roads of I <sup>st</sup> order	Main roads
Roads of II <sup>nd</sup> and III <sup>rd</sup> order	Minor roads

A comparison on this base shows the following: The length of the road network is nearly 370 km, of which 70 km are main roads and 300 km are minor roads. Generally the main roads are situated in open terrain whereas 5% of the minor roads lie in overgrown terrain. The participating centres have, almost without exception, indicated all roads as minor roads or field roads. Only 2% of the total length of the roads have not been indicated, and this is due largely to generalization difficulties.

The comparison of the classification shows a more unfavourable picture. On an average the centres have classified 40% of the roads erroneously. The minor roads were usually evaluated too low and were indicated as field roads. That may be caused by the fact that although Switzerland has an excellent minor road network, this fact was not fully appreciated, and the interpreters have made their classification in comparison with the roads in their own countries. This has demonstrated that the classification of roads is a difficult problem. To obtain better results the following points had to be taken in account with special care:

1. General condition of the roads in a larger area.
2. The importance of the roads for traffic purposes.
3. The course of the roads, under- and overpasses, level crossings etc.
4. Differences in width and in photo tint.

The network of field roads shows larger differences with the Swiss original, but not consistently. For instance overgrown country field roads were often undetected (e.g. tracks in forest). However, the importance of those paths usually seems to be very small. In open terrain it is possible to draw the field roads with reliability.

## 6.2. Contour lines

(brown signatures)

There are virtually no existing specifications for contour accuracy with small topographic mapping. For the scale 1 : 100,000 one can only mention the tolerance that can be used as a guiding rule for cartographic work in developing countries \*). This tolerance is for the mean square error for accidental terrain on the scale 1 : 100,000:

$$M_H = \pm (13 + 33 \cdot \tan \alpha).$$

With regard to the accuracy of contour lines half a contour interval is generally considered to be the limiting error, so this definition would result in a root mean square error in heights of  $\pm 1/6$ th of the contour interval. For an interval of 50 metres one

---

\*) See "Surveying and Mapping" 1960/4 p. 449-457.

would then have found a root mean square error of approximately  $\pm 8$  metres. However, this value is much smaller than the tolerance given in the a/m formula.

A point by point investigation of the contours in this sense would be too voluminous and would considerably exceed the scope of this investigation. The planimetric error of the contour lines gives much more information than would be found from the height error. This planimetric error can best be made visible by direct comparison of the test results with the original Swiss map (annexes (2) 5, Swiss original = red, plotting results of the Centres = black). The contour lines of the Swiss original, if not displaced by generalization, can be accepted for these purposes as error free because they originate from large scale mapping with terrestrial completion. When half of the contour interval is taken as tolerance limit for these comparisons one can also use half the horizontal distance between the contour lines, which of course presupposes a constant slope of the terrain between the contours. Comparisons in this manner show:

With instruments of first and second order no differences occur that are larger than the half of the horizontal distance between the contour lines. In all cases where the contours are close to each other (i.e. in very steep terrain) very good agreement is found. With the exception of some small unimportant detail forms in forest areas, all terrain forms were shown correctly. Only in very flat terrain (slope of terrain less than  $5^\circ$ ) were somewhat larger discrepancies found. But there also the terrain forms were not affected because in those areas they can no longer be pictured due to the lack of a dense contour pattern. In these areas even the contour line from the Swiss original is not an exact comparison standard because this contour line itself has only the value of a graphic height indication. In flat terrain it is better to use only spot elevations for comparison (see paragr. 6.5).

With the third order instruments some differences occur which are larger than half the horizontal distance between the contour lines. Through this, deformations of terrain forms also arise. This is not surprising, however, because with these instruments residual height errors remained after absolute orientation of up to  $\pm 14$  metres.

#### *6.3. Drainage pattern*

(blue signatures)

The large and main courses and the lakes were recognized correctly by all centres and their situation shows complete conformity. Differences occur at some insignificant small side arms and the highest parts of brooks (including water-sources with only a seasonal flow) that are not very pronounced in the terrain. In these cases the special signature of the legend should have been used much more than was done.

#### *6.4. Forest*

(green signatures)

In common the forest areas have been pictured very well. On the whole more wooded areas have been given than in the Swiss original. This is caused by the fact that the OEEPE legend intentionally defines green areas as areas densely grown with trees, whereas in the Swiss original only forest areas are represented by green. From this, small differences inevitably occur on those places where the vegetation is not so dense, especially where orchards directly join the forest.

The indication of isolated trees and rows of trees is very different and varies from very scattered, to an excessively dense representation. The very large symbol for trees (40 metres in the terrain) permits only a symbolic representation when the character of the landscape or the topographic importance demand this. A comparison with the Swiss original is not possible because it omits this topographic detail.

### 6.5. Spot elevations

Each centre had to determine the altitude of nearly 170 points which were considered appropriate for providing the map with sufficient spot elevations and which were clearly visible on the air photographs. From this number nearly 140 points (80%) could be used for comparison with spot heights from the Swiss maps on the scales 1 : 100,000 and 1 : 25,000.

According to information from the Eidgenössische Landestopographie of 1-4-64, Swiss maps of the test area are based on base maps at the scale 1 : 5,000 and 1 : 10,000. The root mean square error in altitude for spot elevations, which can be determined unambiguously in the terrain, is mentioned as  $M_H = \pm 1$  metre. The Swiss topographic maps 1 : 100,000 and 1 : 25,000 were derived from these base maps and therefore the spot elevations on it can be considered to be as accurate as on the large scale base maps. With respect to the results of the experiment the spot elevations of the Swiss map can be accepted as error free. The height accuracy of small scale European maps is as usually far better than is indicated by the requirements for these scales. A lower limit of accuracy can be established for the production of such maps directly from air photographs, without supplementary surveying in the terrain.

In these comparisons the height differences between the plotting results and the data from the Swiss map have been indicated in their true position on a separate sheet for each centre. From all 7 results the following mean values can be derived:

Differences in m	Instruments of 1st and 2nd order		Instruments of 3rd order in %
	in %	in %	
0	21		8
1	35		15
2	22		12
3	14		11
4	4		9
5	2		9
more than 5	2		36

The instruments of 1st and 2nd order show a result with a maximum error of about  $\pm 5$  m.

Annexes (2) 6 show the differences between the plottings of the different centres and the Swiss map in their correct planimetric positions. To give a good impression all results above  $\pm 5$  m were marked. This shows the systematic parts of the given differences more clearly, particularly the results of the third order instruments which do not have a correct geometrical solution.

Annexes (2) 7 show the passpoints and the residual errors after the orientation for each model (figure on top: error of position in 1/10 mm with direction, figure on bottom: error of altitude in metres).

With the third order instruments used in this experiment this 5 metre limit has been clearly exceeded because of the fact that the distribution of control points for these instruments was unfavourable, as shown by the large systematic errors. From the sheets with height differences (annexes (2) 6), it can be concluded that better results can be expected from plotting with third order instruments if a more adequate distribution of control points is achieved.

## 7. Conclusions

### 7.1. Optimum conditions for production of air photographs

One of the most important conditions for the rational production of small scale photogrammetric maps is the right choice of the surveying camera. The requirements for these instruments are partially of a conflicting nature:

Large picture scale to ensure that the terrain details can be recognized correctly.

At the same time the photographed area must be as large as possible (small number of models, few control points).

Optimum height accuracy.

Good visibility of the terrain (in spite of trees and relief).

Flying altitude as low as possible.

As the investigations have shown an optimum compromise between these partially conflicting requirements is attained with a super wide angle lens (lens aperture 120°; focal distance nearly 9 cm) and a picture size of 23 × 23 cm (9 × 9 inch). To achieve the desired photoscale of 1 : 60,000 to 1 : 80,000 with this camera (see paragraph 2) a flying height of 5,400 to 7,000 metres above ground is necessary. This flying height can be reached with the normal surveying aeroplanes and even when weather conditions are less than optimum, air photographs can be produced, sometimes with difficulty, which are satisfactory for this purpose. A forward overlap of 80% and a lateral overlap of 25% have been proved adequate to fulfil the condition of good visibility of all terrain details in spite of vegetation and relief. With this percentage of overlap one has several possibilities of model formation, and the most favourable angles of intersection of the rays may be chosen where there is difficulty with some details. For a photogrammetric map at 1 : 100,000 we recommend, therefore, the flight conditions chosen for this test.

## *7.2. The instruments used*

The problems of determination of control points and aerial triangulation will not be examined here. Only the best choice of instrument with respect to topographic mapping had to be studied in this test.

The test has shown that all types of instruments, including instruments of third order, give satisfactory planimetric accuracy, with a proviso that the plotting scale is not equal to the final map scale. The maximum resulting planimetric error after final absolute orientation amounts to 0.6 mm in two of the seven test results. Because the plotting scale was at least twice the final scale, the error was reduced to 0.3 mm. This error however is imperceptible even in the case of undisplaced lines, because the smallest thickness of lines, according to the legend, is 0.2 mm.

As to the height accuracy distinct clear differences between the results of the different types of instruments have come to light. The instruments of first and second order fulfil the conditions completely when the relief is shown with 50-metre contour lines and the maximum error for spot elevations is fixed at  $\pm 5$  metres. The third order instruments used in this test do not always fulfil these requirements (see paragr. 6.2 and 6.5).

A comparison with affine-methods cannot be made because no participant has decided to choose it.

For all types of instruments used for topographic plotting the possibility of plotting with one operator has to be preferred, not only from an economic point of view, but also on the ground of working technique (see paragr. 7.3.5).

## *7.3. Working technique*

### *7.3.1. Plotting scale*

The test has proved that under severe requirements the plotting must not be carried out on the final map scale, but, if possible, twice or four times larger.

Causes: reduction of planimetric error (see paragr. 7.2);

the drawing can be done with black and coloured pencils in coarse lines and therefore can be executed also by personnel less skilled in cartography;

use of less stable material (such as drawing paper) is permitted.

Ratios larger than 1 : 4 between final map scale and plotting scale have proved unfavourable because the areas to be drawn and the symbols become unsuitably large, and because the generalization becomes more and more difficult. In the test "Schweizer Block" with final map scale 1 : 100,000 the following plotting scales were used:

1 participant used a plotting scale of 1 : 100,000

5 participants used a plotting scale of 1 : 50,000

1 participant used a plotting scale of 1 : 25,000.

Plotting of twice map scale, 1 : 50,000 in this test has proved to be the most efficient, also with a view to the total production method.

### 7.3.2. Types of plotting sheets

The kind of drawing material used during the plotting depends in the first place on:

1. the working method (scribing, drawing with pencil, ballpoint etc.),
2. the equipment of the plotting room (with or without air conditioning),
3. the ratio between plotting scale and final map scale (see paragr. 7.3.1).

In air-conditioned rooms the use of normal drawing papers has proved possible if the ratio between final map scale and plotting scale is not larger than 1 : 2. This offers several advantages: simple drawing, corrections can be made easily, the junction of two neighbouring sheets can be provided easily with translucent paper, cutting for later mounting is very easy.

In rooms without air-conditioning the use of stable materials, such as drawing paper with metal base (Korrektostat), transparent polyester sheets etc., is necessary. The material to be used in each case depends on the selected working method.

As can be seen from the synopsis (annex (2) 4) in this experiment all the above-mentioned materials were used.

### 7.3.3. Drawing pencil of the plotting instrument

For stereo plotting the condition must be fulfilled that all those lines which need little or no cartographic generalization or exaggeration, are plotted directly by the pencil of the instrument in such a way that they are fit for reproduction. We thus avoid irrational supplementary drawing operations. The condition is of decisive importance in the choice of drawing pencil.

### 7.3.4. Colour separation during plotting

Subsequent colour separation has to be taken into consideration during the plotting work. In the most ideal case this colour separation can be executed directly on the plotting instrument during plotting, whereby the different colours are each mapped on a separate sheet (direct scribing). Also later in this report we will discuss the extent to which this method meets all other requirements.

To facilitate at least the photo-mechanical colour separation, the procedure of plotting planimetry and contours plus drainage pattern on separate sheets has proved valuable. There is a close relation between the drainage pattern and the contours, and in this manner it is easy to bring them in accordance with each other.

To plot the whole planimetry on one sheet is justified only when a manual colour separation has been provided in the working scheme. But even then a plotting sheet overcrowded with lines can prove disadvantageous.

Plotting the spot elevations on a separate transparent sheet has been shown to be efficient. It is then possible to put this sheet over the planimetric or contour sheet and observe and correct any discrepancies.

### 7.3.5. Plotting table

For topographic plotting at small scales the plotting should preferably be done by one operator. This is justified not only from the point of view of saving man-power but also and especially on grounds of working technique. It has been shown to be advantageous if the operator, who in most cases interprets and often generalizes at the same time, can personally carry out corrections and some drawing activities or checks directly at the plotting table. In this way the whole plotting is done by one person at one time and further sources of errors through supplementary operations and interpretation by another person are avoided.

With some working methods it has been necessary to have the plotting table constructed as a light table. This is especially so when mapping on separate sheets (see paragr. 7.3.4) for the register of the different sheets can then be achieved very simply.

### 7.3.6. Plotting of planimetry

There are three fundamental plotting methods possible, depending on the working technique used:

1. All planimetric lines from the photograph are mapped (line plotting). Interpretation during plotting is necessary only to the extent of marking these lines to show to which group of colours (or lines) they belong. In this method the line pattern must be a true representation of the air photograph (annex (2) 8).
2. Only those lines are plotted which are necessary for the final map scale. This is only possible where:
  - a) the interpretation and the generalization have been executed on air photographs (enlargements) before plotting and these documents are available during the plotting as guiding documents,
  - b) the interpretation and the generalization are carried out during plotting.
3. As with method 2 but as well as the plotting of each detail, cartographic fair drawing is carried out on the plotting table of the instrument. To ensure the correct register between subsequent colour separations, it is necessary to plot all the planimetry on one sheet, or where a number of translucent sheets are used, to provide the plotting instrument with a light table (see paragr. 7.3.5).

## 7.4. Sequence

### *of photogrammetric plotting, interpretation, generalization and cartographic fair drawing*

These 4 stages of the work are closely connected and dependent upon each other. A definite working technique in one of these working stages already requires very definite techniques (see paragr. 7.3) in the other stages, to avoid unnecessary extra work and periods of idleness.

The connection between *interpretation and generalization* is very strong, because interpretation can only be done during observation of the stereo model, and generalization has to be executed at the same time (see Joint report of all centres about the inter-

pretation experiments "Bedford" and "Waterbury", paragr. 2.2). A completely schematic generalization based solely on the drafted manuscript has been shown to be very unrealistic. The generalization has to take in account all important characteristics of the situation at that time. This is only possible with simultaneous observation of the stereo model.

It has proved efficient to execute at least the greatest part of *the interpretation, the generalization and a certain cartographic work* in a common phase of the work. *Final cartographic representation* according to the legend, must be preceded by interpretation and generalization, so there are only two possibilities, viz. either after the plotting (except for densely built-up areas), or during the plotting work. As the latter method takes very much valuable instrumental time, it will normally be more efficient to carry out cartographic representation after the plotting procedure.

We have now to examine only the sequence of interpretation plus generalization with respect to photogrammetric plotting. There are three methods:

1. Interpretation and generalization before plotting. This can be done on enlarged air photographs (up to  $3 \times$  enlargement) with colour pencils. These manuscripts serve as a model for the plotting (see paragr. 7.3.6 point 2 a).
2. Interpretation and generalization during stereo plotting, with observation of the stereo model by the operator (see paragr. 7.3.6 point 2 b).
3. Interpretation and generalization after the plotting, based on a line plot in colours (see paragr. 7.3.6 point 1).

The preference of one of these three can only be judged in connection with the total working scheme, which has been selected. The advantages and disadvantages of the different methods are indicated in paragraph 8.

A special case are the larger, densely built-up areas (towns, villages, large factories, etc.). There is a proven technique for this eventually which was not tried in the "Schweizer Block" experiment, although it has been tested in other similar investigations. It would be inefficient to plot every detail with a stereo plotter in densely built-up areas. In general the height differences in such limited areas are small, so rectifications can be produced with sufficient accuracy, especially for small scales with extreme generalization. Details plotted by the stereo plotter, can be used as control data for this rectification. By laying transparent material, over the rectified photograph, the interpretation, generalization and exact cartographic representation can be carried out simultaneously. Stereoscopic observation of the corresponding air photographs is a good aid. These drawings are subsequently copied manually into the plotting manuscript, using previously plotted auxiliary lines for registration. This manual copying ensures a good fit with the overall plotting manuscript. Labourious and prolonged plotting work is thus avoided, which could not otherwise be prevented for densely built-up areas.

## 8. Working procedures

In the experiment "Schweizer Block" the working method was purposely left unspecified to encourage a variety of methods and thus facilitate mutual comparisons. As result of the experiment it can be stated that it is not possible to determine *one definite working method* as the ideal solution. Rather, the experiment has demonstrated that more methods can be considered, and that efficient application depends

on the current special circumstances. By this we mean instrumental equipment, equipment of the plotting rooms, the degree of craftsmanship and the number of co-operators, the existing reproduction equipment and finally the accuracy tolerances for the map. So for each specific case one has to decide which working method will be most favourable under the existing circumstances.

Some tested working methods are elucidated below, including their advantages and disadvantages and the necessary suppositions for each of them.

### *8.1. Direct scribing*

with the plotting instrument on coated sheets at the final map scale

Interpretation and generalization are performed during plotting (see paragr. 7.4). At the same time some cartographic representation is achieved through the use of different scribing needles, blades, etc. Different colour separations (except for forest) are produced directly on the plotting instrument, for which transparency of the plotting table is desirable. Final cartographic representation is carried out during scribing outside the plotting room. Subsequent production of press plates is achieved by direct copying. This method is indeed the quickest, but is not favourable for cartographic representation.

Advantages: Very little additional work, no repro-photography necessary, total production time is small.

Disadvantages: Highly skilled operators are necessary, who are also able to carry out the interpretation and generalization and who can draw contour lines with a very high degree of precision. Much instrument time is necessary. Very difficult cartographic operation through the direct scribing. It is difficult to make corrections on the scribe coats in those cases where the map details have been displaced from their true position (exaggerated dimensions due to the legend).

The application of this method will therefore be efficient only where cartographic demands are low, if the map has to be produced in a very short time and if highly skilled operators are available.

In the experiment "Schweizer Block" the organization at Zürich tried to apply this method. The richness of details in the sample showed the difficulties of the desired generalization so clearly that the subsequent fair drawing was not done. The time spent must not be compared with that spent by other centres. Direct scribing is only favourable for areas without many details.

### *8.2. Plotting at the final map scale*

on 2 separate sheets with the aid of a generalization model produced beforehand

Interpretation and generalization performed before the stereo plotting with coloured pencils on transparent sheets put over enlarged air photographs. Cartographic representation after plotting. The result is reproduced on glass plates for scribing. Colour separations are produced during scribing.

**Advantages:** The most efficient use of the plotting instrument is achieved. It is not necessary for the plotting and the interpretation to be carried out by the same person. A high drawing ability is not necessary for the production of the scribing guide.

**Disadvantages:** It is necessary that more persons make themselves familiar with the same topographic situation. The work is divided into several steps, each being executed by a different person which makes the result very vulnerable to errors caused by the transfer of work from one person to another. Final generalization is very difficult on air photographs with a high degree of enlargement.

This method was not practiced by any participant of the "Schweizer Block" experiment. It seems particularly suitable for areas where differences in altitude are small enough to permit the production of rectified photographs. If these rectifications have sufficient accuracy they can be used instead of enlarged photographs, and the final cartographic work may then be done together with the interpretation and generalization. The result can be combined with stereoplotting output with the aid of auxiliary lines (see paragr. 7.4 last part).

### *8.3. Plotting at the double map scale*

on 2 separate sheets (planimetric features, without drainage pattern,  
on "Korrektostat", contours plus drainage pattern on "Astralon")

Interpretation, generalization and cartographic representation are executed in the course of the plotting procedure on the stereo plotter. The result is photographically reduced to map scale and reproduced on glass plate. Colour separations are made during scribing (annex (2) 9a).

**Advantages:** Through 1 person carries out 4 stages of the work together, therefore good uniformity is achieved and there is little possibility for errors. Little additional work, shorter total time.

**Disadvantages:** The operator must be able to interpret as well as generalize and draw skilfully. Very much instrumental time is needed.

Because all important work is done at the instrument, in this method, the application is possible only if operators are available who are experts on all these subjects. In concentrating more stages of the work in one single phase, a short total amount of time is achieved. The Frankfurt organization has worked with this method and from the annex (2) 4 it can be seen that much instrumental time is used but that the total amount of time is small.

### *b/wf 8.4. Plotting of the line pattern at double map scale on 2 separate sheets*

Interpretation partly at the instrument for marking the signatures in colours. From the 2 plotting sheets 2 negatives are produced and these negatives are copied together on coated polyester sheets ("Stabilene") for scribing. Scribing for each colour on a separate colour guide sheet with simultaneous generalization and cartographic representation. Final reduction to map scale for production of printing plates (annex (2) 9b).

- Advantages: Economical use of the stereo instrument. It is not a prerequisite that the operator is able to generalize as well as to have good drawing capacities. Little additional work between the different stages of the procedure. Small total amount of time.
- Disadvantages: Draftsmen must be able to generalize and also to procedure the cartographic representation. A well-functioning reproduction section is required because after finishing each scribed guide, a new colour guide has to be produced for the next colour.

This method can be practiced only if highly skilled draftsmen are available for scribing, and there is an efficiently good functioning reproduction department. As the total production time of Delft (annex (2) 4) shows in the synopsis this method delivers results very quickly. Highly experienced engravers are, however, an absolute necessity.

*8.5. Plotting of the line pattern at double map scale  
on 2 separate sheets of normal drawing-paper  
(and spot elevations on a transparent sheet)*

Interpretation at the instrument for the marking in colours of the signatures (ballpoint pencil). The most important part of the interpretation does not occur on the instrument. Generalization and cartographic representation are carried out simultaneously with coloured pencils. Colour separation with the help of filtering during reprophotography, and fair drawing on "Astralon". Next reduction on map scale and scribing on glass (annex (2) 9 c).

- Advantages: Economical use of the instrument. It is not necessary for the operator to have both capacities viz. to generalize and to be a good draftsman. Drawing on paper is easy. Simple means of making connections between the different sheets and for assembling. Interpretation, generalization and cartographic representation performed by one person in one stage of work.
- Disadvantages: Longer total time. Air conditioned rooms desirable because of the instability of drawing paper. Much additional work.

This method will be suitable in those cases where the time is not an important and limiting factor and where only less skilled personnel is available. This method was tried at Vienna.

Where only limited reproduction possibilities are available but a sufficient number of personnel, this method can be used successfully by producing all colour separations manually, each being simply a fair drawing (in ink) on "Astralon" (tried at Munich).

## 9. Final conclusions

This test of Commission E was a contribution to the solution of some important problems of original map making at small scales from air photographs. Not all questions were answered completely totally right, such as the search for an optimum working method for all possibilities. The method to use at any one time depends on the special conditions relating to the project and to the organization.

The results received up till now have shown that for several difficult circumstances on the area to map some very useful methods can be chosen. These results are a good base for further studies. Such studies should be done with photographs of characteristic test areas of developing countries to get results especially suitable for such areas.

**S 51 — 506 d**

**Printed in West-Germany V.I/69 PTo**

Gesamtherstellung (*mit Zustimmung der OEEPE*):  
Institut für Angewandte Geodäsie  
Frankfurt a. M. 1969

**Die Höhenmeßgenauigkeit  
einfacher photogrammetrischer Kartiergeräte**

Bemerkungen zum Versuch „Schweizer Block“  
der Kommission E der OEEPE

(mit 7 Bildern, 3 Tabellen)

*Von Karl Schürer, Frankfurt a. M.*

**ZUSAMMENFASSUNG:** Die Untersuchungen über die mit einfachen photogrammetrischen Kartiergeräten erzielte Höhengenauigkeit beim Versuch „Schweizer Block“ der OEEPE Kommission E wurden erweitert. Unter Berücksichtigung eines für diese Geräte geeigneten Paßpunktschemas wurden die Ergebnisse überprüft und die erreichbare Höhengenauigkeit ermittelt.

Die vorgeschlagenen Fehlergrenzen für die Höhendarstellung mit Schichtlinien können demnach auch mit einfachen Kartiergeräten eingehalten werden. Damit ist nachgewiesen, daß diese Geräte für kleinmaßstäbige Kartierungen aus Überweitwinkelbildern geeignet sind.

**SUMMARY:** The investigations performed by Commission E of the OEEPE within the test "Swiss Block" on the vertical accuracy obtained by simple photogrammetric plotting instruments have been extended. By means of a control point scheme suitable for these instruments one has checked the results and determined the attainable accuracy of contours.

The results showed that the proposed tolerances for the representation of relief by means of contour lines can also be observed with simple plotting instruments. Thus it is proved that these instruments are suitable for small-scale plottings to be made from ultra wide-angle photographs.

**RÉSUMÉ:** Dans l'essai du »Bloc suisse«, la Commission E de l'OEEPE a étendu ses recherches sur la précision altimétrique obtenue à l'aide d'appareils simples de restitution photogrammétrique. En tenant compte d'un schéma de points de contrôle propre à ces appareils, on a examiné les résultats et déterminé la précision altimétrique qu'on peut atteindre.

Selon les résultats obtenus, ces appareils simples de restitution permettent également d'observer les tolérances qu'on a proposées pour la représentation du relief au moyen de courbes de niveau. De cette façon on a mis en évidence que ces appareils sont aussi susceptibles d'exécuter des restitutions à petites échelles en partant de photographies super-grandangulaires.

*Der Bericht der Kommission E der OEEPE zum Versuch „Schweizer Block“ enthält unter anderem einige Angaben über die Höhenmeßgenauigkeit verschiedenartiger Auswertegeräte. Diese Angaben werden durch einige zusätzliche Untersuchungen ergänzt.*

## **1. Einleitung**

Mit dem Versuch „Schweizer Block“ sollten einige Fragen über die photogrammetrische Herstellung von Karten im Maßstab 1 : 100 000 geklärt werden.

Im Vordergrund der Untersuchungen standen Fragen der Interpretierbarkeit topografischer Details aus kleinen Bildmaßstäben. Daneben sollten die Probleme der photogrammetrischen Auswertung, des Geräteeinsatzes und die Ausbildung optimaler Arbeitsmethoden erörtert werden.

An dem Versuch beteiligten sich 3 Auswertestellen mit 4 Projektionsgeräten der Typen Wild B8, B9 und A9. Zwei weitere Auswertestellen benutzten für den Versuch einfache Kartiergeräte, die Auswertestelle Karlsruhe das Stereotop von Zeiss und die Auswertestelle Delft das Stereomikrometer der Officine Galileo. Die Auswertestelle Frankfurt führte den Versuch je zur Hälfte mit einem B8 und mit einem Stereotop aus.

Für den Versuch waren 4 Modelle aus einem Flug mit einer Überweitwinkel-Kammer Wild RC9 zu kartieren. Der Bildmaßstab war 1 : 75 000. Als Paßpunkte waren 6 Punkte pro Modell gegeben, die Übertragungspunkte aus einer Aerotriangulation (vgl. Bild 1).

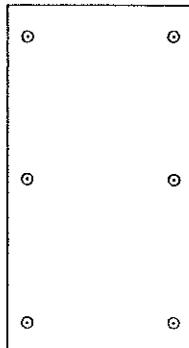


BILD 1 — Gegebenes Paßpunktschema

Nach Abschluß der Arbeiten war der Kommission E die generalisierte Kartierung im Maßstab 1 : 100 000 mit 50m-Höhenlinien vorzulegen, dazu die Restfehler der Paßpunkte nach abgeschlossener Orientierung und die Höhen von 240 vorgegebenen Punkten.

Die Ergebnisse wurden miteinander verglichen und in einem offiziellen Bericht [1] dargestellt.

Im Zusammenhang mit der Frage des Geräteeinsatzes wurden die Meßgenauigkeiten der an dem Versuch beteiligten Geräte behandelt. Während die Lagegenauigkeit aller Geräte

# ZEISS

CARL ZEISS — 7082 Oberkochen — Postfach 35/36

## INFORMATION CIRCULAR

7082 Oberkochen, Postfach 35/36

Telefon (0 73 64) 2 01.

Durchwahl: siehe unten

Telegramm: ZEISSWERK Oberkochen

Fernschreiber: 7-13 213

Bank: Deutsche Bank AG, Heidenheim

Postscheck: Stuttgart 20 15

Bahnstation: Oberkochen (Württ.)

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unsere Zeichen

TL Geo-Bms/Mei/PM 3244

Durchwahl:

(0 73 64) 20

Oberkochen

May 1969

Enclosed please find a copy of the special publication No. 4 of the OEEPE,  
edited by the Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt.

This publication deals with the height-measuring accuracy of simple photogrammetric plotting instruments. It therefore represents an important contribution to the paper "Versuch Schweizer Block - Joint Report of all Centres of the Commission E of the OEEPE", Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen RVH 13, Frankfurt a.M., 1966.

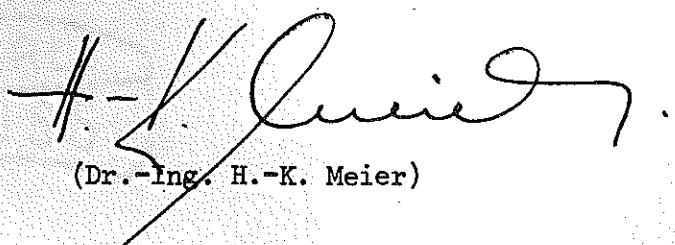
The "Joint Report" of the year 1966 was formerly used for advertising purposes by a well-known Swiss firm. Since the special publication No. 4 is now available, we shall submit it to a wider circle of experts.

We would recommend you to give your particular attention to the data given in both reports, especially to table 2 and chapter 6 of the attached special publication No. 4.

Yours faithfully,

C A R L Z E I S S

Abteilung für  
Geodäsie und Photogrammetrie



(Dr.-Ing. H.-K. Meier)

Enclosure



den gestellten Anforderungen genügte, ergaben sich für die Höhenmeßgenauigkeit der einfachen photogrammetrischen Kartiergeräte keine befriedigenden Ergebnisse. Als Grund dafür wird die für diese Geräte ungünstige Paßpunktanordnung genannt, die zu großen systematischen Höhenfehlern Anlaß gab.

Im folgenden soll versucht werden, die für einfache Kartiergeräte erreichbare Höhenmeßgenauigkeit aus dem veröffentlichten Zahlenmaterial dieses Versuchs zu ermitteln und diese Genauigkeit mit derjenigen für die Projektionsgeräte zu vergleichen.

## 2. Höhenfehler

Zur Bestimmung der Höhenmeßgenauigkeit konnten 140 der gemessenen 240 Koten benutzt werden. Für diese 140 Punkte war ein Vergleich mit den Höhenangaben der Schweizer Karten 1 : 25 000 und 1 : 100 000 möglich, deren Genauigkeit von der Eidgenössischen Landestopographie mit  $\pm 1$  m angegeben wurde.

### 2.1. Fehler der Höhenkoten bei den Projektionsgeräten

Die Höhenfehler  $f_h$  der Projektionsgeräte liegen im Intervall von

$$-22 \text{ m} \leq f_h \leq +24 \text{ m},$$

der mittlere Höhenfehler  $m'$  beträgt  $\pm 2,6$  m. Die Zahlen stammen aus 616 Einzelmessungen.

Nimmt man den 5-fachen mittleren Fehler als Grenzfehler, in diesem Fall 8 m, dann müssen 5 Beobachtungen als grob fehlerhaft betrachtet werden. Schließen wir diese aus, so verbleibt ein Fehlerintervall von

$$-7 \text{ m} \leq f_h \leq +7 \text{ m}$$

mit einem mittleren Höhenfehler von

$$m = \pm 2,0 \text{ m}.$$

Die mittleren Höhenfehler der vier verschiedenen Ausmessungen liegen dicht beieinander; sie schwanken nur zwischen  $\pm 1,8$  m und  $\pm 2,5$  m.

Mit dem Chi-Quadrat-Test und der Signifikanzzahl  $\alpha = 5\%$  wurde die Normalverteilung der Höhenfehler nachgewiesen. Das Maximum der Fehlerhäufigkeit liegt bei  $+0,2$  m (vgl. Bild 2).

### 2.2. Fehler der Höhenkoten bei den einfachen Kartiergeräten

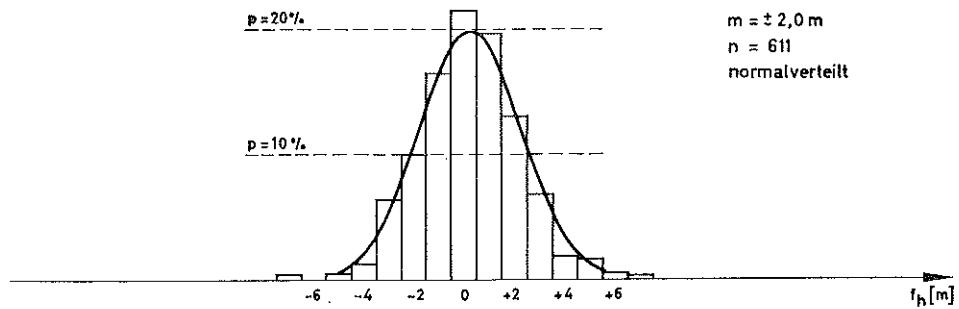
Die Höhenfehler  $f_h$  der einfachen Kartiergeräte liegen im Intervall von

$$-24 \text{ m} \leq f_h \leq +31 \text{ m},$$

der mittlere Höhenfehler  $m'$  beträgt  $\pm 8,5$  m. Die Zahlen stammen aus 340 Einzelmessungen.

Diese Fehler sind nicht normal verteilt. Das Maximum der Fehlerhäufigkeit liegt bei  $+1,6$  m. Systematische Fehler beeinflussen daher das Ergebnis. Dies geht auch deutlich aus den Beilagen (2) 6.3 und (2) 6.6 zu [1] hervor (vgl. Bild 2).

Häufigkeit der Höhenfehler  $f_h$  bei Projektionsgeräten



Häufigkeit der Höhenfehler  $f_h$  bei einfachen Kartiergeräten

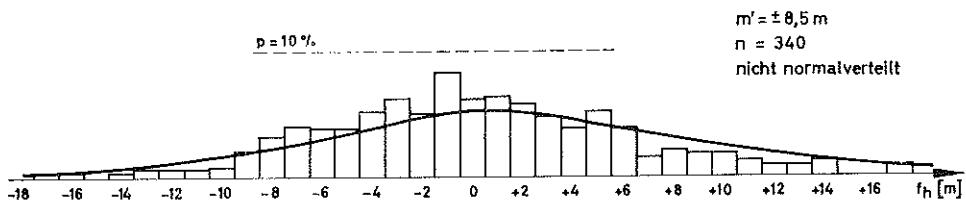


BILD 2

Häufigkeitsverteilung der Höhenfehler kotierter Punkte  
bei Projektionsgeräten und einfachen photogrammetrischen Kartiergeräten

### 3. Systematische Höhenfehler bei den einfachen Kartiergeräten

Bei den einfachen Kartiergeräten werden die Höhen indirekt gemessen. Aus den Stereobildern werden zunächst  $x$ -Parallaxen ermittelt und anschließend diese Parallaxen in Höhen umgerechnet.

Bei diesem Verfahren führen Abweichungen der Aufnahmeanordnung vom Normalfall zu Modellfehlern, die nur bei einer geeigneten Paßpunktanordnung erkannt und korrigiert werden können.

Beim Stereotop werden Modellverbiegungen — mit Ausnahme zylindrischer Verbiegungen infolge von Längsneigungen der Bilder — mit mechanischen Rechengetrieben korrigiert. Die Auswirkung dieses sogenannten  $\varphi$ -Zylinders kann auf  $\frac{1}{4}$  des ursprünglichen Betrages reduziert werden, wenn das Modell geteilt wird und die beiden Modellhälften getrennt ausgemessen werden.

Beim Stereomikrometer wird zur Kompensation der Modellverbiegungen eine mechanische Korrekturfläche benutzt, die so verformt werden kann, daß die Ergebnisse der Höhenmessungen frei von den Einflüssen der Modellverbiegungen sind.

Mit dem für den Versuch „Schweizer Block“ vorgegebenen Paßpunktschema lassen sich die gegebenen Korrekturmöglichkeiten nicht ausnützen. Bei dieser Anordnung bleiben

die  $\varphi$ -Zylinder unerkannt. Mit einem oder zwei Paßpunkten in der zur Basis senkrechten Symmetrieachse des Modells — anstelle der Punkte in der Nähe des Nadirs — hätte diesem Mangel abgeholfen werden können (vgl. Bild 3).

Wäre die Beurteilung der Meßgenauigkeit der verschiedenen an dem Versuch beteiligten Geräte von Anfang an beabsichtigt gewesen, so hätten schon vor der Aerotriangulation die Paßpunkte in dieser Anordnung ausgewählt werden müssen. Das Versuchsprogramm ist aber erst später um diese Frage erweitert worden; die Paßpunktanordnung konnte dann nicht mehr geändert werden.

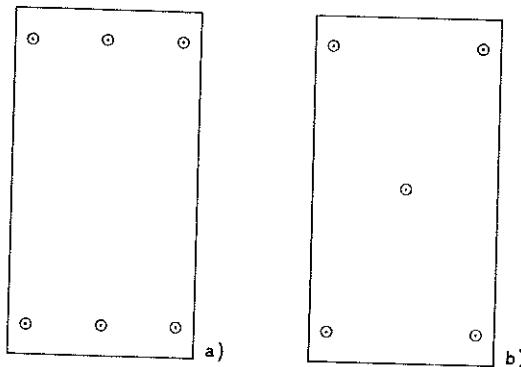


BILD 3

Paßpunktschema für das Stereotop und das Stereomikrometer

Die Höhenfehler aus dem Vergleich der terrestrisch bestimmten Koten mit den Messungen der einfachen Kartiergeräte enthalten demnach nicht nur die Meß- und Orientierungsfehler, sondern auch die durch die Aufnahmeverhältnisse bedingten  $\varphi$ -Modellverbiegungen.

Es kann aber nicht das Ziel des Versuchs „Schweizer Block“ gewesen sein, die Fehler der einfachen Kartiergeräte bei ungünstigen Voraussetzungen festzustellen.

### 3.1. Höhenfehler bei reduzierten Modellverbiegungen

Die Auswertestelle Frankfurt hat zwei Modelle mit dem Aviographen Wild B8 gemessen und jeweils am südlichen Modellrand einen zusätzlichen Punkt bestimmt, der bei der Auswertung der übrigen beiden Modelle mit dem Stereotop als Paßpunkt verwendet werden konnte. Das hat zur Folge, daß in diesen beiden Modellen wenigstens am nördlichen Rand je ein zusätzlicher Paßpunkt zur Verfügung stand, der allerdings photogrammetrisch bestimmt worden ist.

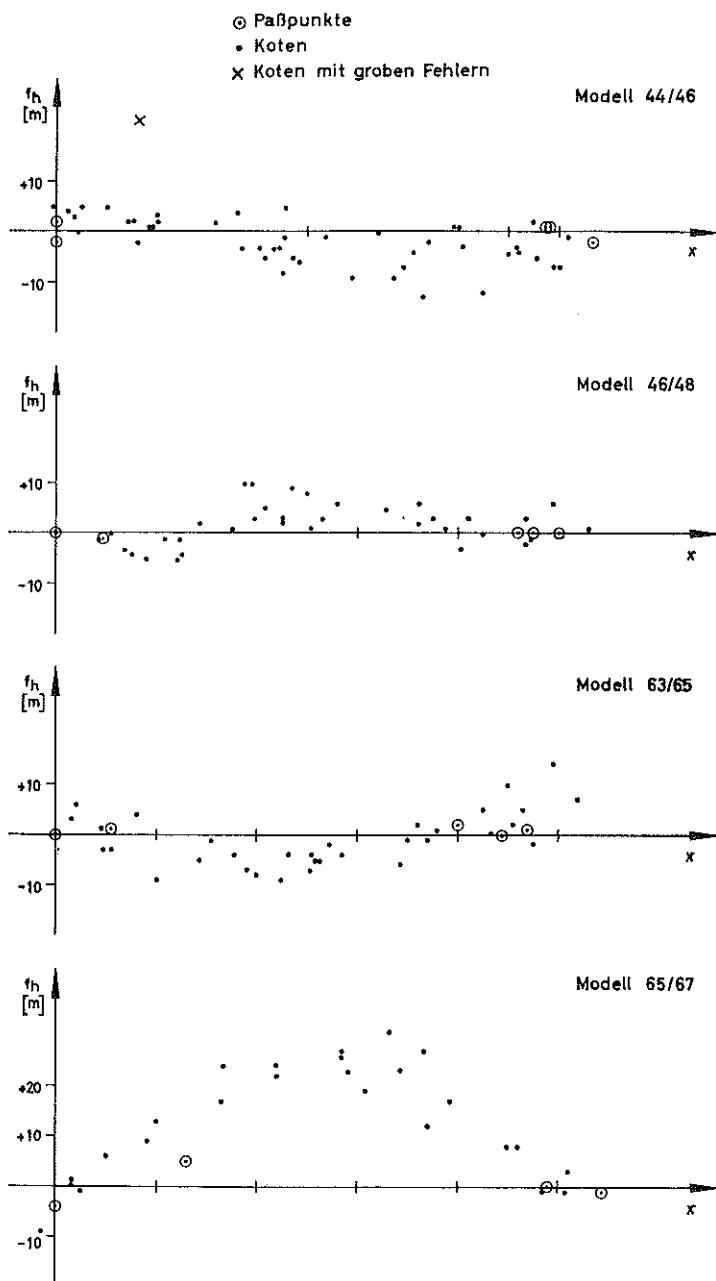


BILD 4 a — Höhenfehler der Modelle für das Stereotop

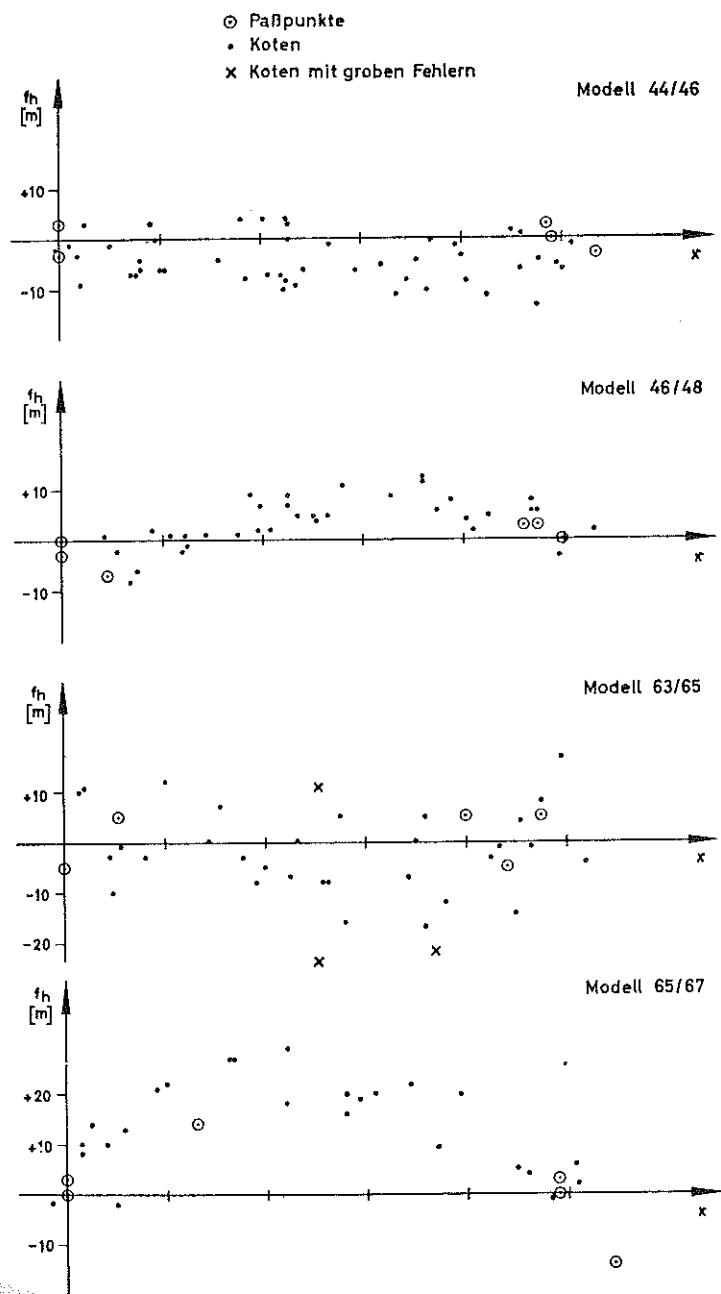


BILD 4 b — Höhenfehler der Modelle für das Stereomikrometer

Diese Ergebnisse weichen daher bemerkenswert von denen der beiden übrigen einfachen Geräte ab, erlauben aber einen besseren Vergleich der erreichten Höhenmeßgenauigkeit zwischen Projektionsgeräten einerseits und einfachen Kartiergeräten andererseits.

Aus 57 gemessenen Koten ergaben sich Höhenfehler  $f_h$  im Intervall von

$$+8 \text{ m} \leq f_h \leq -8 \text{ m}$$

und ein mittlerer Höhenfehler  $m = \pm 3,7 \text{ m}$ . Allerdings stützen sich diese Angaben auf nur sehr wenige Beobachtungen.

Um das Zahlenmaterial zu vergrößern, haben wir nun noch den übrigen mit den einfachen Kartiergeräten gemessenen Modellen zusätzliche Höhenpaßpunkte eingefügt und den Einfluß der  $\varphi$ -Verbiegungen reduziert.

### 3.2. Berechnungen der $\varphi$ -Verbiegungen

Die Höhenfehler der Koten und der Paßpunkte in den einzelnen Modellen sind für das Stereotop in Bild 4a und für das Stereomikrometer in Bild 4b als Funktion von  $x$  dargestellt. Die Fehlerdiagramme zeigen für die einzelnen Modelle beider Geräte ähnliche Formen. Die erhaltenen Fehler hängen also mit Sicherheit zu einem großen Teil von den Aufnahmeverhältnissen ab.

Für jedes Modell bestimmten wir mit der Methode der kleinsten Quadrate die Koeffizienten des Polynoms

$$f_h = k_0 + k_1 x_i + k_2 x_i^2$$

Dafür verwendeten wir die Höhenfehler aller verfügbaren Paßpunkte und Vergleichspunkte.

Mit diesem Polynom werden nur diejenigen Fehler erfaßt, die durch die Vernachlässigung der Korrekturmöglichkeiten für  $\varphi$  entstanden sind.

Die Koeffizienten des Polynoms für die verschiedenen Modelle der beiden Auswertestellen Karlsruhe und Delft sind in Tabelle 1 aufgeführt. Aus den Koeffizienten  $k_2$  lassen sich Angaben über die Größe der Konvergenz der Aufnahmeeachsen  $\Delta\varphi$  und der daraus resultierenden zylindrischen Höhenaufbiegung  $p$  der verschiedenen Modelle ableiten.

### 3.3. Korrektur der Koten

Für die Korrektur der gemessenen Höhen müssen verschiedene Methoden verwendet werden, die der Arbeitsweise der beiden benutzten Geräte entsprechen.

#### 3.3.1. Korrektur beim Stereotop

Bei Arbeiten mit dem Stereotop werden die verbogenen Modelle in zwei Hälften geteilt und jede Hälfte für sich horizontiert.

Analog dazu haben wir für jede der beiden Modellhälften lineare Verbesserungsgleichungen bestimmt (s. Bild 5).

TABELLE 1

Koeffizienten des Polynoms  $f_h = k_0 + k_1 x + k_2 x^2$   
 Konvergenz der Aufnahmeeachsen  $\Delta\varphi$  in [g]  
 Höhenaufbiegung des  $\varphi$ -Zylinders in [m]

Auswertere- stelle	Gerät	Modell			Bez.	Bemerkungen
		44/46	46/48	63/65		
Karlsruhe	Stereotop	+ 5,25	n	+ 2,57	n	Koeffizienten des Polynoms
		- 0,580	52	+ 0,507	41	
		+ 0,00507		- 0,00859	+ 0,01567	
Delft	Stereomi- krometer	- 1,18	- 6,51	+ 3,87	+ 4,07	$f_h = k_0 + k_1 x + k_2 x^2$
		- 0,228	53	+ 0,826	41	
		+ 0,00568		- 0,01278	+ 0,01357	
Karlsruhe Delft	—	+ 0,1	- 0,2	+ 0,6	- 1,5	Konvergenz der Aufnahmeeachsen in [g]
		+ 0,1	- 0,5	+ 0,6	- 1,3	
Mittel		+ 0,1	- 0,5	+ 0,6	- 1,4	$\Delta\varphi$
		- 5	+ 5	- 10	+ 25	$P$
						Höhenaufbiegung des $\varphi$ -Zylinders in [m]

Die mit der Methode der kleinsten Quadrate bestimmte Parabel besitzt an der Stelle  $x_i = 0$  die Ordinate  $a_0 = k_0$ . Für die Stelle  $x_i = b$ , der gemittelten Abszisse der beiden am rechten Modellrand liegenden Paßpunkte, und für die Stelle  $x_i = b/2$  können wir die entsprechenden Werte  $a_1$  und  $a_2$  des Polynoms bestimmen. Dann ist

$$v_{h_i} = a_0 + \frac{2(a_2 - a_1)}{b} \cdot x_i \quad \text{für } x_i \leq \frac{b}{2}$$

und

$$v_{h_i} = 2a_1 + a_2 + \frac{2(a_2 - a_1)}{b} \cdot x_i \quad \text{für } x_i \geq \frac{b}{2}.$$

Es verbleiben die Restfehler der Höhen:

$$f_{r_i} = f_{h_i} + v_{h_i}.$$

Diese Korrektur kann noch verbessert werden, wenn der Auswertehorizont in den beiden Modellhälften verschoben wird um den Betrag

$$\Delta h = \frac{a_1}{8} - \frac{(a_0 + a_2)}{16}.$$

Der Rest des systematischen Fehlers wird damit gleichmäßig in einen positiven und negativen Anteil aufgespalten.

Wir verzichten jedoch hier auf diese Verfeinerung.

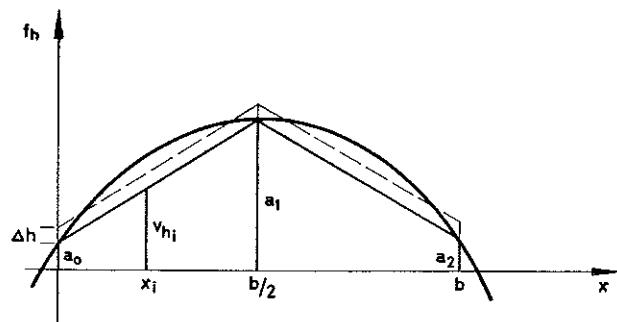


BILD 5 — Höhenkorrektur am Stereotop durch Modellteilung

### 3.3.2. Korrektur beim Stereomikrometer

Die mechanische Korrekturfläche des Stereomikrometers kann der zylindrischen Modellverbiegung angepaßt werden. Deshalb kann das Polynom

$$v_{h_i} = k_0 + k_1 x_i + k_2 x_i^2$$

direkt mit den zuvor ermittelten Koeffizienten  $k_0$ ,  $k_1$  und  $k_2$  für die Berechnung der Höhenkorrektur verwendet werden. Als Restfehler verbleiben wieder

$$f_{r_i} = f_{h_i} + v_h ,$$

### 3.4. Restfehler der Koten

Nach der Korrektur liegen die Höhenfehler  $f_r$  im Intervall von

$$- 19 \text{ m} \leq f_r \leq + 21 \text{ m}.$$

Der mittlere reduzierte Höhenfehler  $m'_r$  liegt bei  $\pm 4,9$  m. Betrachten wir wieder den 3-fachen mittleren Fehler als zulässigen Grenzfehler, also  $\pm 15$  m, dann müssen 4 Beobachtungen als grob fehlerhaft verworfen werden. Die groben Fehler sind in Bild 4a und 4b als solche gekennzeichnet. Im Stereotop-Modell 44/46 haben wir den groben Fehler bei der Bestimmung der Koeffizienten des Korrekturpolynoms nicht verwendet. Beim Stereomikrometer-Modell 63/65 sind die groben Fehler sowohl positiv als auch negativ, so daß ein Einfluß dieser groben Fehler auf die Koeffizienten des Polynoms nicht zu befürchten ist.

Es verbleiben dann noch 336 Beobachtungen in einem Fehlerintervall von

$$- 13 \text{ m} \leq f_r \leq + 15 \text{ m}.$$

Der mittlere reduzierte Höhenfehler geht dann zurück auf

$$m_r = \pm 4,6 \text{ m}.$$

Das Maximum der Fehlerhäufigkeit liegt bei  $- 0,1$  m. Die Restfehler sind normalverteilt (s. Bild 6). Wir haben für die einzelnen Modelle die mittleren Fehler in Tabelle 2 festgehalten, die Mittelwerte und Schlußergebnisse in Tabelle 3.

Im einzelnen ergibt sich

für das Stereotop ein mittlerer reduzierter Höhenfehler von

$$m_r = \pm 3,9 \text{ m},$$

für das Stereomikrometer ein mittlerer reduzierter Höhenfehler von

$$m_r = \pm 5,2 \text{ m}.$$

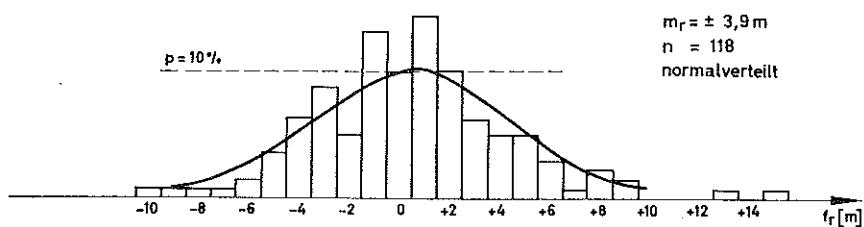
In Bild 4b sieht man, daß die mit dem Stereomikrometer gemessenen Höhen des Modells 63/65 einen besonders großen Fehlerbereich haben. In diesen Messungen stecken 3 der vorher ausgeschalteten groben Fehler und die nach dieser Elimination verbliebenen Extremwerte von  $- 13$  m,  $+ 14$  m und  $+ 15$  m. Der mittlere Höhenfehler  $m_r$  für dieses Modell liegt bei  $\pm 7,5$  m. Sieht man von diesem Modell 63/65 ab, so ergibt sich für das Stereomikrometer ein mittlerer Höhenfehler für Koten von

$$m_r = \pm 4,3 \text{ m}$$

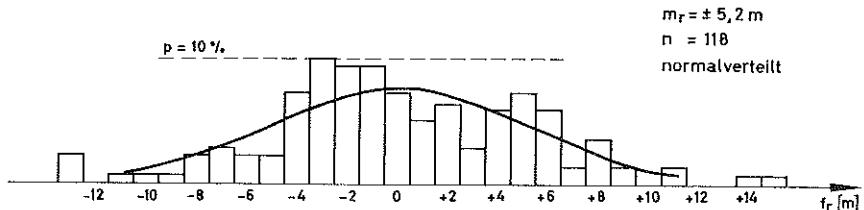
und ein Mittelwert für die beiden einfachen Kartiergeräte von

$$m_r = \pm 4,2 \text{ m}.$$

Häufigkeit der reduzierten Höhenfehler  $f_r$   
der Auswertestelle Karlsruhe (Stereotop)



Häufigkeit der reduzierten Höhenfehler  $f_r$   
der Auswertestelle Delft (Stereomikrometer)



Häufigkeit der reduzierten Höhenfehler  $f_r$   
bei einfachen Kartiergeräten

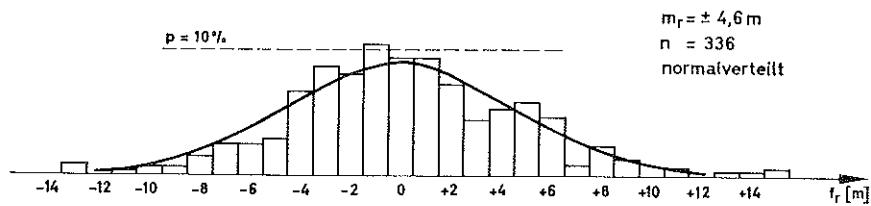


BILD 6

Häufigkeitsverteilung der Höhenfehler kotierter Punkte bei einfachen photogrammetrischen Kartiergeräten mit Paßpunkten in der Modellmitte

TABELLE 2 — Zusammenstellung einiger mittlerer Höhenfehler in m für die einzelnen Modelle

Auswerter- stelle	Gerät	Modell						Mittel	Bez.	Bemerkungen
		44/46	46/48	63/65	65/67	n	[m]			
Frankfurt	Stereotop	—	n	3,4	3,2	4,0	25	3,7	n	mittlere Höhenfehler aus den ursprünglichen Beobachtungen
Karlsruhe	Stereotop	4,9	46	4,5	5,5	5,5	25	8,6	5,7	m'
Delft	Stereomikrometer	6,0	47	6,1	35	8,4	31	15,9	27	9,1 (9,3)*
Karlsruhe	Stereotop	3,6	46	5,5	55	5,5	25	5,5	140	(109)
Delft	Stereomikrometer	4,4	47	5,2	35	7,5	31	5,8	27	5,2 (4,2)
Frankfurt/ Karlsruhe	—	—	—	3,1	27	4,5	24	3,7	51	m <sub>d</sub>
Frankfurt/ Delft	—	—	—	5,9	27	4,7	25	5,5 (4,7)	52 (25)	mittlere Höhdifferenz zweier Auswertestellen (nach Höhentransformation)
Karlsruhe/ Delft	—	45	4,5	35	8,1	30	7,3	25	5,8 (5,0)	135 (105)
Karlsruhe/ Delft	—	45	4,9	35	8,6	50	9,5	25	7,1 (6,4)	155 (105)

\*) Die eingeklammerten Werte sind die Mittel ohne Modell 65/65 der Auswertestelle Delft

TABELLE 5 — Mittlere Höhenfehler der einfachen photogrammetrischen Kartiergeräte

Auswerte- stelle	Gerät	mittl. Hö- henfehler aus den ursprüngl. Beob- achtungen	mittl. reduzierter Höhenfehlcr	mittl. Höhen- fehler	mittl. Einpäß- fehler	mittl. sys- tematischer Höhen- fehler	mittl. syste- matischer Höhen- restfehler	mittl. Auswerte- fehler	mittl. Höhenfehler der Koton
		$m'$	$m_r$	$m_M$	$m_E$	$m_S$	$m_{S/4}$	$m_h'$	$m_h$
Frankfurt	Stereotop	3,7	—	2,5	1,7	—	1,9	2,9	3,4
Karlsruhe	Stereotop	8,6	3,9	2,9	2,2	7,8	1,9	3,6	4,1
Delft	Stereomi- krometer (ohne Mo- dell 63/65)	9,1	5,2	4,9	3,5	7,2	—	6,0	6,0
		(9,5)	(4,5)	(4,0)	(3,5)	—	—	(5,5)	(5,5)
Mittel	Stereotop	—	3,9	2,6	2,0	—	1,9	3,5	3,8
	Stereomi- krometer*)	—	4,5	4,0	3,5	—	—	5,3	5,5
	Gesamtmittel	8,5	4,2	3,5	2,6	7,5	—	4,3	4,5

\*) ohne Modell 65/65 der Auswertestelle Delft

Bei der Deutung dieser Angabe müssen wir beachten, daß bei unserem Verfahren — die optimale Bestimmung der nachträglich eingefügten Höhenpaßpunkte — die zusätzlichen Höhenpaßpunkte nicht mit dem zu erwartenden Einpaßfehler behaftet sind und die Auswirkung der ursprünglichen Einpaßfehler an den Paßpunkten teilweise eliminiert wurde. Der zu vermutende Gesamtfehler der Höhenkoten ist demnach größer.

#### 4. Komponenten der Höhenfehler

Wir wollen versuchen, den gesamten Höhenfehler in seine verschiedenen Komponenten aufzuspalten, das sind im einzelnen die Höhenmeßfehler ( $m_M$ ), die Einpaßfehler ( $m_E$ ) und die verbleibenden systematischen Fehleranteile bei der Modellteilung am Stereotop ( $m_S/4$ ).

Für diese Untersuchungen könnten zwar alle gemessenen Punkte benutzt werden. Zur Wahrung des Zusammenhangs haben wir uns aber auf das von der Kommission E ausgewählte und in [1] veröffentlichte Zahlenmaterial beschränkt. Aus den folgenden Berechnungen wurden die 4 als grob fehlerhaft zu betrachtenden Beobachtungen weggelassen.

Für das Stereomikrometer wollen wir jeweils zwei Ergebnisse angeben, eines mit allen Modellen und eines ohne das Modell 63/65. Der Genauigkeitsunterschied geht vermutlich zu Lasten des Beobachters.

##### 4.1. Höhenmeßfehler ( $m_M$ )

Den reinen Höhenmeßfehler erhalten wir, wenn wir die Ergebnisse der verschiedenen Auswertestellen aufeinander transformieren. Dabei ist zu beachten, daß die Ergebnisse der Auswertestelle Frankfurt aus den getrennt ausgemessenen Modellhälften stammen und deshalb auch getrennt transformiert werden müssen.

Aus den Differenzen der Höhenfehler aller Punkte erhalten wir nach diesen Transformationen einen mittleren Höhenmeßfehler für Einzelpunkte von

$$m_M = \pm 3,8 \text{ m};$$

ohne das Stereomikrometer-Modell 63/65 ist

$$m_M = \pm 3,3 \text{ m}.$$

Nach den Transformationen betrugen die mittleren Höhendifferenzen zwischen den Ausmessungen:

Frankfurt—Karlsruhe       $m_d = \pm 3,7 \text{ m}$ ,

Frankfurt—Delft             $m_d = \pm 5,3 \text{ m}$  (ohne Modell 63/65  $m_d = \pm 4,7 \text{ m}$ ),

Karlsruhe—Delft             $m_d = \pm 5,8 \text{ m}$  (ohne Modell 63/65  $m_d = \pm 5,0 \text{ m}$ ).

Daraus erhalten wir den mittleren Höhenmeßfehler der einzelnen Auswertestellen, und zwar ist für

Frankfurt                     $m_M = \pm 2,3 \text{ m}$ ,

Karlsruhe                     $m_M = \pm 2,9 \text{ m}$ ,

Delft                         $m_M = \pm 4,9 \text{ m}$  (ohne Modell 63/65  $m_M = \pm 4,0 \text{ m}$ ).

Im Durchschnitt ist also der mittlere Höhenmeßfehler für das Stereotop

$$m_M = \pm 2,6 \text{ m},$$

und für das Stereomikrometer

$$m_M = \pm 4,0 \text{ m}.$$

Wir können diese Zahlen noch in mittlere Parallaxenfehler umrechnen und erhalten einen mittleren Parallaxenfehler für das Stereotop von  $\pm 0,04 \text{ mm}$  und für das Stereomikrometer von  $\pm 0,06 \text{ mm}$ . Die Ablesegenauigkeit der Parallaxenmeßschraube beträgt  $0,01 \text{ mm}$  und hat demnach keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit.

Diese mittleren Fehler sind mit einem persönlichen Fehler des Beobachters behaftet. Daher entspricht die hier gefundene Höhenmeßgenauigkeit nicht unbedingt der Gerätegenauigkeit.

#### 4.2. Einpaßfehler ( $m_E$ )

Die ursprünglichen Messungen der Auswertestellen Karlsruhe und Delft enthalten die Meßfehler, Einpaßfehler und die von den Aufnahmeverhältnissen abhängigen systematischen Modellverbiegungen.

Bilden wir nun die Differenzen dieser Messungen, so haben wir den systematischen Anteil, der ja für beide Auswertestellen gleich groß sein muß, eliminiert.

Diese mittlere Differenz aus den Messungen der Auswertestellen Karlsruhe—Delft ist

$$m_D = \pm 7,1 \text{ m} \text{ (ohne Modell 63/65 ist } m_D = \pm 6,4 \text{ m)}$$

und enthält noch die Meßfehler und Einpaßfehler beider Auswertungen. Die Meßfehler der beiden Auswertestellen kennen wir bereits. Nehmen wir das Genauigkeitsverhältnis beider Auswertestellen auch für den Einpaßfehler an, so ergibt sich als Summe von Meßfehler und Einpaßfehler für die Auswertestelle

Karlsruhe  $m_{ME} = \pm 3,7 \text{ m}$ ,

Delft  $m_{ME} = \pm 6,0 \text{ m}$  (ohne Modell 63/65 ist  $m_{ME} = \pm 5,3 \text{ m}$ ).

Daraus ergibt sich ein mittlerer Einpaßfehler der Auswertestelle

Karlsruhe  $m_E = \pm 2,2 \text{ m}$ ,

Delft  $m_E = \pm 3,5 \text{ m}$  (auch ohne Modell 63/65).

Wenn wir wieder das Genauigkeitsverhältnis der Meßfehler zugrunde legen, ist mit einem mittleren Einpaßfehler bei der Auswertestelle

Frankfurt  $m_E = \pm 1,7 \text{ m}$

zu rechnen.

Wir können annehmen, daß die mittleren Höhenfehler an den Paßpunkten (nach der Einpassung) gleich den mittleren Höhenmeßfehlern  $m_M$  sind. Der Einfluß dieser mittleren Fehler an den Paßpunkten auf die Höhe eines einzelnen Punktes  $P_i$  mit den Koordinaten  $x_i, y_i$  innerhalb des Modells (vgl. Bild 7) ist

$$m_{P_i}^2 = \frac{(2x^2 - 2xb + b^2)}{b^2} \cdot \frac{(2y^2 - 2yd + d^2)}{d^2} \cdot m_M^2.$$

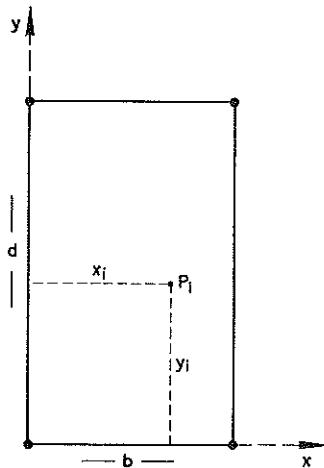


BILD 7

Dabei ist

$b$  der Abstand der Paßpunkte (kurze Formatseite des Modells),  
 $d$  der Abstand der Paßpunkte (lange Formatseite des Modells).

Wir setzen gleichmäßige Punktverteilung voraus und erhalten nach doppelter Integration dieser Gleichung und Division durch die Modellfläche ( $b d$ ) den mittleren Einpaßfehler von

$$m_E = \frac{2}{3} m_M.$$

Die praktischen Ergebnisse dieses Versuchs werden von dieser theoretischen Überlegung weitgehend bestätigt.

Es ist das Verhältnis  $v_E = m_E/m_M$  für die Auswertestelle

Frankfurt

$v_E = 0,74,$

Karlsruhe

$v_E = 0,76,$

Delft

$v_E = 0,71$  (ohne Modell 63/65 ist  $v_E = 0,88$ ).

Die Zahlen der praktischen Ergebnisse können natürlich etwas größer sein, da die Vergleichspunkte nicht ganz gleichmäßig verteilt sind und einige Vergleichspunkte außerhalb des Paßpunktrahmens, d. h. den Integrationsgrenzen der theoretischen Ableitung, liegen.

#### *4.3. Systematische Höhenfehler ( $m_S$ )*

Aus den ursprünglichen Messungen sind durch Vergleiche mit den terrestrisch bestimmten Höhen die Gesamtfehler gebildet worden. Diese betragen bei den Messungen der Auswertestelle

$$\text{Karlsruhe} \quad m' = \pm 8,6 \text{ m},$$

$$\text{Delft} \quad m' = \pm 9,1 \text{ m} \text{ (ohne Modell 63/65) } m' = \pm 9,3 \text{ m}.$$

Ziehen wir davon den Meß- und Einpaßfehler ab, so verbleibt der systematische Anteil.

Dieser Anteil ist bei den Messungen der Auswertestelle

$$\text{Karlsruhe} \quad m_S = \pm 7,8 \text{ m},$$

$$\text{Delft} \quad m_S = \pm 7,2 \text{ m}.$$

Im Mittel beträgt also der beim Versuch „Schweizer Block“ in den Messungen der einfachen Kartiergeräte enthaltene Fehler

$$m_S = \pm 7,5 \text{ m}.$$

Dieser systematische Fehler läßt sich bei Arbeiten mit dem Stereotop — durch Modellteilung — auf  $\frac{1}{4}$  seines Betrages reduzieren, also auf  $\pm 1,9 \text{ m}$ . Beim Stereomikrometer kann er ganz ausgeschaltet werden.

In den Gesamtfehlern überwiegen demnach die systematischen Anteile, die bei geeigneter Paßpunktanordnung bis auf einen kleinen Rest bzw. ganz vermieden worden wären.

Die mittleren systematischen Höhenfehler aus der Konvergenz der Aufnahmeeachsen  $\Delta\varphi$  sind bei gleichmäßiger Punktverteilung

$$m_S = \pm 0,73 p,$$

wenn mit  $p$  die maximale Höhendurchbiegung des Modells bezeichnet wird. Es ist demnach

$$m_S = \pm 0,18 \frac{b^2}{c} \Delta\varphi.$$

Damit wird für die Überweitwinkelbilder

$$m_S = \pm 0,26 \text{ mm} \cdot \Delta\varphi [\varepsilon]$$

im Maßstab der Bilder.

Mit dem für den Versuch „Schweizer Block“ verwendeten Bildmaßstab von 1 : 75 000 wird also der mittlere systematische Höhenfehler

$$m_S = \pm 19 \text{ m} \cdot \Delta\varphi [\text{g}].$$

Aus dieser Abschätzung sieht man, welch großen Einfluß die Konvergenz der Aufnahmearchsen auf das Endergebnis haben kann, wenn keine entsprechenden Vorkehrungen getroffen werden.

### 5. Mittlerer Höhenfehler der Koten ( $m_h$ ) bei geeigneter Paßpunktanordnung

Für das Stereotop ist ein mittlerer Höhenfehler der Koten von

$$m_h^2 = m_M^2 + m_E^2 + \left( \frac{m_S}{4} \right)^2$$

zu erwarten. Die beiden ersten Glieder dieser Fehlersumme können für ein bestimmtes Projekt als konstant angesehen werden. Ihre absoluten Größen hängen vom Bildmaßstab und vom Basisverhältnis ab. Der systematische Anteil wechselt von Modell zu Modell.

Wir wollen daher  $m'_h$  aus

$$m'^2_h = m_M^2 + m_E^2$$

als mittleren Auswertefehler bezeichnen und meinen damit den Einfluß von Meßgerät und Beobachter. Hierzu kommt dann der Rest der systematischen Fehler, der von der Qualität des Bildfluges abhängt.

Beim Stereomikrometer kann  $m_S = 0$  gesetzt werden, d. h. es ist

$$m_h = m'_h.$$

Beim Versuch „Schweizer Block“ ist mit dem

Stereotop  $m'_h = \pm 3,5 \text{ m}$ ,

$$m_h = \pm 3,8 \text{ m},$$

Stereomikrometer  $m_h = \pm 6,0 \text{ m}$  (ohne Modell 63/65 ist  $m_h = \pm 5,3 \text{ m}$ ).

Im Mittel kann also mit den einfachen Kartiergeräten bei geeigneter Paßpunktanordnung und den für den Versuch „Schweizer Block“ gegebenen Aufnahmeverhältnissen ein mittlerer Höhenfehler für die Bestimmung von Koten

$$m_h = \pm 4,5 \text{ m}$$

eingehalten werden.

### 6. Fehlergrenzen der Karte 1 : 100 000

Für Karten im Maßstab 1 : 100 000 ist nur für die Genauigkeit der Schichtlinien die Toleranz der Nato-Karte bekannt. Für ein vorgegebenes Schichtlinienintervall kann aber mit dem amerikanischen  $c$ -Faktor eine weitere Fehlergrenze festgelegt werden.

Eine Fehlergrenze für die Höhengenauigkeit von Einzelpunkten existiert nicht. So wurde in [1] nach den Ergebnissen der Messungen mit den Projektionsgeräten aus der Fehlerhäufigkeit ein Grenzmaß ermittelt, das grobe Fehler ausschließt. Für die einfachen Kartiergeräte muß diese Fehlergrenze nach den gleichen Grundsätzen festgelegt werden.

### 6.1. Fehlergrenzen für Höhenkoten

Für die Projektionsgeräte wurde ein mittlerer Höhenfehler der Koten von  $\pm 2,0$  m bestimmt. Danach wurde der Grenzfehler für die Messung von Koten bei  $\pm 5$  m festgelegt.

Diesem Wert entspricht also bei den einfachen Kartiergeräten ein Grenzfehler von etwa  $\pm 12$  m.

### 6.2. Fehlergrenzen für Schichtlinien

Der zulässige mittlere Höhenfehler der Schichtlinien beträgt für die Nato-Karte 1 : 100 000

$$m_H = \pm (13 + 33 \tan a) \text{ m.}$$

Wir nehmen das halbe Schichtlinienintervall als Grenzfehler, im Versuch „Schweizer Block“ 25 m; dem entspricht ein zulässiger mittlerer Höhenfehler der Schichtlinien von

$$m_H = \pm 8 \text{ m.}$$

Die Fehler der Schichtlinien wurden in [1] nicht zahlenmäßig nachgewiesen. Um über die Genauigkeit der Schichtlinien wenigstens näherungsweise eine Aussage machen zu können, wollen wir vom mittleren Höhenfehler der Einzelpunkte auf die Schichtliniengenauigkeit schließen. Erfahrungsgemäß werden Einzelpunkte etwas genauer gemessen als Schichtlinien. *Kasper* und *Blaschke* haben dafür das Verhältnis 3 : 5 angesetzt [4]. Wenn wir diesem Beispiel folgen, können wir annehmen, daß der mittlere Fehler der Schichtlinien bei Ausmessungen mit einfachen Kartiergeräten im Versuch „Schweizer Block“ bei  $\pm 7,5$  m liegt und damit beiden Genauigkeitsforderungen genügt.

Die Beurteilung der Schichtlinienkartierung durch die Kommission E geschah durch Vergleich mit der Schweizer Originalkartierung. Dabei wurde als Toleranz der halbe horizontale Schichtlinienabstand benutzt.

Die Kartierungen mit den einfachen Geräten stimmen mit dem Original gut überein. Nur beim Modell 65/67 machen sich die starken Modelldeformationen bemerkbar, die allein schon Fehler in der Größenordnung des halben Schichtlinienabstandes verursachen.

Das wäre vermieden worden, wenn die Modelle mit der für diese Geräte notwendigen Paßpunktanordnung hätten orientiert werden können.

Die Verwendbarkeit der einfachen photogrammetrischen Kartiergeräte zur Herstellung von Karten im Maßstab 1 : 100 000 hätte dann von der Kommission E günstiger beurteilt werden müssen.

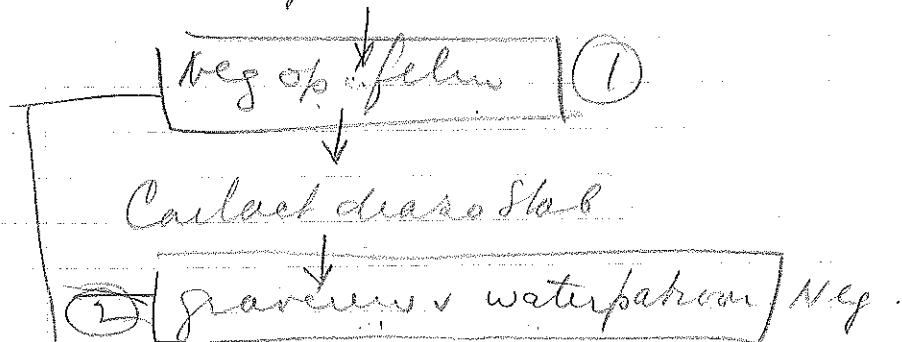
### Schrifttum

- [1] *Neumaier, K.:* Versuch „Schweizer Block“. Gemeinsamer Bericht aller Zentren der Kommission E der OEEPE. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., R. V, H. 13, Frankfurt a. M. 1966.
- [2] *Jerie, H. G.:* Errors in height and planimetry in the Stereotope due to its approximate solution of the double resection in space. — Photogrammetria XIII, 1956/57.
- [3] *Zorn, H. C.:* The theoretical precision of the Santoni Stereo Micrometer. — ITC-Publ., Ser. A, Nr. 6, Delft 1960.
- [4] *Kasper, H.; Blaschke, W.:* Luftbildmessung und Straßenbau. — Straßenbau u. Verkehrstechnik, H. 5, Bonn 1960.

**S 51 — 506 d**

**Printed in West-Germany V. I/69 PTo**

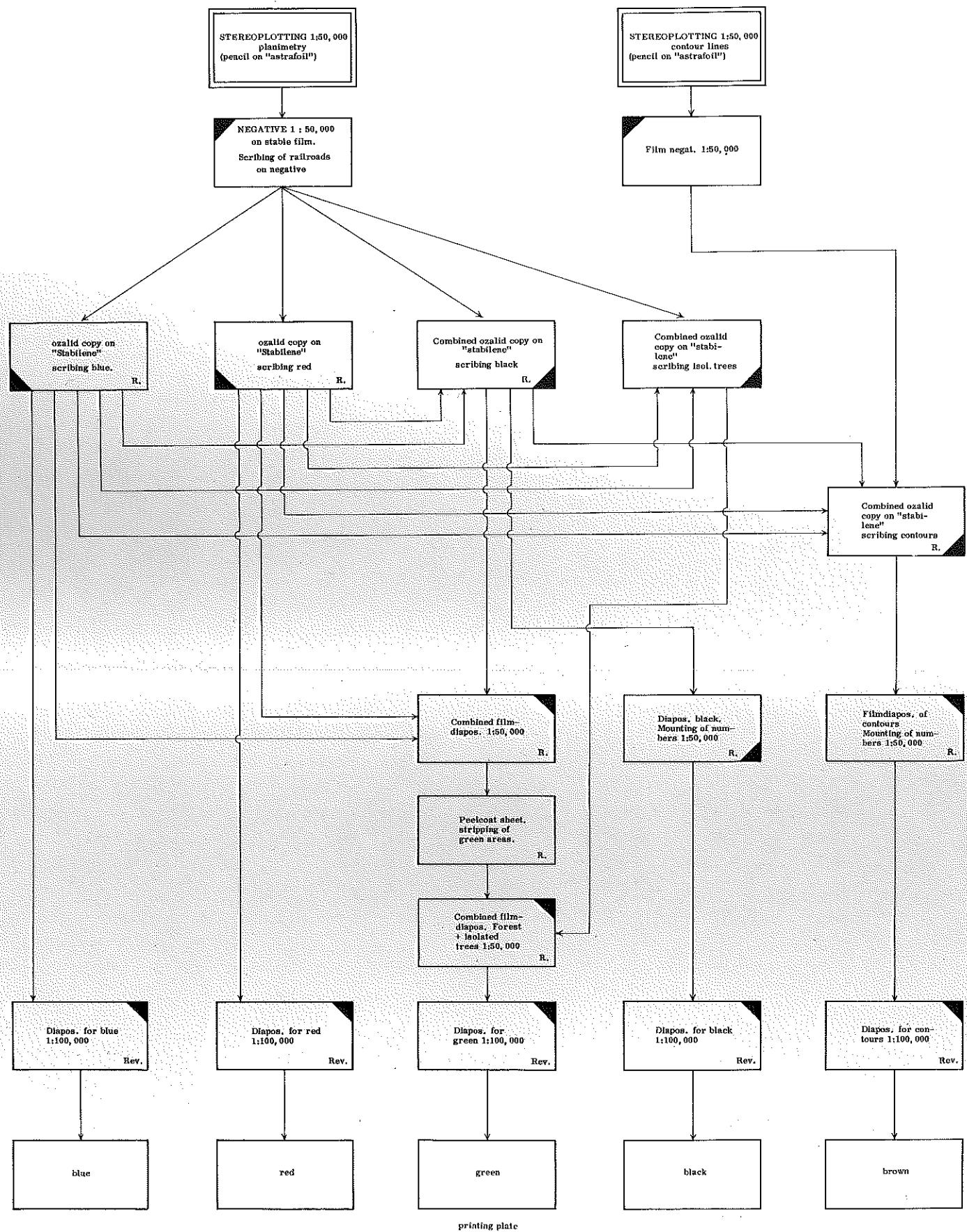
Plot planning:



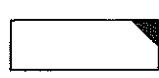
Tijd voor levert /  
verschil tussen ② - ① / Weg  
zichtbaar

tre	appar.	matériel de restitution	échelle de restitution	matériel de dessin p. l. restitution	matériel fourni	méthode de travail	heures de travail (p. env. 400 km <sup>2</sup> de surface)					remarques
							travaux préparatoires	restitution	interprétation généralisation	représentation cartographique	Total	
nne	Wild A 9	dias réduits sur verre (1/150 000)	1/50 000	papier à dessin (avec stylo à bille)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 5 séparations des couleurs 1 multicolor	2 feuilles séparées (situation-courbes de niveau) interprét., général. et représent. cartogr. au moyen de pastels sur l'original, séparations d. couleurs par la photographie et par le dessin	20	100	160	220	500 <sup>x)</sup>	<sup>x)</sup> y compris toutes les heures supplémentaires pour les premiers examens préliminaires. ("Centre pilote")
nne	Wild B 9	dias réduits sur verre (1/150 000)	1/50 000	papier à dessin (avec stylo à bille)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 1 séparation des couleurs (courbes de niveau)	comme no. 1	—	150	—	—	—	sans représent. cartographique
ilft	Stéréo-micromètre Santoni	dias sur verre (1/75 000)	1/50 000	Astrafoil blanc (avec crayon)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 5 séparations des couleurs 1 multicolor	2 feuilles séparées (situation-courbes de niveau) brouillon avec pastels gravure d'émulsion 1/50 000	5	175	155	335	—	<i>en cours pour le généralisant brouillon avec pastels</i> <i>multicolor: courbes de niveau manquent,</i> <i>bon travail (pas mal)</i> <i>en cours de travail</i> <i>épuisé en début</i>
rich	Wild A 9	dias réduits sur verre (1/150 000)	1/100 000	feuille avec émulsion (k + E)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 4 feuilles avec émulsion (gravée)	gravure d'émulsion directement à l'appareil au 1/100 000	15	110	—	— <sup>x)</sup>	—	4 dias faits à Vienne; feuille - forêt manque! <sup>x)</sup> représentation cartographique non effectuée
rich	Wild B 8	dias sur verre 1/75 000	1/25 000	papier à dessin (av. pastels)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 7 séparations des couleurs	généralisation 'multicolor' sur reduction 1/33 333. séparations des couleurs par dessin sur Astralon, réduction photograph. du dessin définitif sur le 1/100 000	35	180	68	173	456	—
ls-he	Stéréo-top Zeiss	dias compensés sur verre (1/75 000)	1/50 000	papier à dessin (avec feuille de métal) (avec crayon)	4 protocoles des erreurs résiduelles 4 dias avec points cotés 1 original généralisé (1/50 000) 1 réd. phot. 1/100 000	généralisation avec de l'encre de Chine de couleur sur la photocopie bleue au 1/50 000	3	222	152	— <sup>x)</sup>	—	<sup>x)</sup> représent. cartogr. et procédé de sép. d. couleurs non faits à défaut de temps
efort	Wild B 8 Stéréo-top Zeiss	dias compensés sur verre (1/75 000)	1/50 000	situation: sur papier av. feuille de métal. courbes de niveau: sur Astralon	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 5 séparations des couleurs 1 multicolor	2 feuilles séparées (situation-courbes de niveau); procédé d. séparations d. couleurs par gravure d'émulsion sur plaques d. verre au 1/100 000	—	271 <sup>x)</sup>	171	442	—	<sup>x)</sup> Interprétation et généralisation pendant la restitution

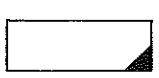
# Delft



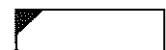
plotting



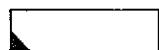
diapositive



combined ozalid copy



negative



ozalid copy

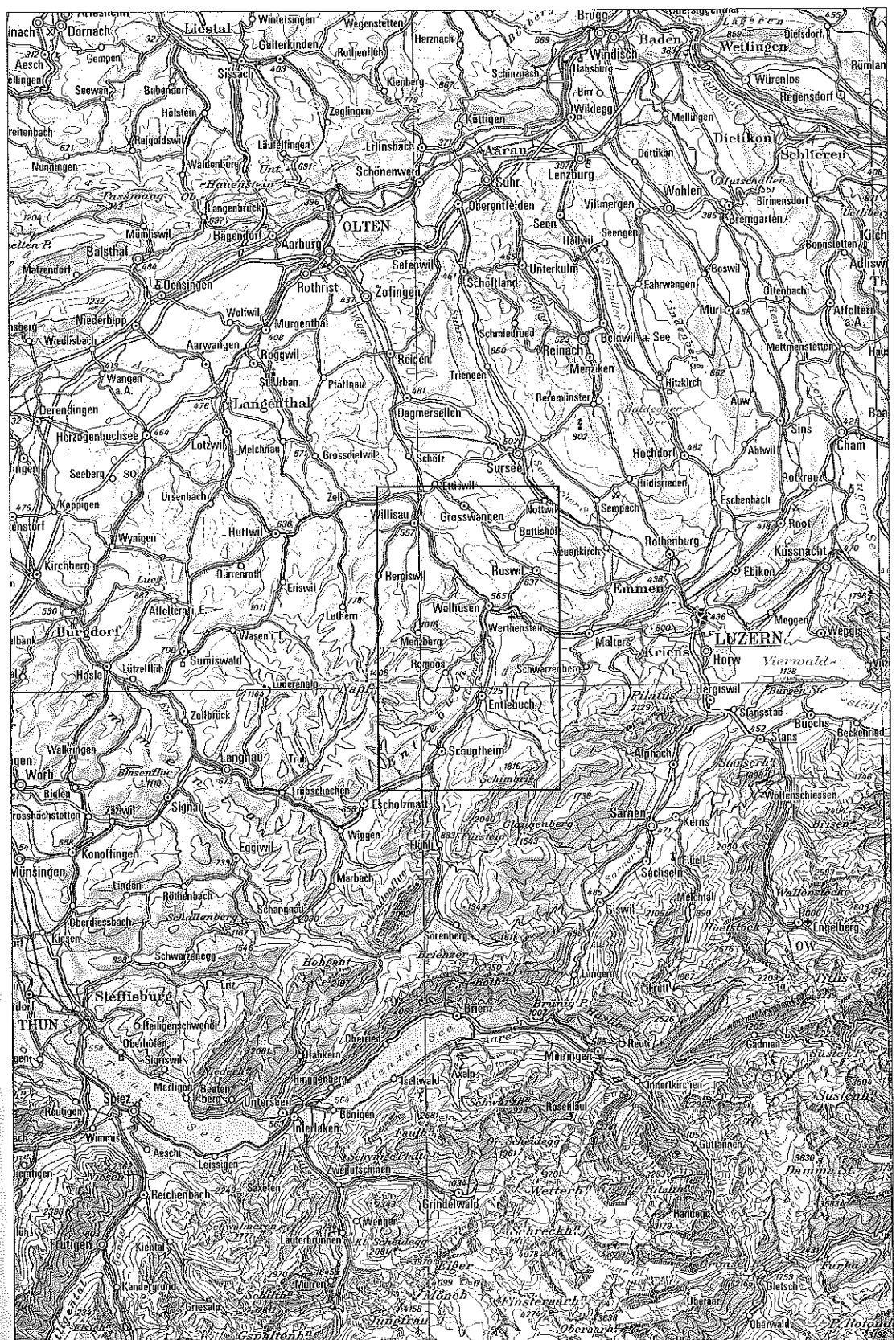
R. = right image

Rev. = reversed image.

N. B. All sheets have been pre-punched before exposure, to maintain exact register.



e of er	type of instrument	kind of base material	plotting scale	plotting material	delivered results	working method	working hours (for an area of 400 km <sup>2</sup> )					REMARKS
							Preparation	Plotting	Interpretation and Generalization	Cartographic representation	Total	
NNA	WILD A9	reduced glass dia- positives (1:150,000)	1:50,000	drawing paper (with ball- point)	4 orientation forms 2 dia's with spot ele- vations 5 colour separa- tions 1 multi colour proof	2 separate sheets (plan and contours) Interpretation, ge- neralization and cartogr. representa- tions with coloured pencil on plotting sheet. Colour separ. photogr. and by ma- nual drawing.	20	100	160	220	500 <sup>x)</sup>	x) Including all additional hours for preliminary investigations. ("Centre pilote")
NNA	WILD B 9	reduced glass diapos. (1:150,000)	1:50,000	drawing paper (with ball- point)	4 orientation forms 2 dia's with spot ele- vations 1 colour se- paration (contours)	see nr. 1	—	150	—	—	—	without cartographic drawing
LFT	Stereo micro- meter Santoni	glass dia- positive (1:75,000)	1:50,000	white astral- foil (with pencil)	4 orientation forms 2 dia's with spot ele- vations 5 colour se- parations 1 multi colour proof	2 separate sheets (planim. and contours) plotting manuscript was worked up with colour pencils to ser- ve as colour model. Scribing on stable polyester material scale: 1:50,000	5	175	155	—	335	multi colour proof without contours.
RICH	WILD A 9	reduced glass diapos. (1:150,000)	1:100,000	coated polyester sheets	4 orientation forms 2 dia's with spot ele- vations 4 foils (scribed)	scribing on plotting- table on stereoplotter on the scale 1:100,000	15	110	—	— <sup>x)</sup>	—	x) 4 diapositives in Vienna produced. Colour separa- tion for forest is missing. Cartographic work has not been done.
NICH	WILD B8	glas dia- positive (1:75,000)	1:25,000	drawing paper (with co- lored pencil)	4 orientation forms 2 dia's with spot ele- vations 7 colour se- parations	on reduced scale 1:33 333 Generali- zation multi colour. Colour separations are made by fair drawing on "astral- on". Photographic reduction of fair drawings to the scale 1:100,000	35	180	68	173	456	
SRUHE	ZEISS Stereo- top	compen- sated glass dia- pos. (1:75,000)	1:50,000	"Korrektostat" drawing paper on metal base (with pencil)	4 orientation forms 4 dia's with spot ele- vations 1 generali- zation origi- nal (1:50,000) 1 photogr. reduction 1:100,000	generalization with coloured ink on blue guide 1:50,000	3	222	152	— <sup>x)</sup>	—	x) by lack of time cartographic representa- tion and production of colour separations not carried out.
KFURT	WILD B8 ZEISS Stereo- top.	compens. glass dia- pos. (1:75,000)	1:50,000	planimetry on "Korrektostat" contours on "as- stralon"	4 orientation forms 2 dia's with spot ele- vations 5 colour se- parations 1 multi col- our	2 separate sheets (planimetry-contours) production of colour separation through scribing on glass plates 1:100,000	—	271 <sup>x)</sup>	—	171	442	x) interpretation and generali- zation during plotting.



Ausschnitt aus der Landeskarte 1:500 000  
Alle Rechte vorbehalten

Eidg. Landestopographie, Wabern, Schweiz 1966



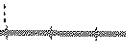
Ausschnitt aus der Landeskarte 1:100 000  
Alle Rechte vorbehalten

Eidg. Landestopographie, Wabern, Schweiz 1966

# Légende – Legend 1:100000

Routes

Roads

 Autoroute  
Highways

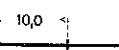
 Route principale  
Main roads

 Route secondaire  
Secondary roads

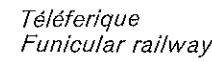
 Chemins  
Tracks

 Chemins de fer

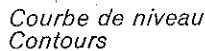
Railroads

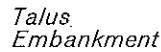
 10,0

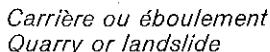
 Chemin de fer  
Railroad

 Téléferique  
Funicular railway

 Graphie  
raphy

 Courbe de niveau  
Contours

 Talus  
Embankment

 Carrière ou éboulement  
Quarry or landslide

 Rochers  
Rocks

## Croisements Crossings

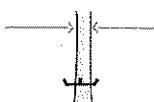


- (1) Passage à niveau  
(1) Level crossing  
(2) Passage inférieur  
(2) Underpass  
(3) Passage supérieur

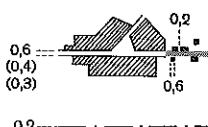
Tunnel  
Tunnel  
Pont  
Bridge



- Gué  
Ford  
Barrage  
Barrage



## Détails divers Different details



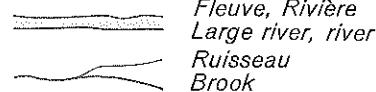
- Zone bâtie  
Built-up area  
Maisons isolées  
Isolated houses  
Ligne électrique  
High-tension line

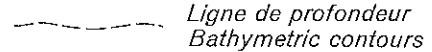
## Point coté Spot height

0,6 :::: 213

0,3 :::: 112

## Hydrographie Hydrography

 Fleuve, Rivière  
Large river, river  
Ruisseau  
Brook

 Ligne de profondeur  
Bathymetric contours

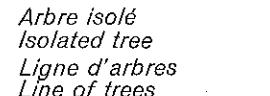
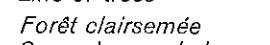
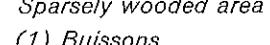
 Canal  
Canal

 Lac  
Lake

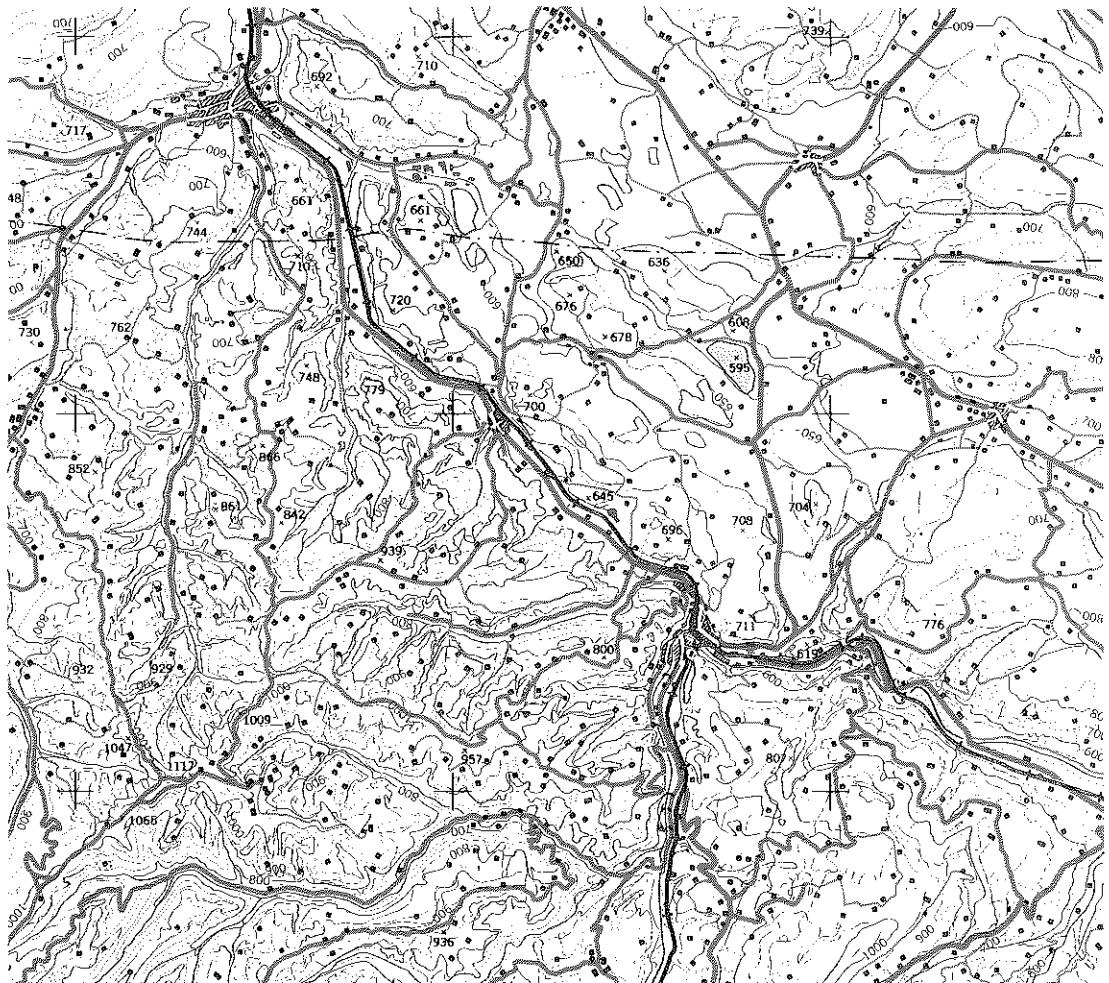
 Marais  
Marsh

 Sable  
Sand

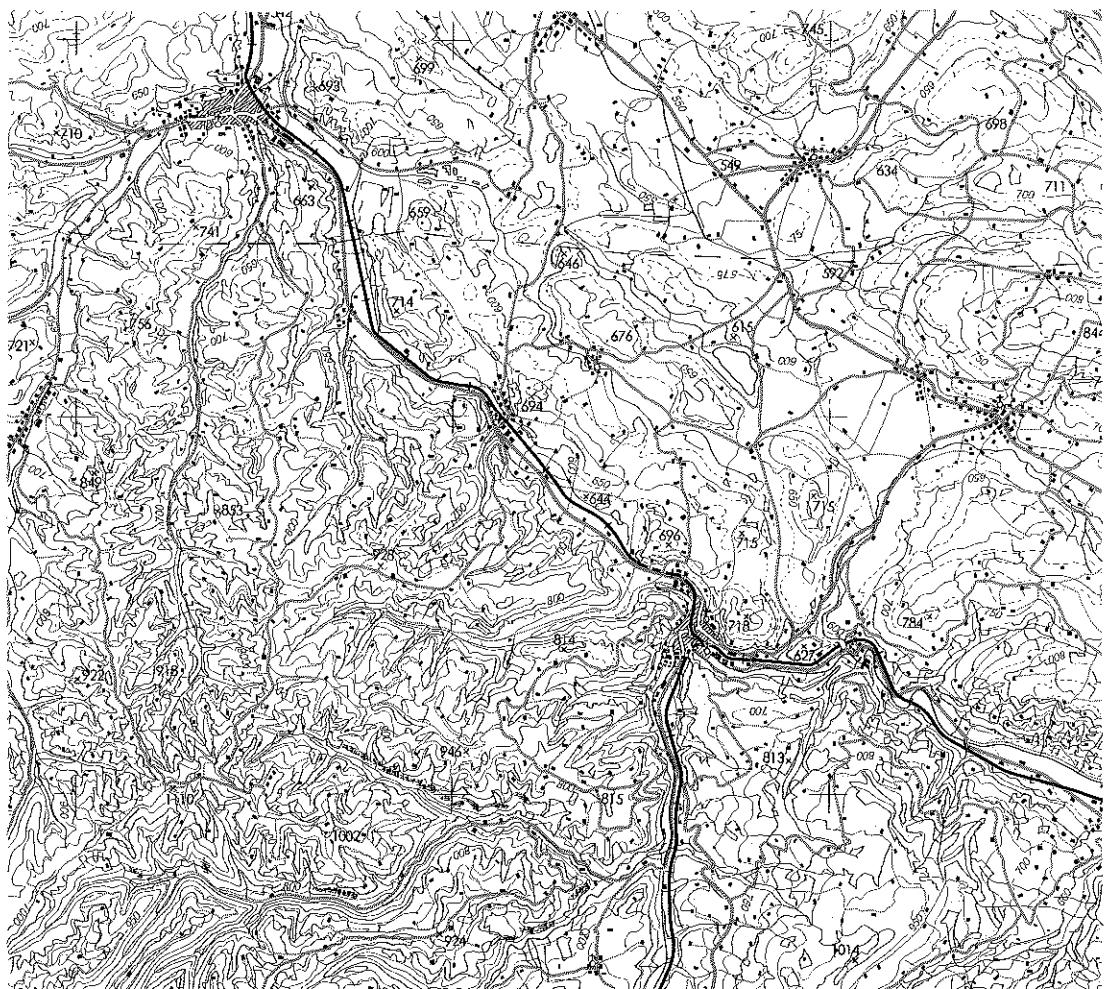
## Végétation Vegetation

-  Arbre isolé  
Isolated tree  
 Ligne d'arbres  
Line of trees  
 Forêt clairsemée  
Sparsely wooded area  
(1) Buissons  
(1) Bushes  
(2) Forêt  
(2) Forest

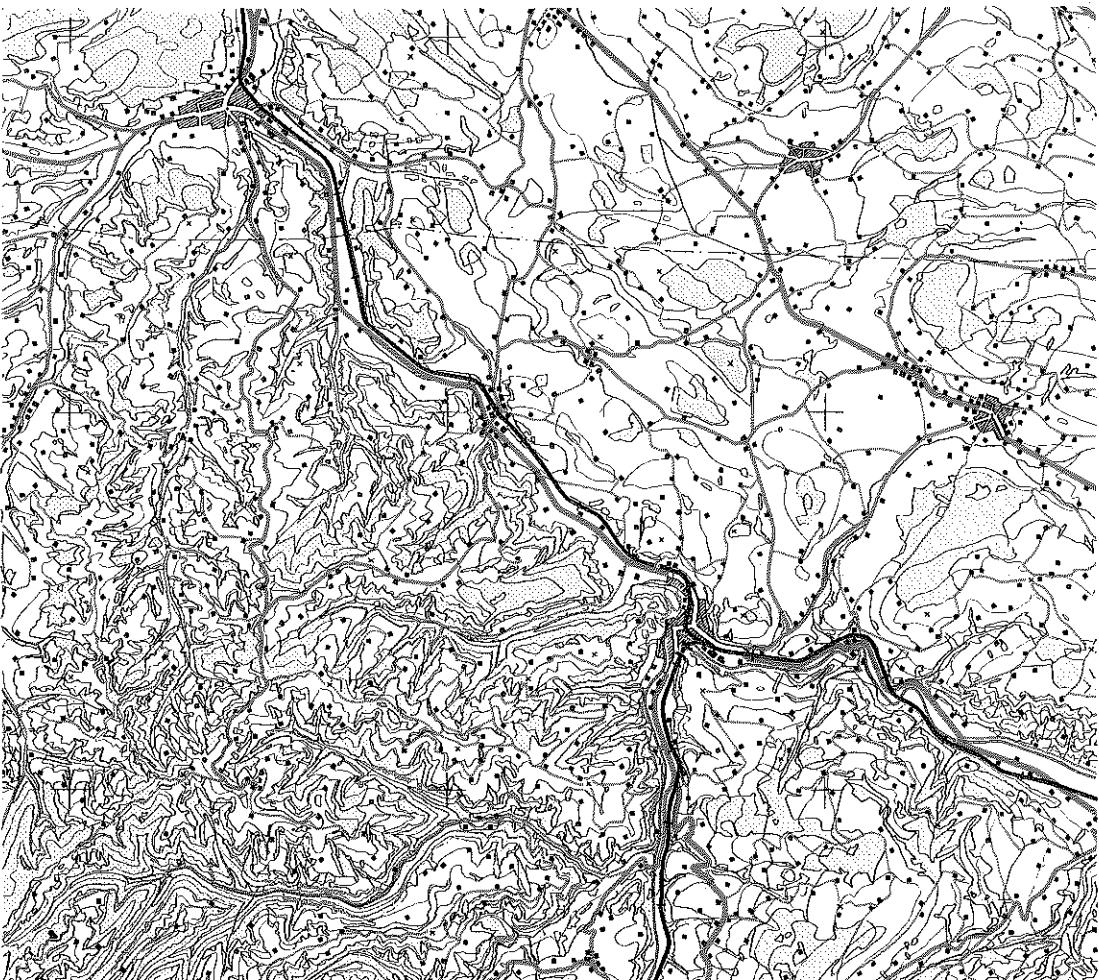
## Delft



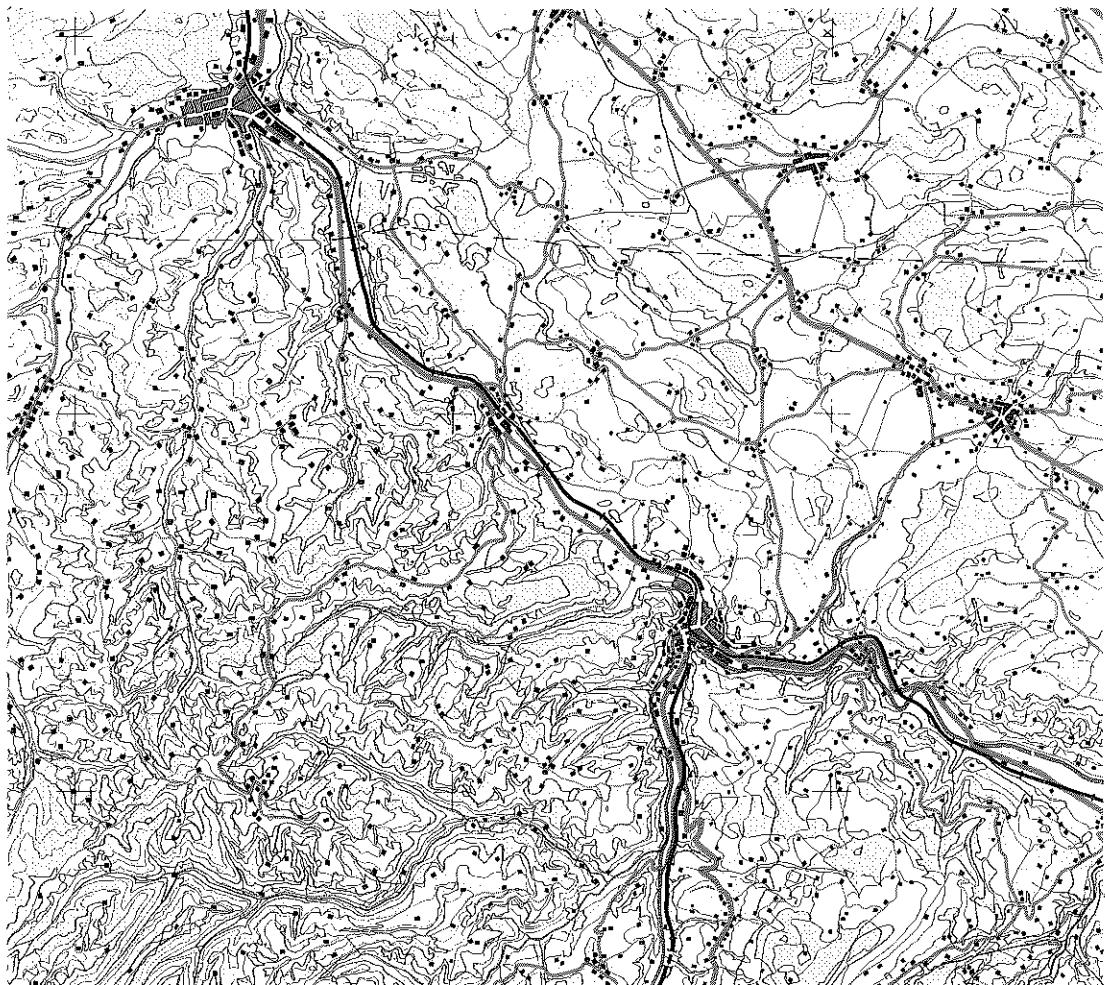
# Frankfurt



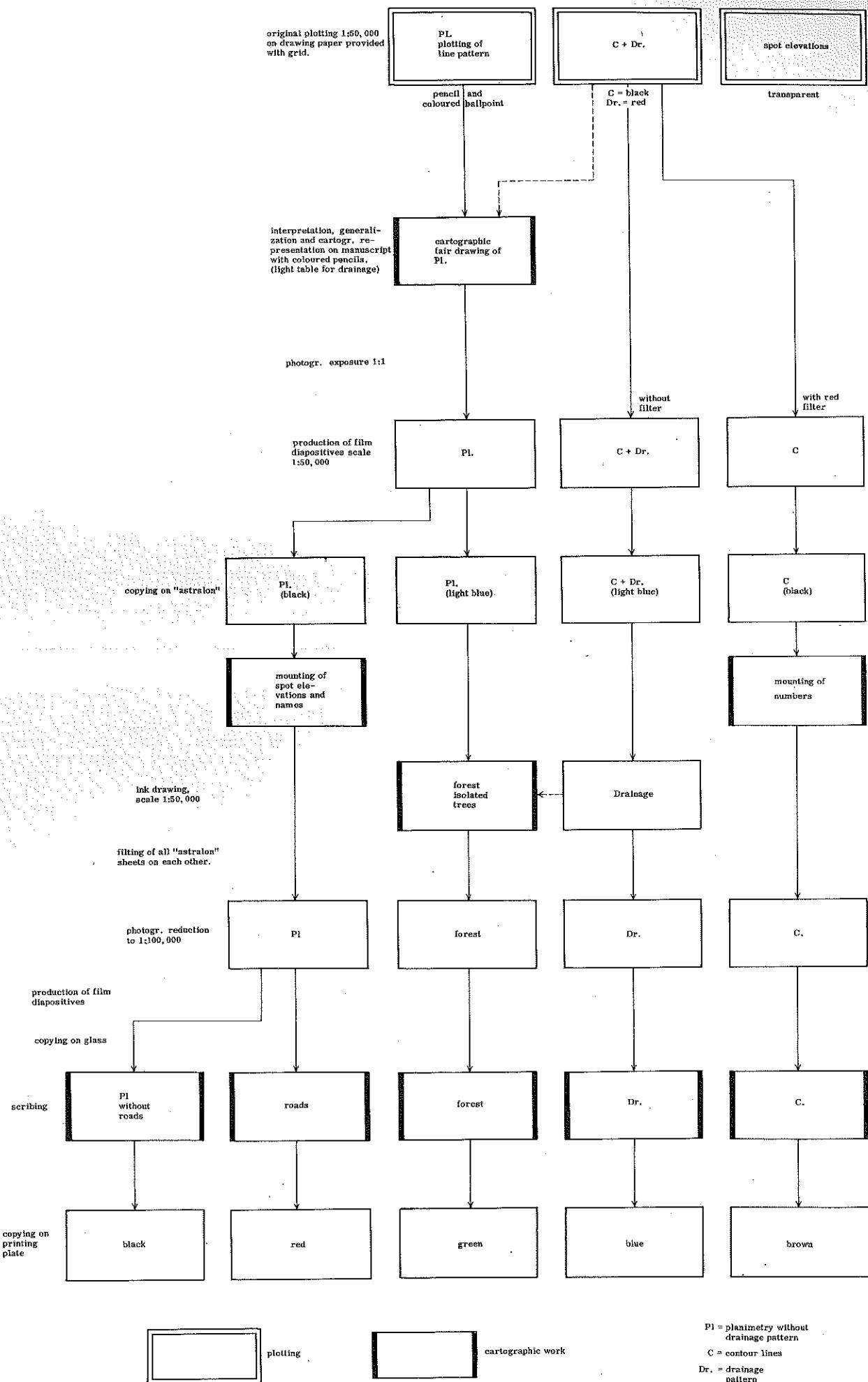
# Wien



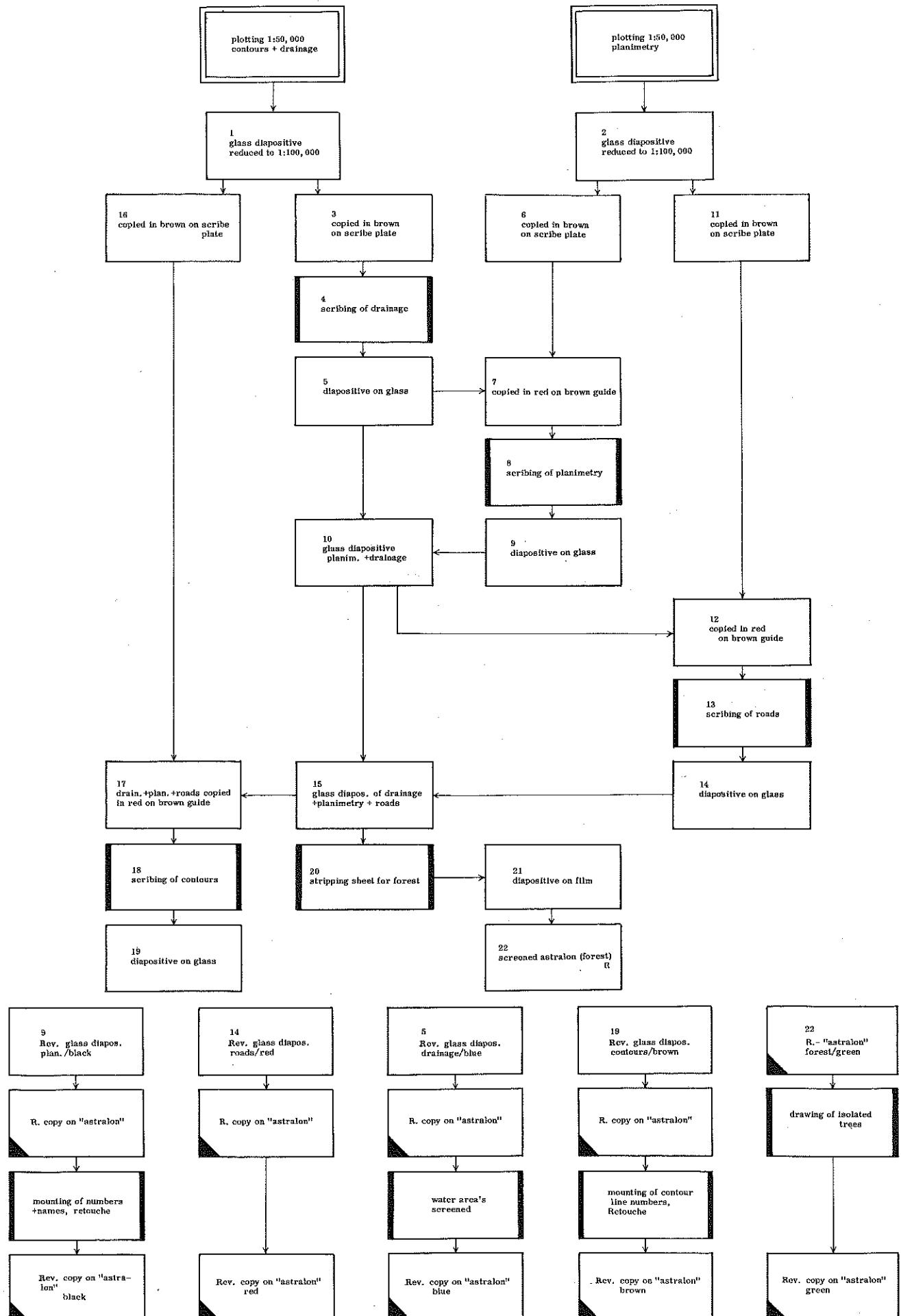
# München



# Wien

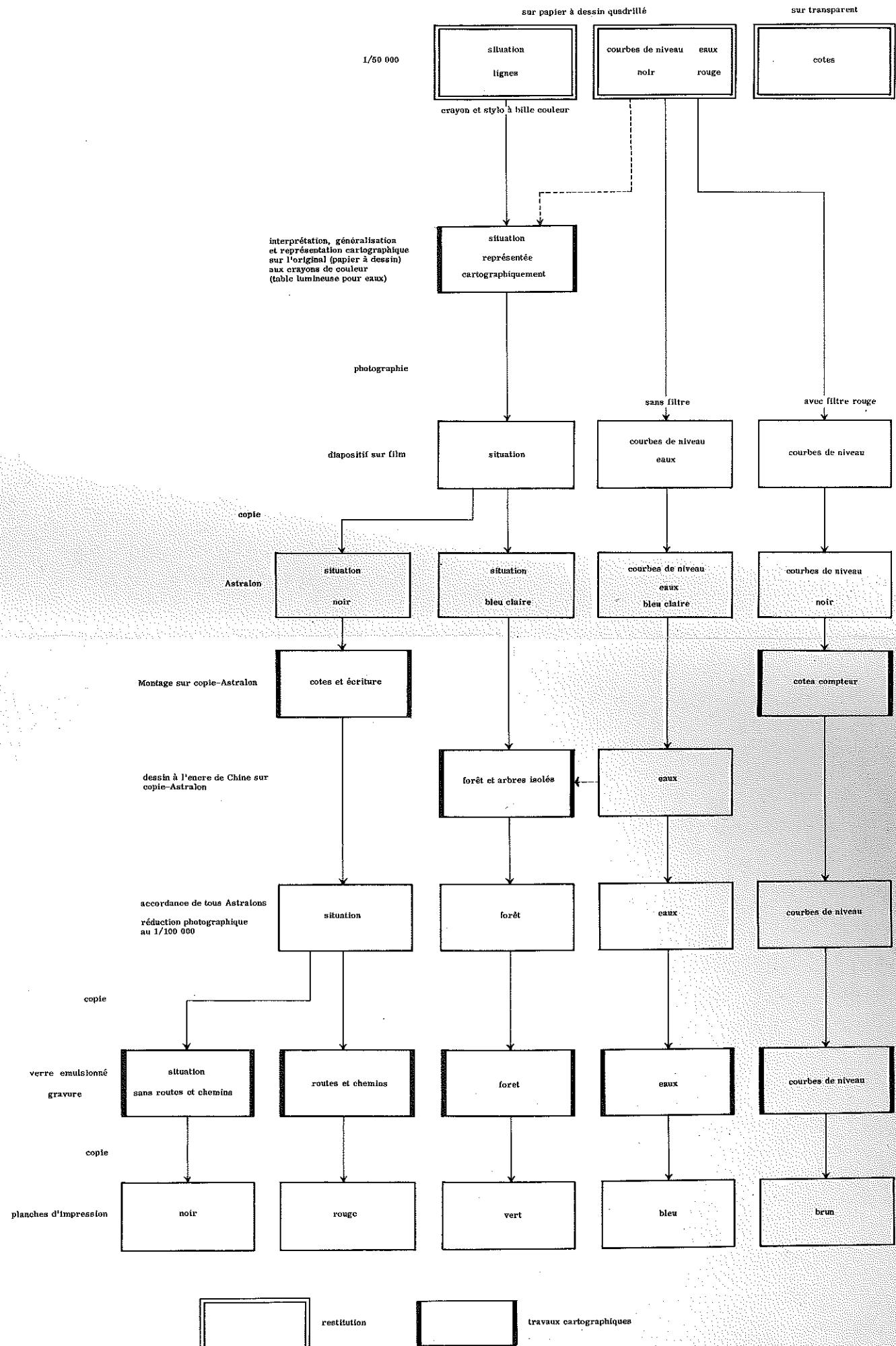


# Frankfurt

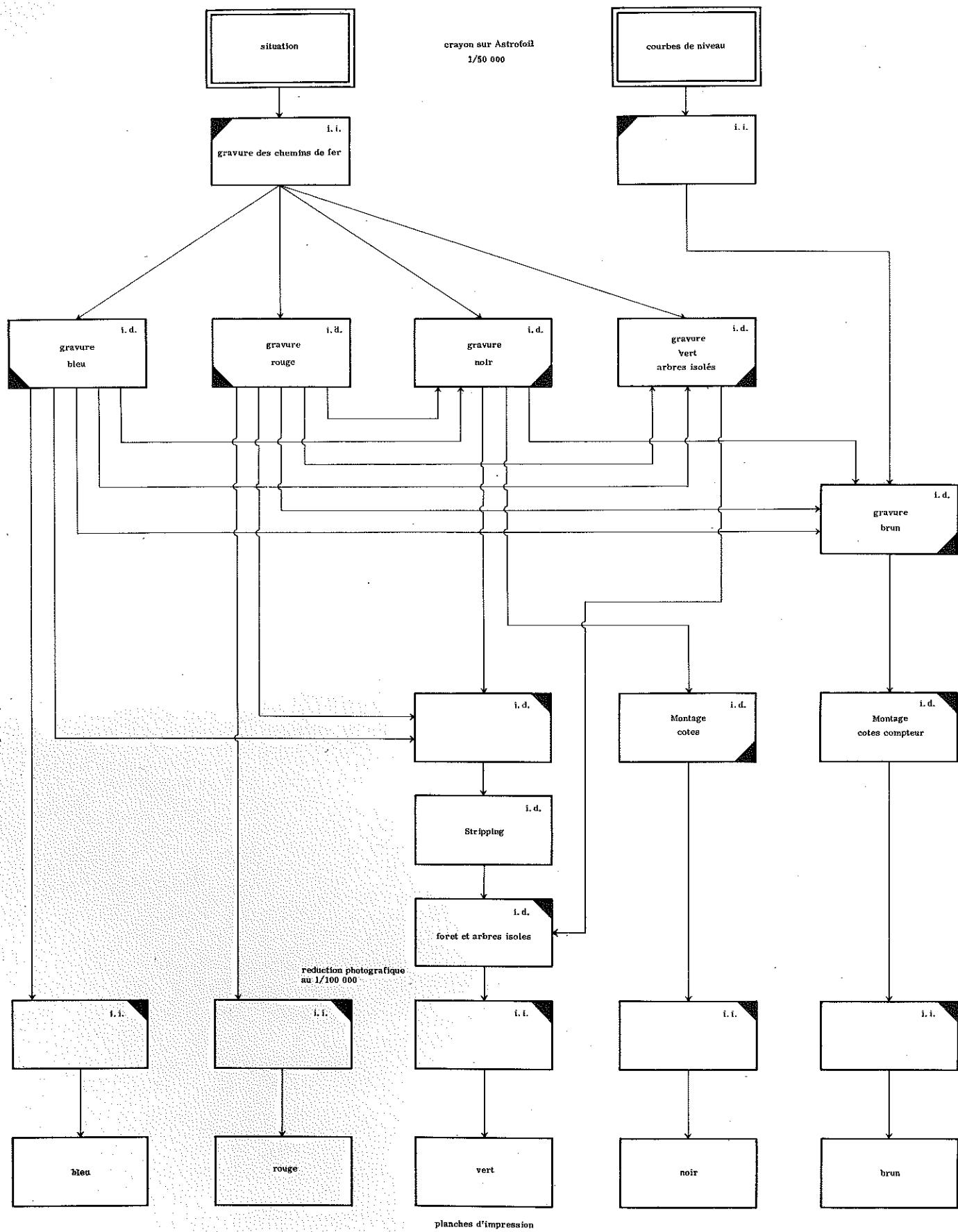


R = right image  
Rev. = reversed image

# Wien



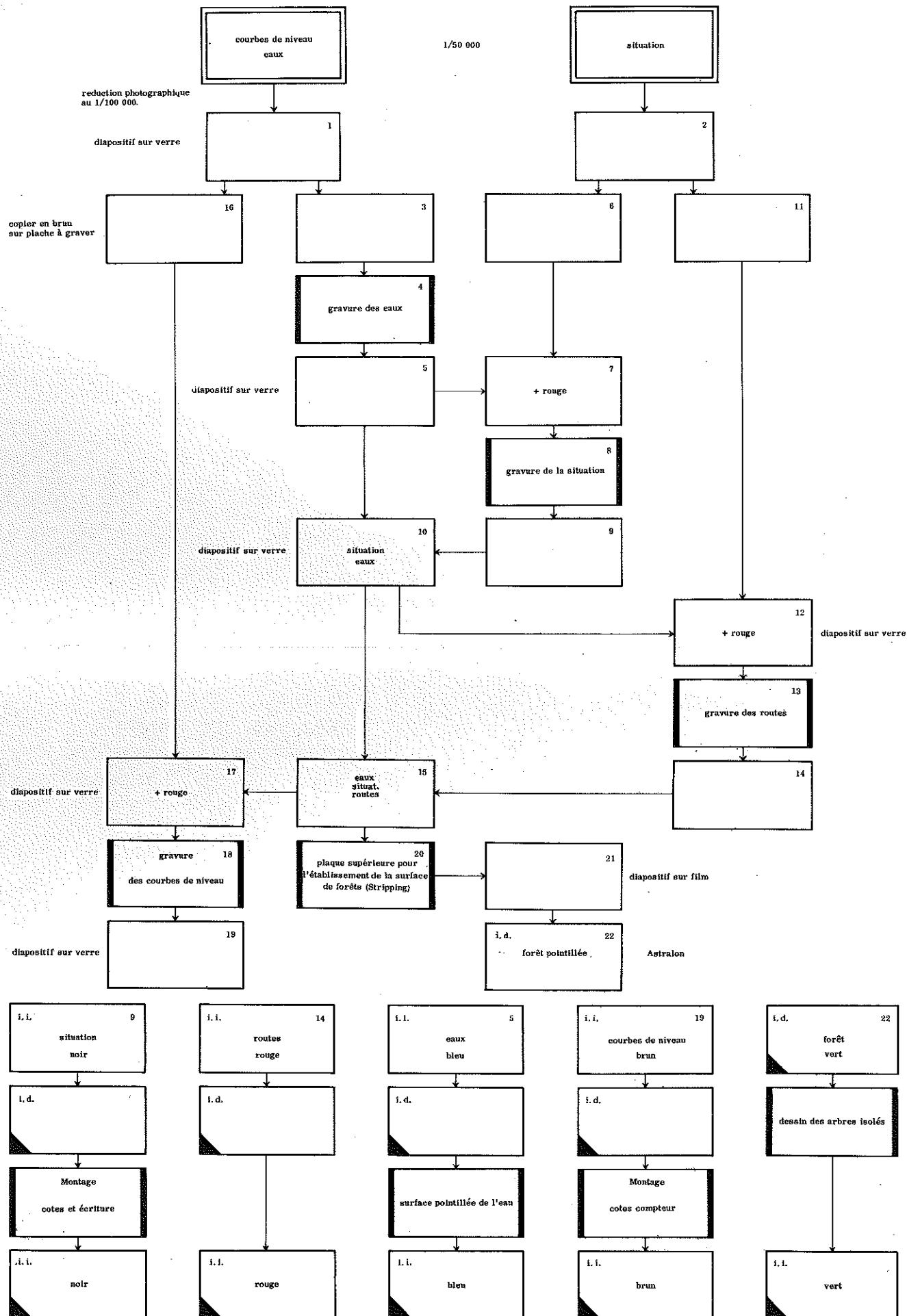
# Delft



i.d. = image droite

i.i. = image inverse

# Frankfurt



restitution

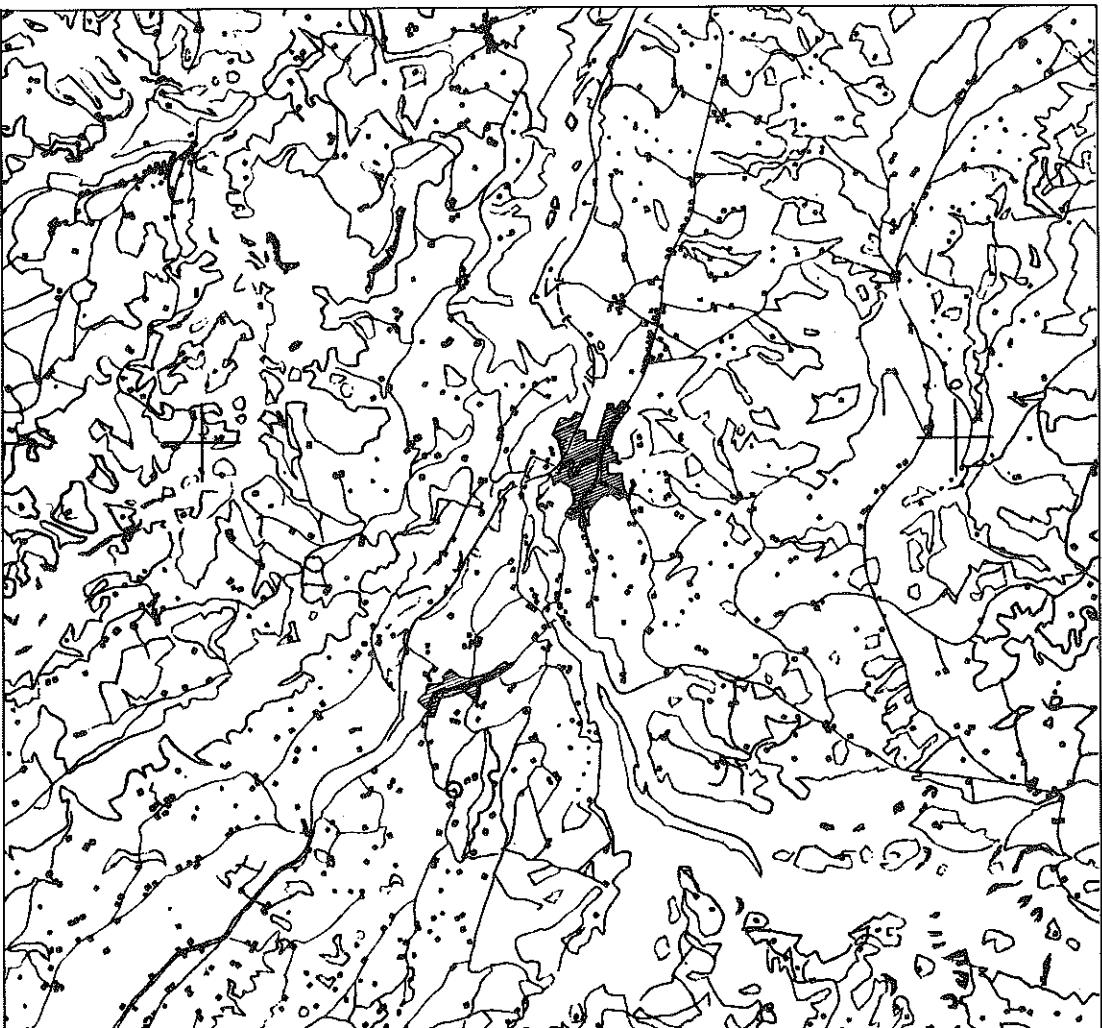
travaux cartographiques

travaux reprotechniques

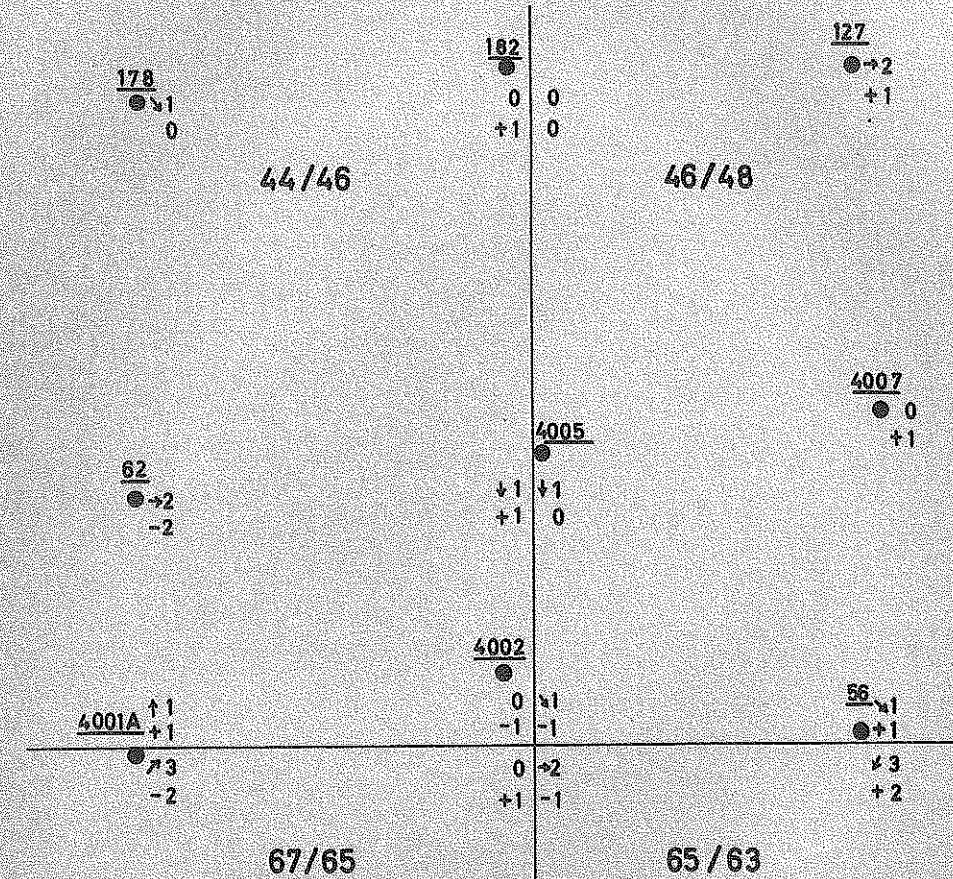
copie Astralon

i. d. = image droite

i. i. = image inverse



## Frankfurt N: B 8, S: Stereotop



## Karlsruhe Stereotop

176+4  
-2

44/46

182+2  
-2  
+1  
0127+2  
0

46/48

62+2  
+24005+3  
-2  
-14007+3  
04001A 0  
-20  
-4

67/65

4002+5  
+1  
-3  
056 +20  
+1

65/63

## München B 8

176  
● 16  
-2

44/46

62  
● 0  
+3

4001A ✓ 4  
0  
-2  
+2

182  
● 11  
-2  
-1

67/65

127  
● ✓ 4  
+2

46/48

4005  
● 1  
0  
0

4002

● 0  
-2  
+1  
0  
0  
0

4007  
● 41  
0

56 ← 1  
● -1  
-1  
0

65/63

## Zürich A 9

178  
0  
-1

44/46

192  
0  
+1  
-1

46/48

127  
0  
+1

62  
0  
+1

4005  
0  
-1  
0  
+1

4007  
0  
0

4001A  
0  
0

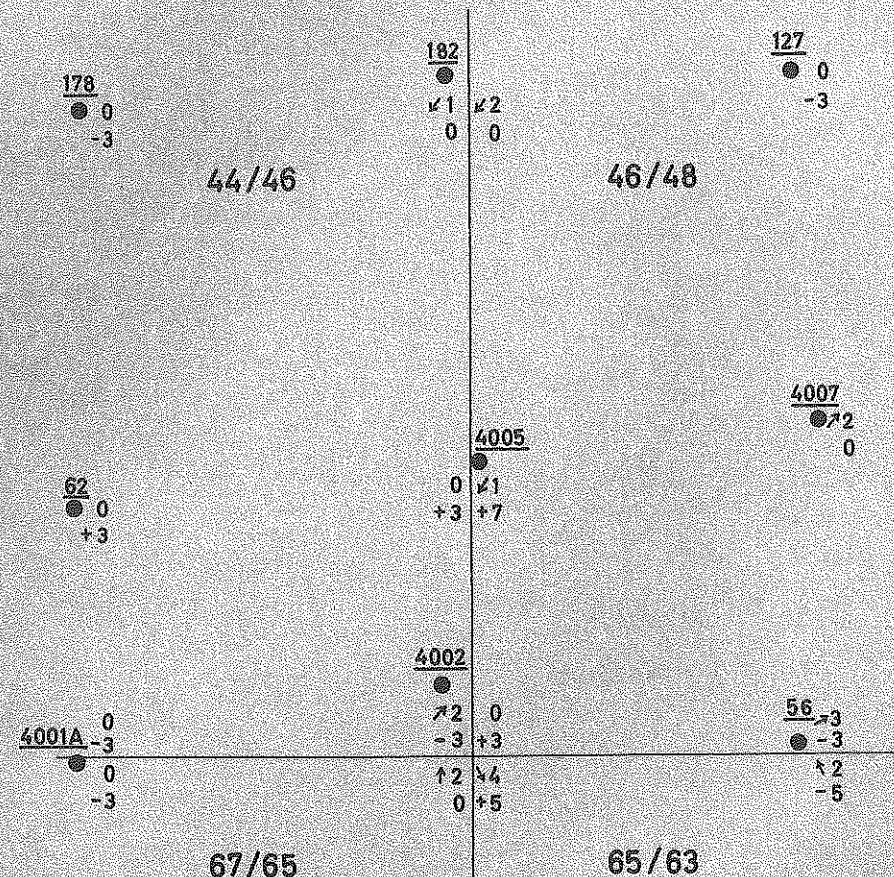
67/65

4002  
0

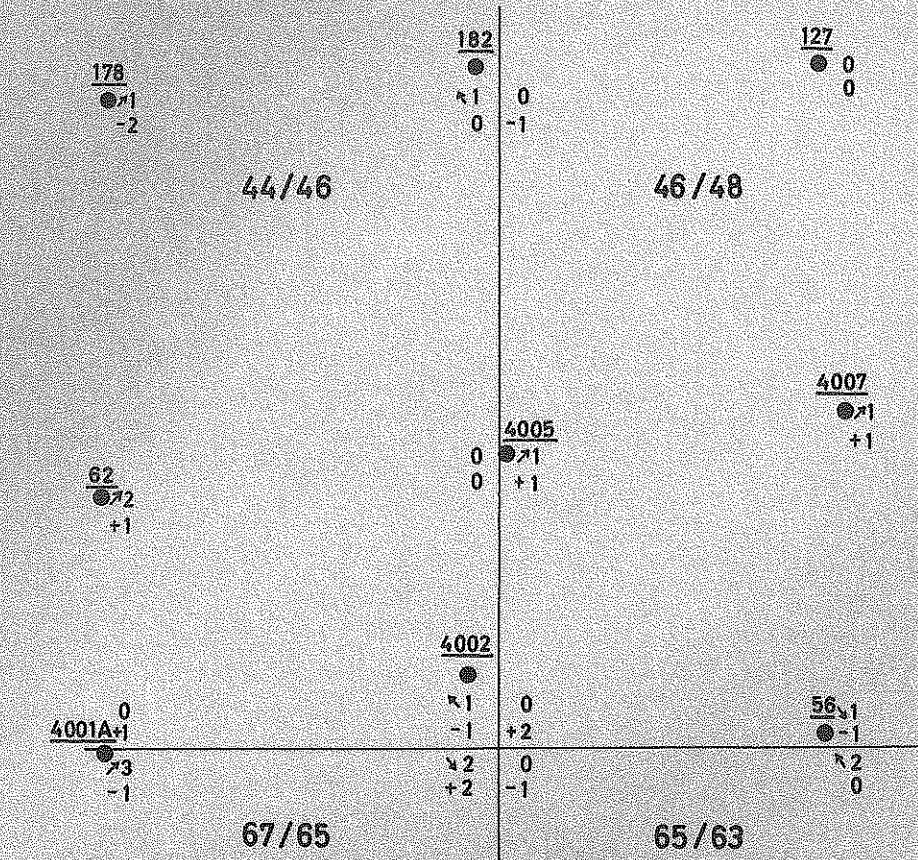
0  
-2  
-1  
+1  
+1  
-1

56  
x1  
0  
0  
-1

## Delft Stereomikrometer



## Wien B 9



## Wien A 9

178  
● $\times 5$   
-1

179  
● $\times 5$   
0

182  
●  
-2  
0  
0

44/46

144  
● $\times 1$   
0

127  
● $\times 1$   
+1

180  
● $\times 0$   
-1

126  
● $\times 1$   
+1

125  
● $\times 0$   
0

124  
● $\times 1$   
+2

62  
● $\times 0$   
0

181  
● $\times 5$   
0

60  
● $\times 0$   
+1

58  
● $\times 1$   
0

57  
● $\times 1$   
+1

63  
● $\times 5$   
0  
-1  
+3

61  
● $\times 0$   
0

59  
● $\times 1$   
-2  
-1  
-2

56  
● $\times 0$   
0  
+1  
0

67/65

42  
● $\times 0$   
-1

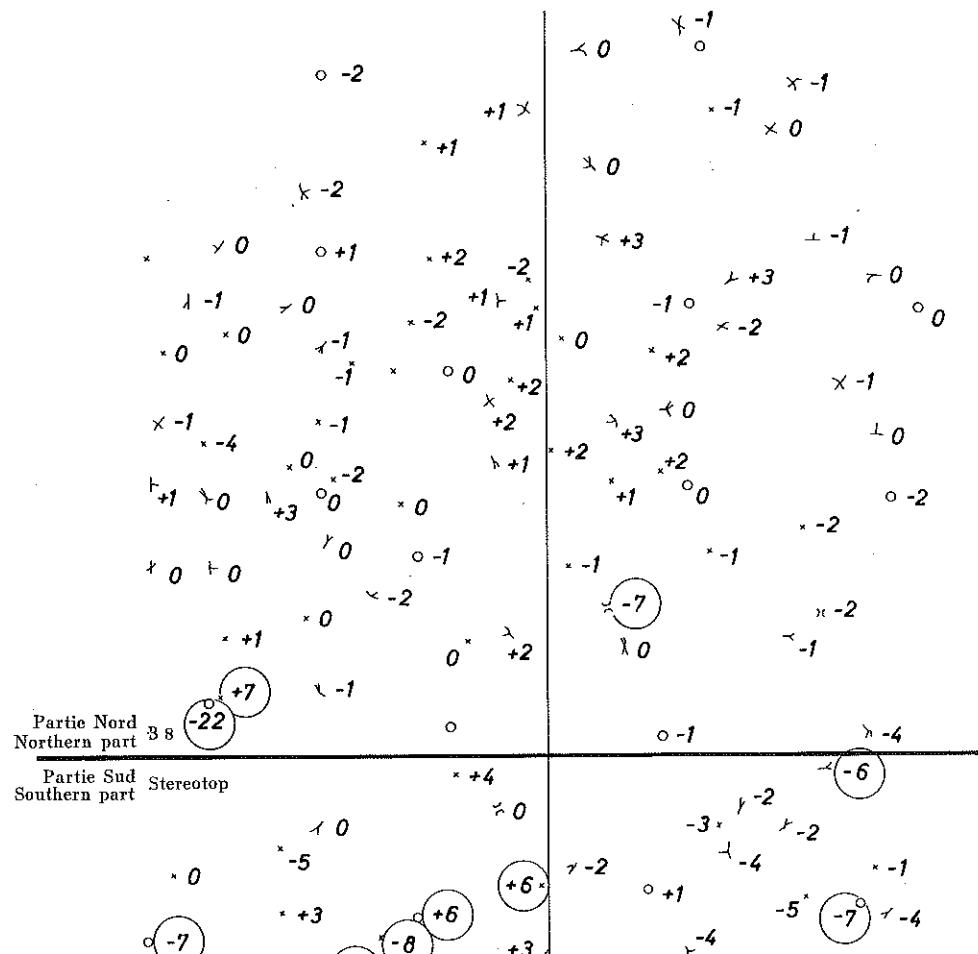
40  
● $\times 0$   
0

38  
● $\times 0$   
0

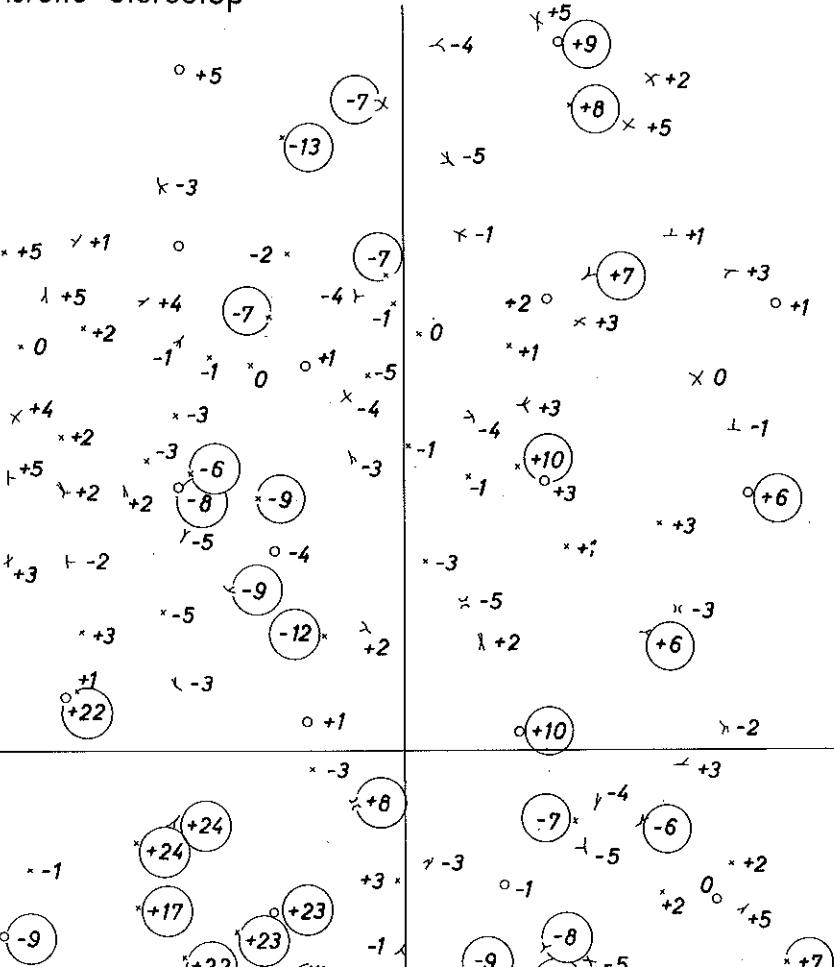
37  
● $\times 1$   
0

65/63

## Frankfurt



## Karlsruhe Stereotop



## München B 8

$  \begin{array}{c}  \circ +3 \\  \times 0 \\  \text{---} \\  \times 0  \end{array}  $ $  \begin{array}{ccccccc}  \times +2 & \times +1 & \circ +2 & \times +1 & -3 \\  \times +2 & \times +2 & \times +1 & \times -2 & 0 \\  \times +3 & \times +1 & -1 & \times -5 & \circ +24 \\  \times +1 & \times -1 & \times 0 \\  \times 0 & \times -1 & \times -1 \\  \text{---} \\  \times 0 & \times -3 & \times -1 \\  \times -1 & \times -3 & \times -1 \\  \times -1 & \times +3 & \times -4 \\  \times -1 & \times +2 & \times -2 \\  \circ +2 & \times -2 & \text{---} \\  -3 & \text{---} & \circ  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \times 0 \\  \circ +2 \\  \times 0 \\  \times +1 \\  \text{---} \\  \times -1 \\  \times +3 \\  \times +3 \\  \times -1 \\  \times +1 \\  \times +3 \\  \times -1 \\  \times -3 \\  \times 0 \\  \times +1 \\  \times 0 \\  \text{---} \\  \times -3 \\  \times -1 \\  \times -3 \\  \times -1 \\  \times -1 \\  \times -1 \\  \times +3  \end{array}  $
---	---

## Zürich A 9

$  \begin{array}{c}  \circ +1 \\  -1 \times \\  * -3 \\  \vdash -1 \\  \times +1 \quad \times -1 \quad \circ +1 \quad \times +3 \quad 0 \\  \lambda 0 \quad \times +1 \quad \times 0 \quad +2 \times \\  \times -1 \quad \times +1 \quad \times +1 \quad \circ +1 \quad \times -1 \\  \times -1 \quad \times 0 \quad \times +1 \quad \times +1 \\  \vdash 0 \quad \times -2 \quad \times +1 \quad \times +2 \\  \vdash 0 \quad \times -3 \quad \times -2 \quad \times 0 \\  \vdash 0 \quad \times -1 \quad \times 0 \quad \vdash 0 \\  \vdash 0 \quad \times -1 \quad \times -2 \quad \times -2 \\  0 \quad \circ +5 \quad \times -1 \quad \circ -2 \\  \hline  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \times -2 \\  \circ 0 \\  \times 0 \\  \vdash +1 \\  \times +2 \quad \perp -3 \\  \times 0 \quad \times -1 \quad \circ -1 \\  \times -2 \quad \times 0 \quad \times -1 \\  \times +5 \quad \times +2 \quad \perp +2 \\  \times +3 \quad \times +4 \quad \circ 0 \quad \circ 0 \\  \times -1 \quad \times +1 \quad \times +1 \\  \times -7 \quad \times 0 \quad \times +2 \\  \times -1 \quad \times +1 \quad \times +1 \\  \circ -1 \quad \times 0 \\  \hline  \end{array}  $
$  \begin{array}{c}  \times -2 \\  \circ +1 \\  \times -3 \\  \vdash -1 \\  \times +1 \quad \times -1 \quad \circ +1 \quad \times +1 \\  \vdash -3 \quad \times 0 \quad \times +1 \quad \times +1 \\  \times -2 \quad \times -2 \quad \times 0 \quad \times 0 \\  \vdash 0 \quad \times 0 \quad \times 0 \quad \times 0 \\  \hline  \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \times -1 \\  \times -1 \\  \vdash -1 \\  \times +1 \quad \times +1 \\  \times -1 \quad \times -1 \quad \times +1 \\  \times -3 \quad \times 0 \quad \times +1 \\  \times 0 \quad \times 0 \quad \times 0 \\  \hline  \end{array}  $

## Wien A 9

$\circ$ $-1 \times$ $x+2$ $\times -2$ $\times +1 \quad \times -3 \quad \circ$ $\times -2 \quad \times -3 \quad \times 0$ $\times +1 \quad \times +4 \quad \circ$ $\times -3 \quad \times 0$ $\times -3 \quad \times +1$ $\times -3 \quad \times -3 \quad \times 0$ $\times -3 \quad \times 0$ $\times -2 \quad \times +1$ $\circ \times +5 \quad \times -1$	$\times -1$ $\circ$ $\times +1$ $\times +2$ $\times +1 \quad \times 0$ $\times +1 \quad \times 0$ $\times +2 \quad \times +4$ $\times +5 \quad \times +4$ $\times +2 \quad \times 0$ $\times +1 \quad \times +2$ $\times 0 \quad \times +3$ $\times 0 \quad \times +1$
---	---

Limite du modèle  
Boundary of models

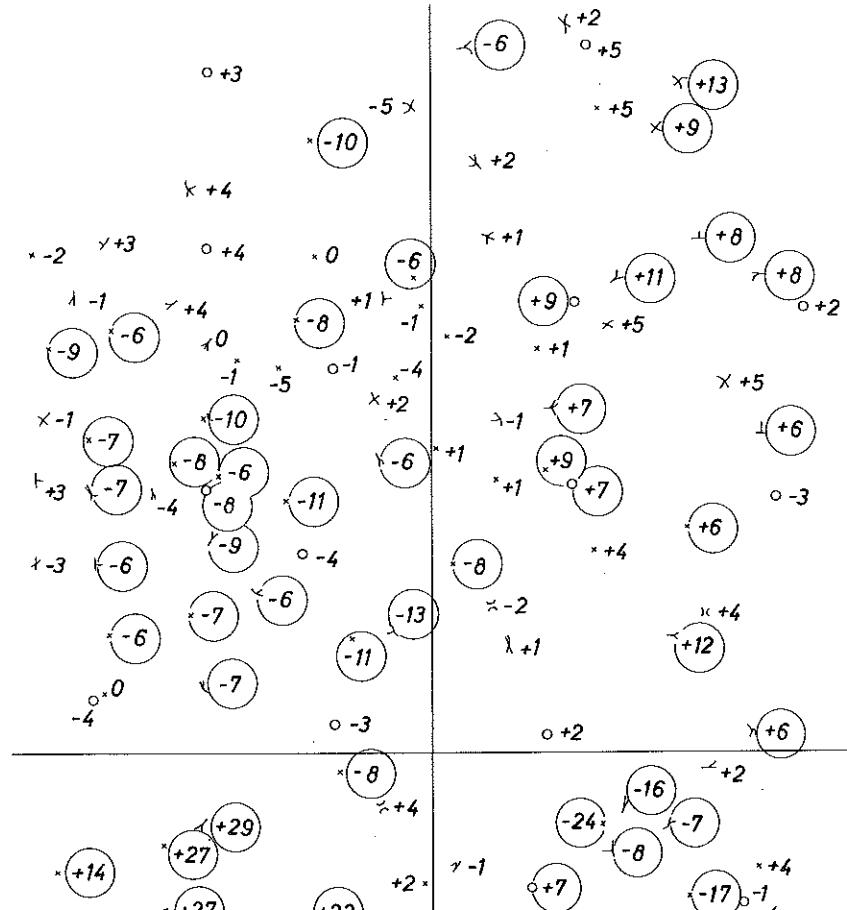
$\circ$ $\times +3$ $\times 0$ $\times +1 \quad \times +2$ $\times +1 \quad \times +4$ $\circ \quad \times +1$ $\times +1 \quad \times +2$ $\times +1 \quad \times -2$	$\circ$ $\times -1$ $\times +1 \quad \times 0$ $\times -3 \quad \times +3$ $\circ \quad \times -1$ $\times -3 \quad \times -3$ $\times -1 \quad \times 0$
---	---

$\times -14$

## Wien B 9.

$\circ 0$ $x +2$ $\times -2$ $x +3 \quad \times 0 \quad \circ +1 \quad x +1 \quad 0_x$ $+1+2 \quad \times 0 \quad \times 0 \quad 0 \vdash +1$ $x +1 \quad x +2 \quad \times 0 \quad +1 \quad x +1 \quad \circ 0 \quad x +2$ $\times -1 \quad \times 0 \quad \times +1 \quad \times +2 \quad \times 0$ $+2 \quad \times 0 \quad +1+4 \quad \circ 0 \quad \times -1$ $\times +2 \quad \times 0 \quad \circ -2$ $\times +1 \quad \times -1 \quad \times -2$ $\circ +7 \quad \times 0$ <hr/> $\times 0$ $x +2$ $\times +5$	$\times -1 \quad \times +1 \quad \circ +3 \quad \times 0$ $\times +1 \quad \times +2$ $\times 0$ $\times +4 \quad \times +3 \quad \times +2 \quad \circ +1$ $\times +2 \quad +3 \circ \quad \times +1 \quad \times +5$ $\times +3 \quad \times +2 \quad \times +2 \quad \perp +2$ $\times +5 \quad \times +6 \quad \circ +2 \quad \circ +1$ $\times +4 \quad \times +3 \quad \times +2 \quad \times 0$ $\times -1 \quad \times +2 \quad \times -2 \quad \times +1$ $\times +1 \quad \times +3$ $\circ -2 \quad \times +1$ <hr/> $\times +3 \quad \times +2$ $\circ +2 \quad \times +2 \quad \times +3$
---	--

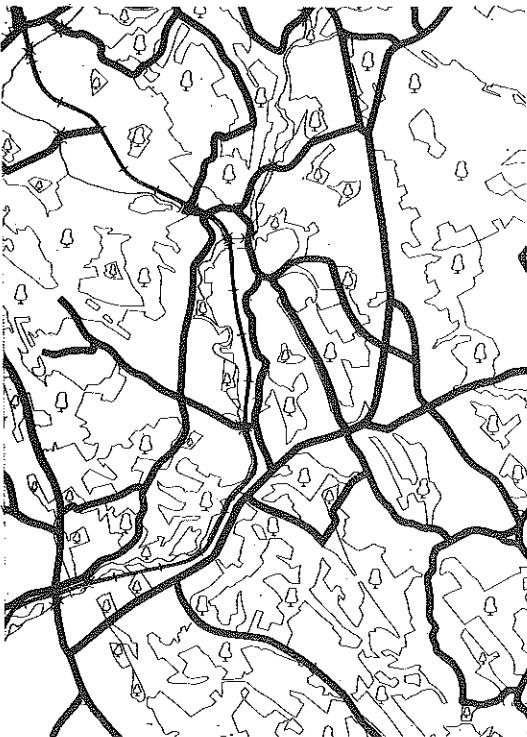
## Delft Stereomikrometer



(1) 10

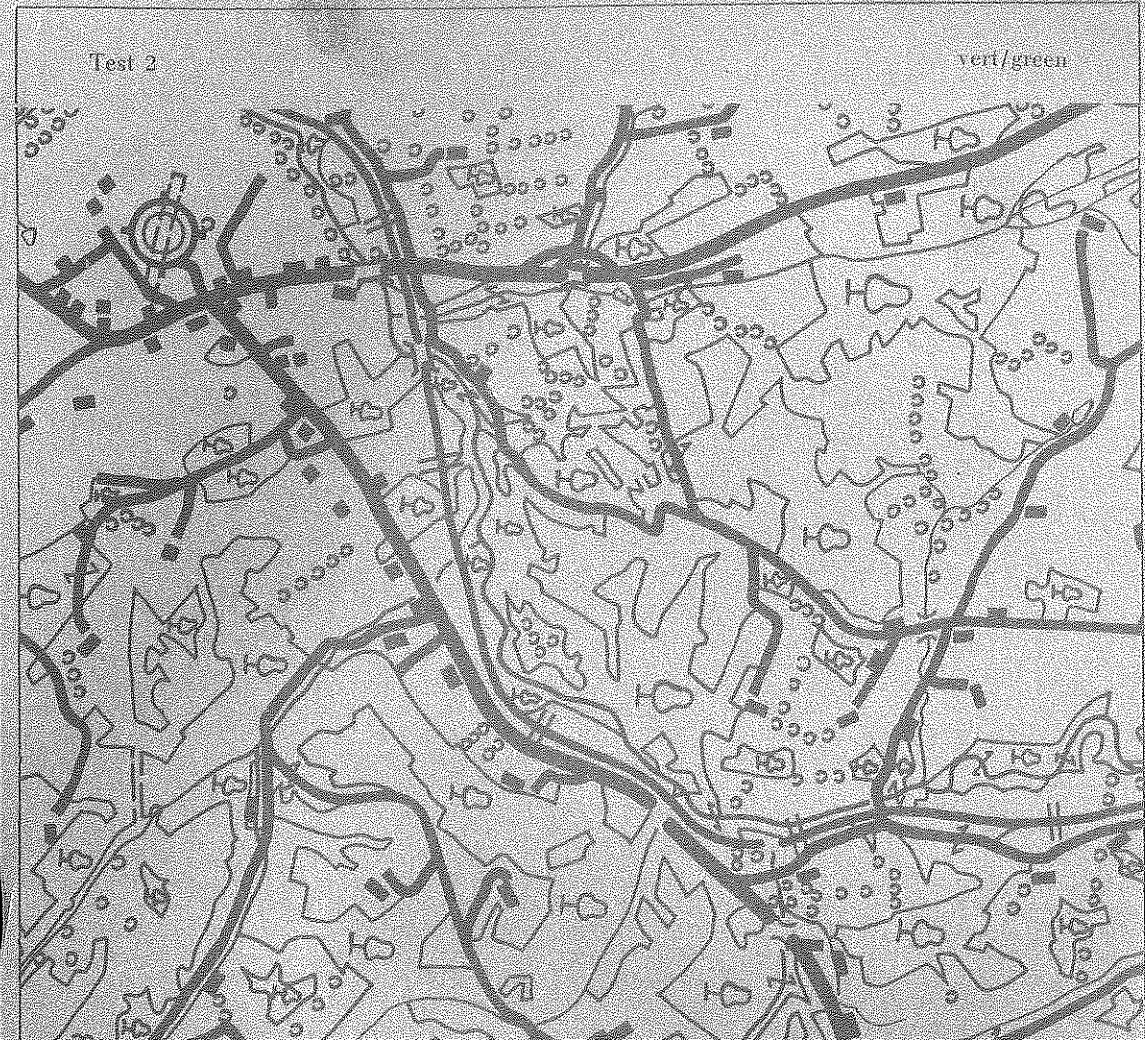
Test 2

violet



rouge / red





Test 2

bleu / blue



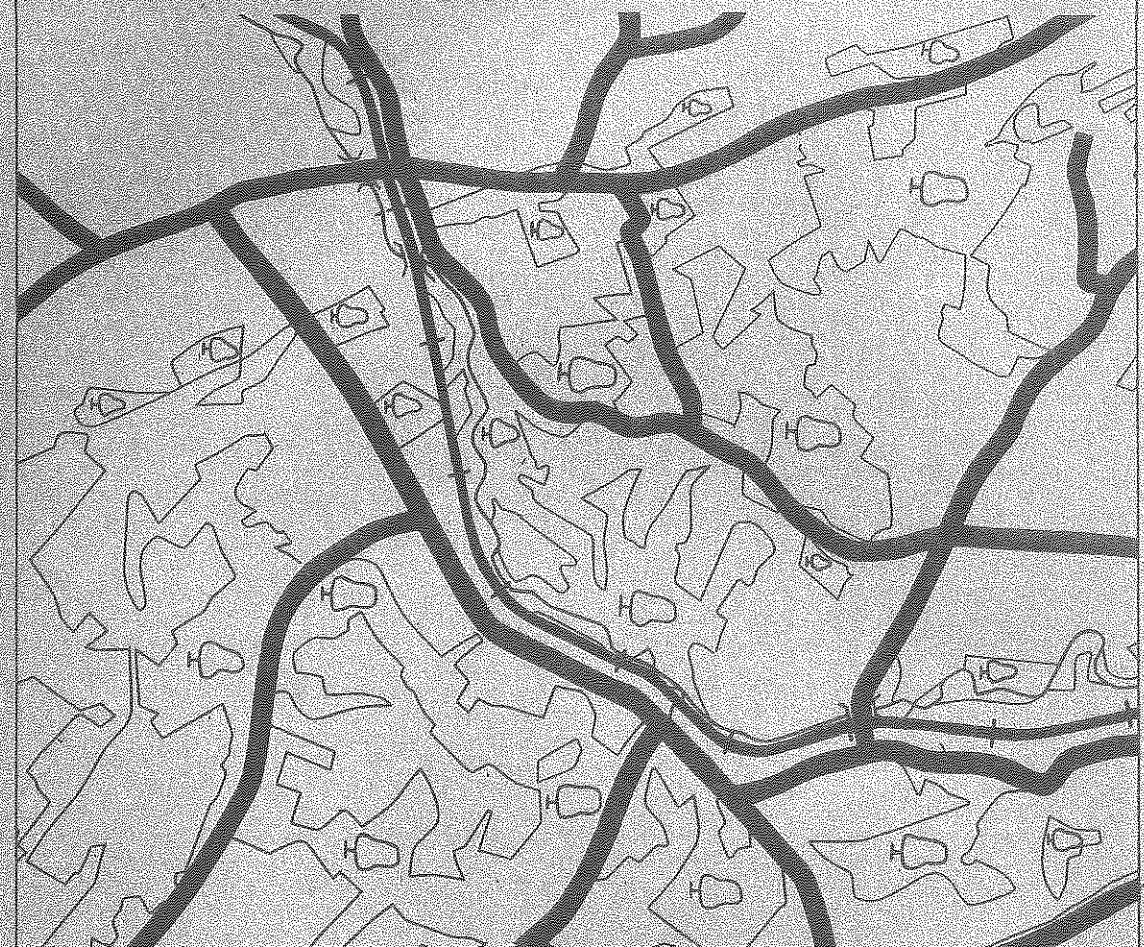
Test 2

rouge/red



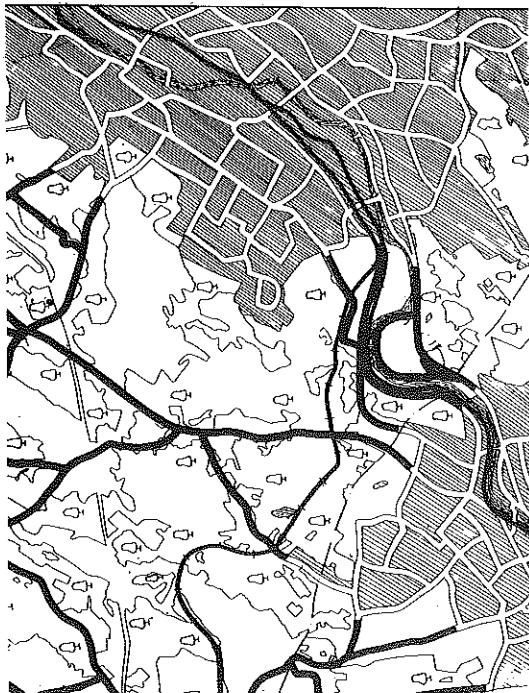
Test 2

violet

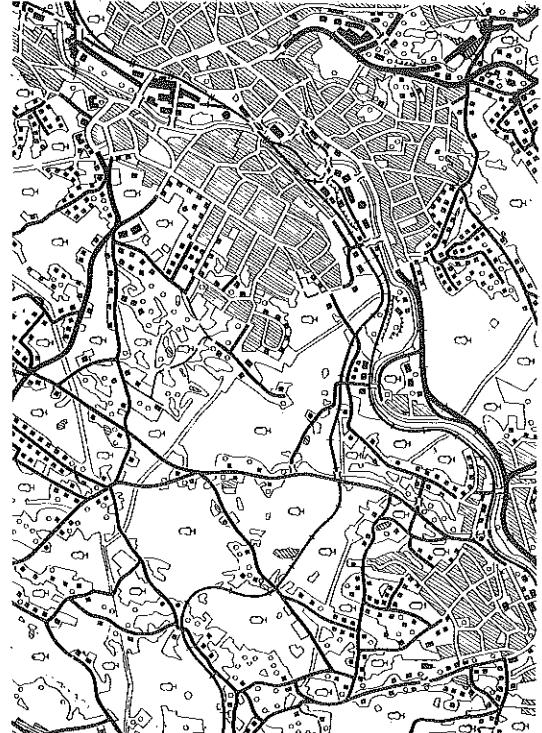


Test 1

violet



rouge / red

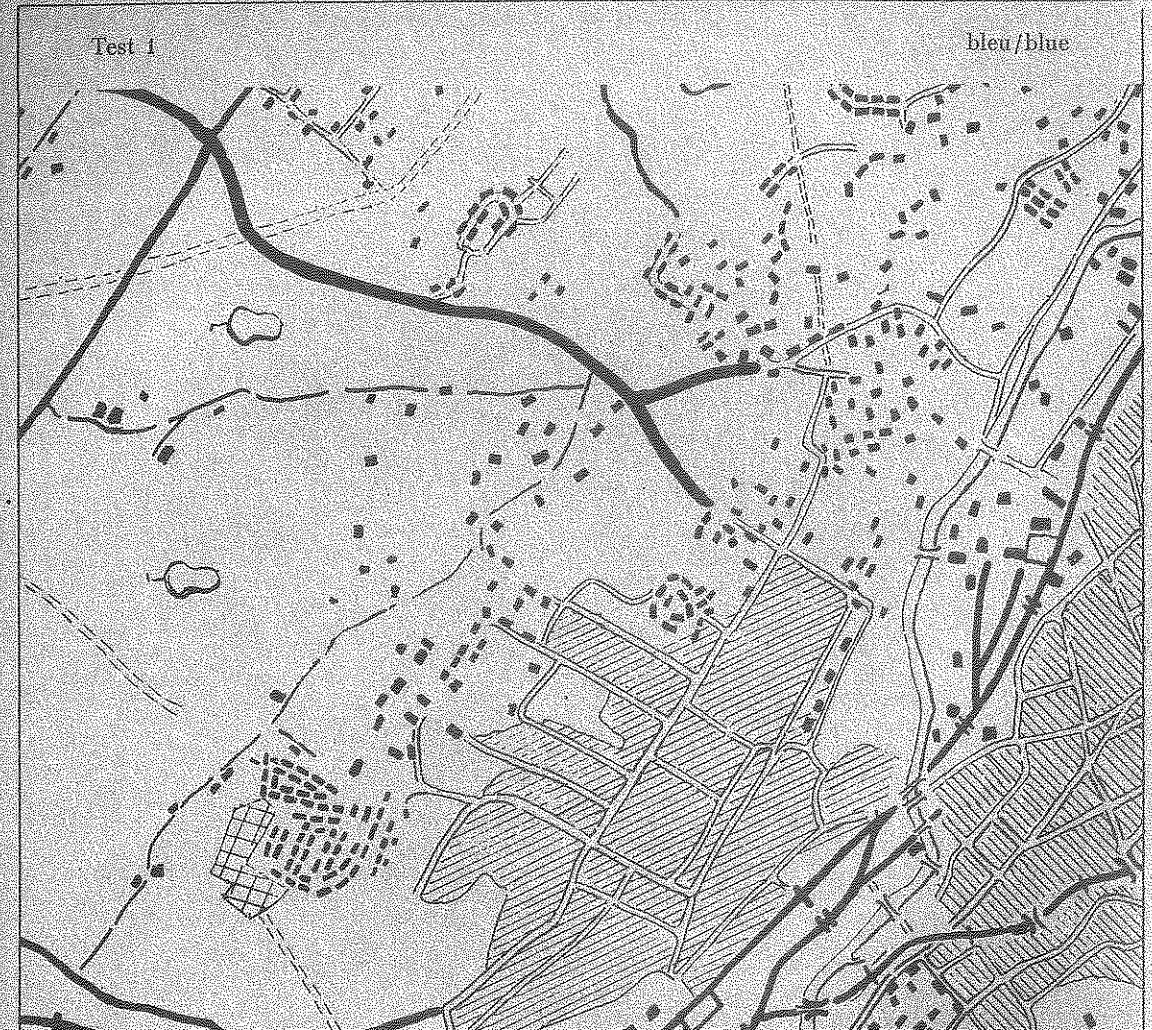


(1) 4

Test

vert/green



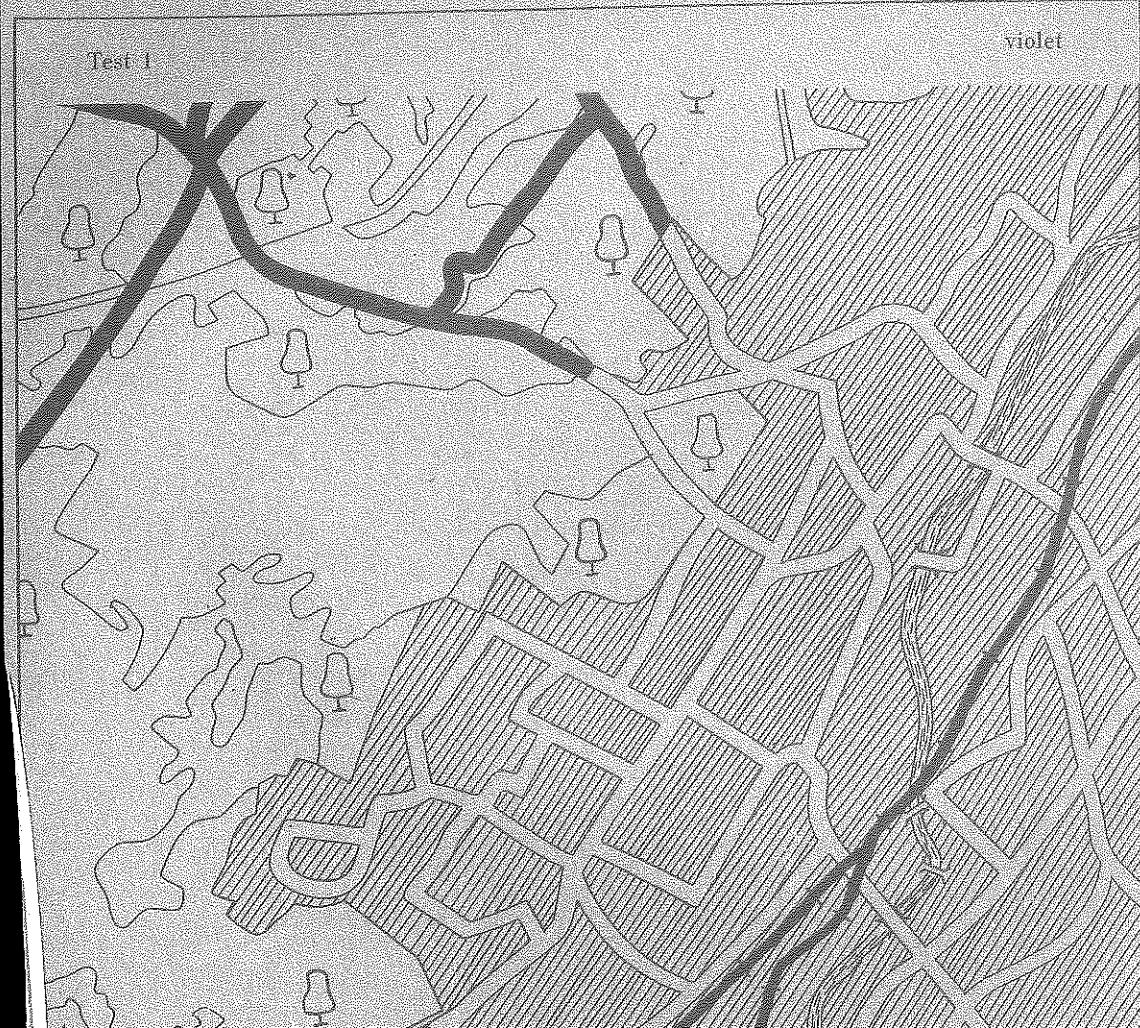


Test 1

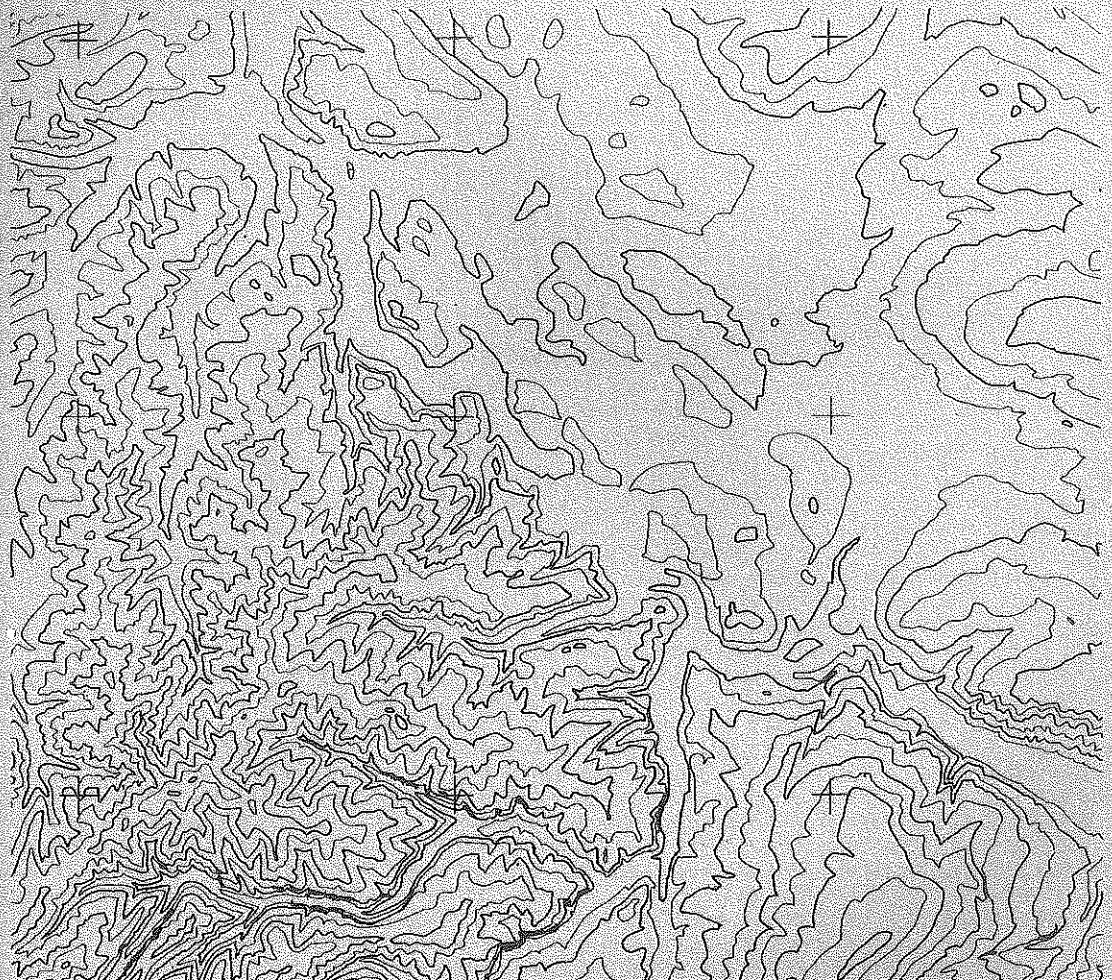
rouge/red



(1) 1

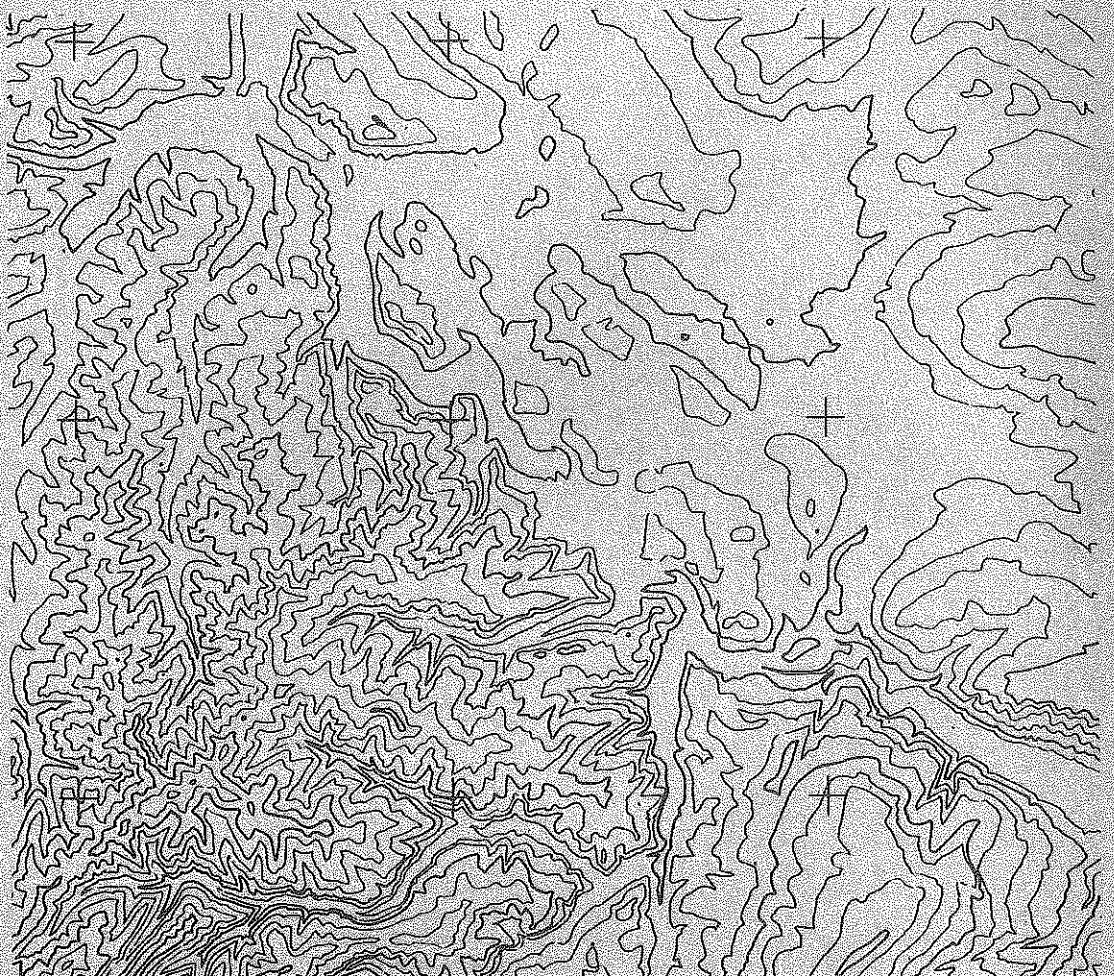


Wien A9

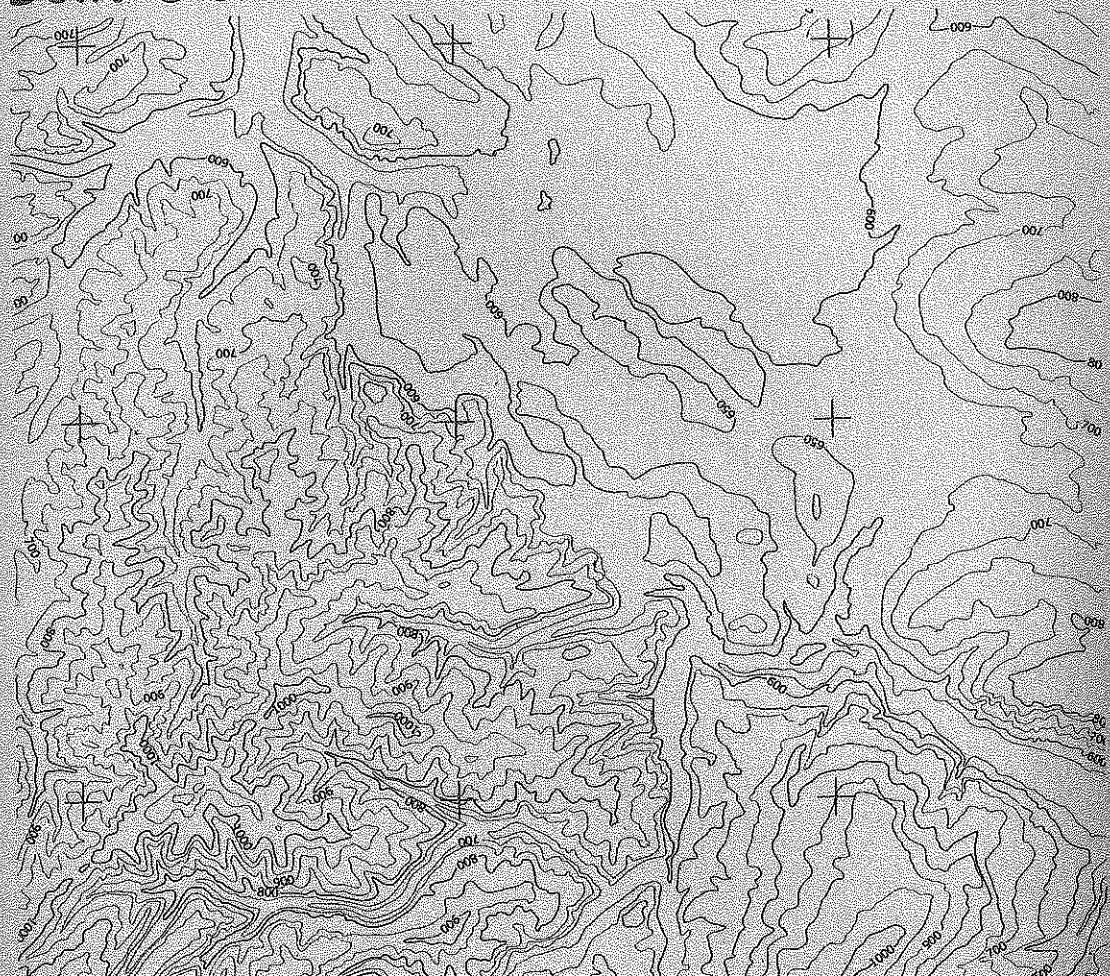


(2) 5.2

## Wien B9

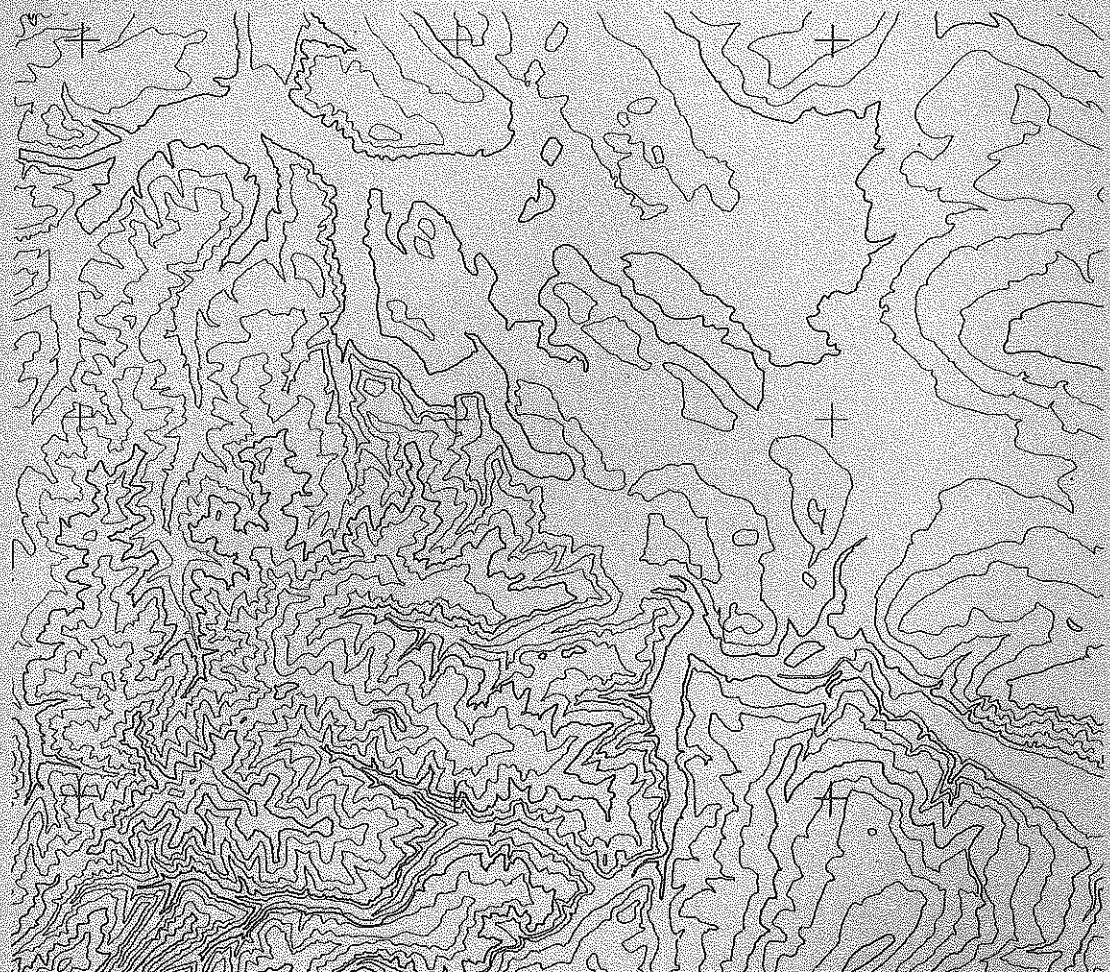


# Delft Stereomikrometer

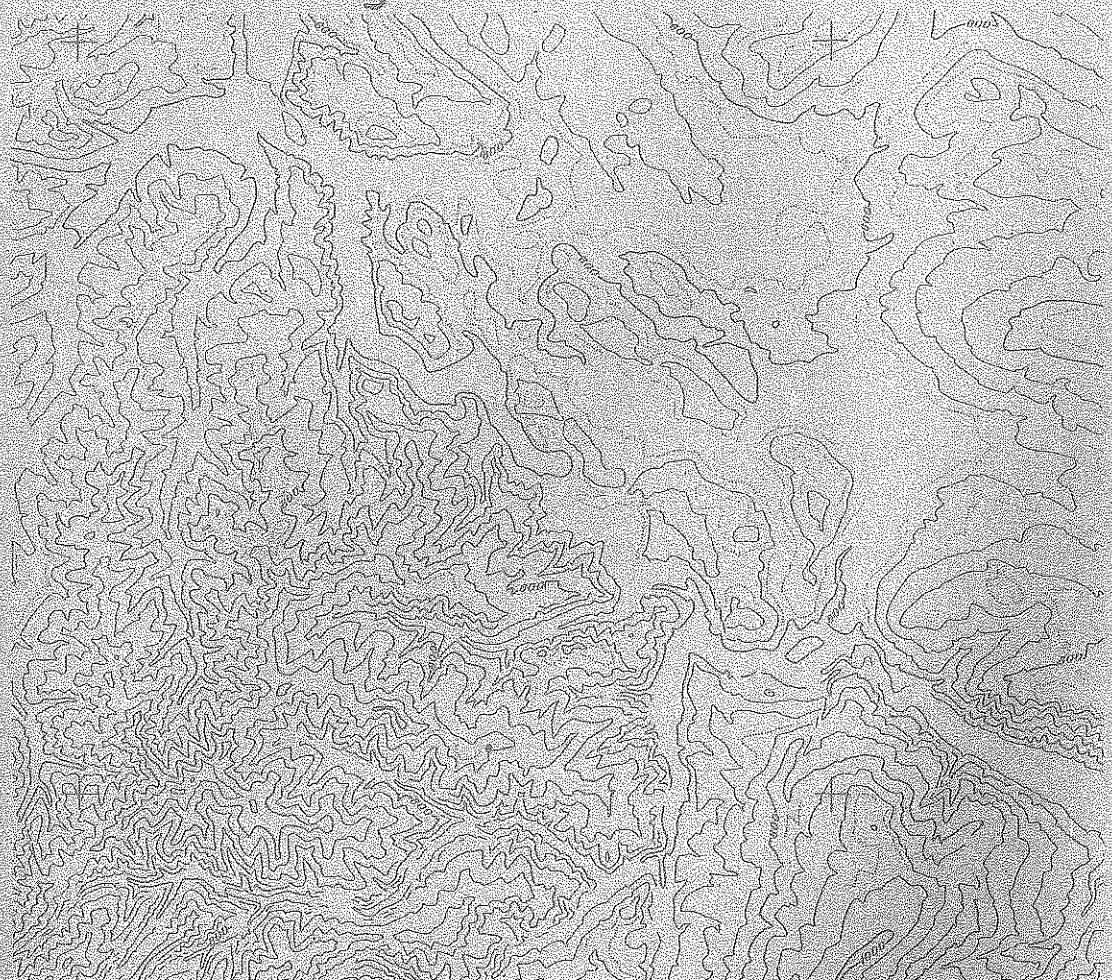


(2) 5.4

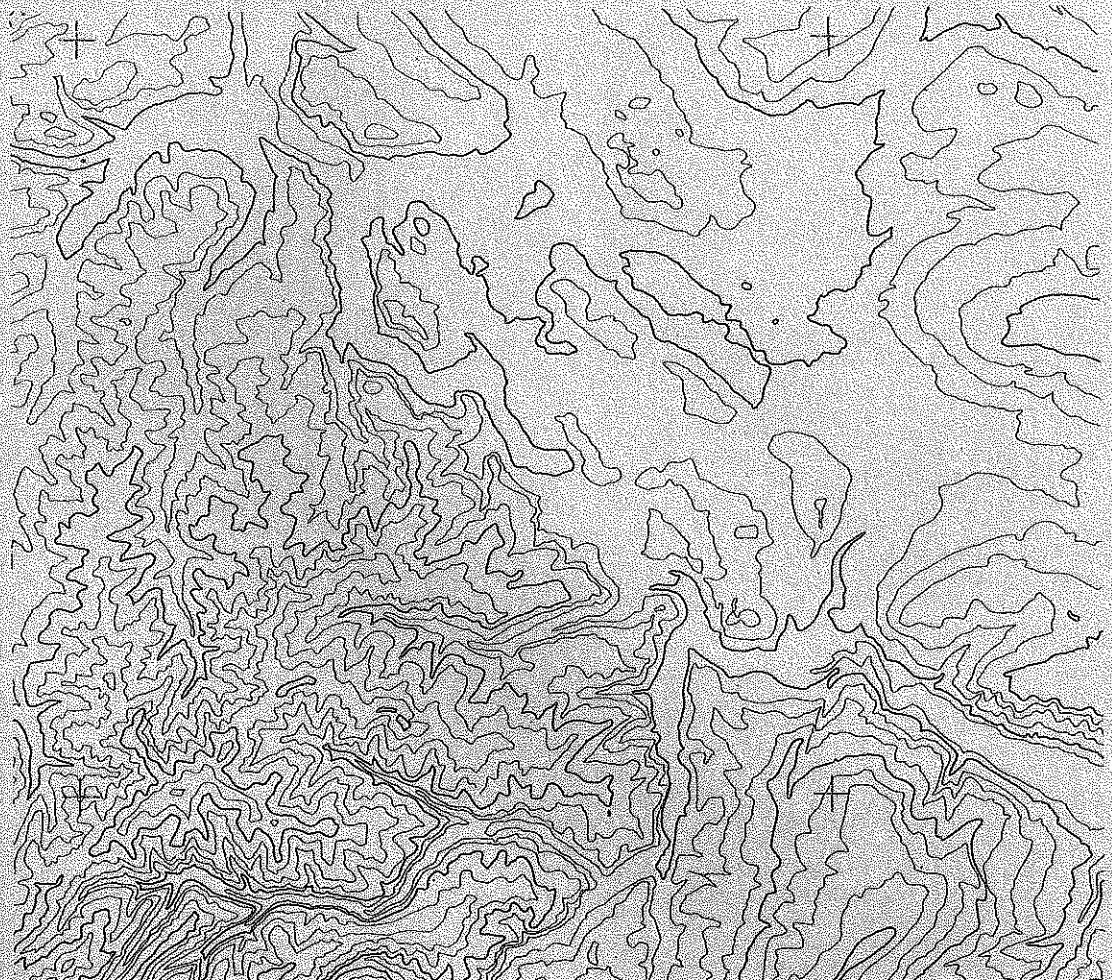
## Zürich A9



# Schweizer Original



# München B8



# Karlsruhe Stereotop



## Frankfurt B8, Stereotop

