

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 87 (1989)

**Heft:** 1: Lebensraum Bodensee = L'espace vital du lac de Constance

**Artikel:** Luftbildmessung im Flachwasserbereich

**Autor:** Hübscher, R. / Peter, H.J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-234023>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Luftbildmessung im Flachwasserbereich

R. Hübscher, H.J. Peter

Zur Erfassung des Flachwasserbereiches sind 52 Fluglinien zu fliegen. 25 konnten bereits geflogen werden, für den Rest hofft man auf sichtiges, wolkenloses Wetter bei einem tiefen Seestand im Winter 1988/89. Die dazu nötige Signalisation der Vermessungsfixpunkte, der Arbeitsaufwand und die Erfahrungen daraus werden erläutert. Weiter stellt der Artikel Flugzeug und Kamera vor, beschreibt den Ablauf eines Bildfluges und weist in einem Ausblick auf neue Möglichkeiten der Luftaufnahmetechnik hin.

*La saisie de la zone de la plate-forme nécessite le survol de 52 lignes. 25 lignes ont déjà été survolées; nous espérons pouvoir survoler les lignes restantes par temps clair et sans nuages au moment de la décrue hivernale 1988/89. Il sera mentionné tout particulièrement la signalisation nécessaire des points fixes de la mensuration, le travail effectué ainsi que l'expérience acquise. Cet article décrit l'avion et la caméra utilisés, le déroulement d'un vol photographique et montre les nouvelles possibilités de la technique de photographies aériennes.*

## Die Signalisation

### 1. Anforderung laut Leistungsprofil

Im Leistungsprofil wird empfohlen, als Lagepasspunkte für die fotogrammetrische Vermessung des Flachwasserbereiches die vorhandenen Triangulationspunkte zu signalisieren.

Zusätzlich sind pro Modell möglichst nahe am Wasser und möglichst weit im Landesinnern geeignete Höhenpasspunkte nachträglich zu bestimmen. Ist der bei Niedrigwasser trockenliegende Flachwasserbereich breiter als 300 m, sind zusätzliche Punkte zu signalisieren (und gleichzeitig einzumessen).

### 2. Technische Ausführung

Im Bereich der Flugstreifen auf Schweizer Gebiet werden die Kopfflächen der Granitsteine (18 x 18 cm) weiss gestrichen. Die auf Belagstrassen verwendeten Schutzabdeckungen werden mit einem zentrisch über der Steinmitte liegenden Quadrat versehen, und der Höhenunterschied wird zwischen Steinoberfläche und Deckoberfläche gemessen.

Im Abstand von mindestens 0,6 m werden zwei etwa rechtwinklig zueinanderstehende, auf den Punkt zeigende Hinweisstreifen je nach Art des Bodens oder Belages aufgemalt oder als Plastikstreifen ausgelegt (Grösse 15 x 90 cm). Für die Signalisation der zusätzlichen Punkte im trockenliegenden Flachwasserbereich (betrifft die Seeteile nördlich von Altenrhein und vor Triboltingen) werden über einem kräftigen Pfahl als Zentrum schwarzgestrichene Holztafeln oder Dachpappe im For-

mat 60 x 60 cm mit einem weissen Quadrat von 25 cm Seitenlänge in der Mitte verwendet.

Es ist vorgesehen, die zusätzlichen Höhenpasspunkte nach dem Bildflug entweder als Polygon (Haupt-) zug einzumessen oder von zwei Triangulationspunkten polar aufzunehmen. Mit trigonometrischer Höhenübertragung sollte es möglich sein, die im Leistungsprofil verlangte «Genauigkeit von 5 cm» einzuhalten.

### 3. Arbeitsaufwand

Im Ufergebiet des Kantons St. Gallen werden ca. 55 Punkte vom kantonalen Meliorations- und Vermessungsamt signalisiert. Bei einer totalen Flugstreifenlänge von ca. 19 km gibt dies ca. 2,3 Pkt./qkm.

Auf dem Gebiet des Kantons Thurgau (und in Absprache mit dem Vermessungsamt des Kantons Schaffhausen einige wenige Punkte auf dem Gebiet dieses Kantons) werden ca. 170 Punkte auf einer Streifenlänge von 55 km durch das Vermessungsamt des Kantons Thurgau signalisiert. Punktdichte ca. 2,5 Pkt./qkm. Im Kanton St. Gallen benötigt ein Mitarbeiter ca. zwei, im Thurgau ca. sechs Arbeitstage für die Signalisation.

### 4. Erfahrungen

In der «Anweisung für die Messtrupps» wird empfohlen, Dispersionsfarbe zu verwenden, da sich diese auch auf nassem Untergrund aufbringen lasse.

Wir haben die Erfahrung gemacht, dass Dispersionsfarbe auf nassem Untergrund lange nicht trocknet, sich daher für befahrene Flächen nicht eignet. Wie uns ein Fachmann versicherte, trocknet Disper-

sionsfarbe nicht nur ein, sondern macht einen Abbindeprozess durch, ähnlich Zement oder Gips.

Werden die mit einem Bau-Gasbrenner (sog. Flammröhre) getrockneten, noch warmen Beläge mit Signalfarbe (die gleiche weisse Farbe, die für das Aufspritzen von Sicherheits- und Leitlinien verwendet wird) bemalt, kann die Arbeit auch bei nasser, feuchter Witterung durchgeführt werden. Die bemalte Fläche ist praktisch sofort befahrbar.

### 5. Ablauf der Arbeiten in den Kantonen St. Gallen und Thurgau

Aufgrund des ausserordentlich tiefen Wasserstandes anfangs 1986 entschliesst sich die Internationale Gewässerschutzkommission, den Bildflug ein Jahr vorzuerlegen.

Signalisiert wird in den Kantonen Thurgau und St. Gallen Ende Januar/Anfang Februar 1986.

Als höchster Pegelstand für einen Bildflug wurde die Marke 2,65 m am Pegel Konstanz definiert. Aus organisatorischen Gründen (telefonische Abhörmöglichkeit) wurde der Pegel Romanshorn als genügend ähnlich angenommen. Der Pegelstand 2,65 m am Pegel Romanshorn entspricht einer Höhe des Wasserspiegels von 394,88 m ü.M. (Schweizer Horizont). Mitte März gibt das mit der Projektleitung beauftragte Landesvermessungsamt Baden-Württemberg das Nordufer von Ludwigshafen bis Altenrhein für den Bildflug frei. Das Südufer des Obersees ist zu dieser Zeit noch vereist, während auf dem Untersee eine geschlossene Eisdecke liegt. Am 22. März 1986, bei einem Pegelstand von 394,87 m ü.M., kann das Südufer des Sees, d.h. von Ludwigshafen bis Hard, geflogen werden.

1987 beginnt die Signalisation am 10. Februar bei einem Stand des Seespiegels von 394,80 m ü.M.

Wegen Schnee und Eis wird die Kampagne abgebrochen, und am 2. März erreicht der Pegel den Stand von 395,08 m ü.M.

Anfangs 1988 sprechen Wetter und Pegelstand gegen einen Bildflug. Es wird nicht signalisiert, bis am 11. März 1988 der maximale Pegelstand für einen Flug um 10 cm, auf 394,98 m ü.M. heraufgesetzt wird.

Am Montag, 14. März beginnt die Signalisierungskampagne bei einem Pegelstand von 394,97 m ü.M., wird aber aufgrund der Wetterprognose um 9.00 abgebrochen.

Adresse des Verfassers:

Hans-Jörg Peter, Ing. HTL/STV  
Vermessungsamt des Kantons Thurgau  
CH-8500 Frauenfeld



Abb. 1: Luftbild Bodenseetiefenvermessung – Flachwasserbereich. Originalmassstab 1:5500, ca. 1,5fach verkleinert. Dargestelltes Gebiet: Unteruhldingen.

(Freigegeben durch das Landesvermessungsamt Baden-Württemberg Nr. 27/86 vom 12.5.1986)

## Der Bildflug

Für die Erfassung der Flachwasserzone auf der gesamten Länge des Bodenseeufer müssen insgesamt 51 Fluglinien geflogen werden. Die Befliegung muss bei Niedrigwasser durchgeführt werden und fällt daher in die wettermässig äusserst ungünstige Winterzeit.

### 1. Flugzeug und Kamera:

Als Vermessungsflugzeug steht der Eidg. Vermessungsdirektion seit 1976 ein zwei-

motoriges Propellerturbinenflugzeug vom Typ DHC-6-300 «Twin Otter» zur Verfügung (Abb. 1). Der «Twin Otter» ist ein STOL (Short Take OFF and Landing) - Mehrzweckflugzeug. Meistens wird es als Passagierflugzeug eingesetzt. Nach geringfügigen Umbauten kann es aber auch für Lastentransporte, Ambulanzflüge und für die Luftbildvermessung eingesetzt werden. Für letzteren Zweck und für spezielle Forschungsaufgaben wurden in unserem Flugzeug zwei, mit Schieber versehene Bodenöffnungen eingebaut. Zwei Reihemesskammern Wild RC-10 sind fest instal-

liert (Abb. 2). Je nach Bedarf können Objektive mit verschiedener Brennweite (15 cm, 21 cm, 30 cm) eingesetzt werden. Da zwei Kammern installiert sind, können von einem Gebiet auch Simultanaufnahmen gemacht werden.

### 2. Fluglinienplan/ Technische Daten:

Der eigentliche Flachwasserbereich ist nur schwer aus der Landeskarte ersichtlich. Eine Begehung der besonders kriti-





Abb. 1: Vermessungsflugzeug «Twin Otter», Typ DHC-6-300. Aufnahme erstellt durch das Bundesamt für Militärflugplätze.

schen Zonen war deshalb unerlässlich, um den im Büro entworfenen Fluglinienplan zu bereinigen.

Der Bildmassstab ist 1:5500. Dies ergibt mit dem Weitwinkelobjektiv 15/4 UGA der RC-10 eine Flughöhe von 840 m über Grund. Die Streifenbreite im Gelände beträgt 1265 m. Die Längsüberdeckung von 80% ergibt ca. 1200 Aufnahmen. Als Filmmaterial wird AVIPHOT PAN 200 verwendet.

### 3. Erschwernisse beim Bodenseeflug:

Der Zeitraum für die Befliegung ist durch folgende Auflagen stark eingeschränkt worden:

- Geflogen werden darf nur, wenn der Pegel in Konstanz niedriger als 2,65 m beträgt. Diesen Pegel erreicht der See normalerweise ein- oder mehrmals in der Zeit zwischen November und März.
- Der Flachwasserbereich muss während des Bildfluges eis- und schneefrei sein.
- Um die Grösse der Schlagschatten einigermassen zu begrenzen, muss die Sonne mindestens 24 Grad über dem Horizont stehen. Diese Forderung reduziert die mögliche Aufnahmezeit wesentlich, denn in unseren Breiten erreicht die Sonne zwischen Mitte November und Anfang Februar nie die geforderte Höhe!
- Im Aufnahmegebiet müssen bei wolkenlosem Himmel ausreichende Sichtverhältnisse herrschen, d.h. die Sichtweite muss mindestens 8 km betragen. Sand- und Schlickgebiete sind Objekte mit sehr geringem Remissionskontrast. Eine mehr seitliche Beleuchtung macht die Feinstrukturen im Objektfeld besser sichtbar. Diffuse Beleuchtung, wie sie bei bedecktem Himmel vorliegt, kann



Abb. 2: Zwei Reihenmesskammern RC-10 im Flugzeug installiert. Aufnahme erstellt durch das Bundesamt für Militärflugplätze.

deshalb nicht in Frage kommen. Ungünstig wirkt sich ebenfalls Dunst aus. Die genannte Minimum-Sichtweite von 8 km darf daher nicht unterschritten werden. Beizufügen ist, dass sowohl das Auflösungsvermögen des Objektivs als auch dasjenige des Films in starkem Masse vom Objektkontrast abhängt.

Aus Laboruntersuchungen kann abgeleitet werden, dass bei Verwendung gebräuchlicher Filme das Auflösungsvermögen der Kombination Objektiv/Film auf etwa die Hälfte absinkt, wenn an Stelle eines Hochkontrastobjektes (1:100) ein Niederkontrastobjekt (1:1,6) vorliegt.

# Partie rédactionnelle

Mit all diesen Auflagen und dem Umstand, dass im Bodenseegebiet um diese Jahreszeit Nebel- oder Hochnebel überwiegen, war von Anfang an klar, dass jeder mögliche Flugtag inklusive die Wochenendtage, genutzt werden musste. Ab Anfang Februar, dem vorgesehenen Zeitpunkt für den Beginn der Befliegung, war man deshalb beim Vermessungsflugdienst immer auf Pikett.

Es dauerte jedoch bis zum 22. März 86, bis ein Teil des Auftrages ausgeführt werden konnte.

## 4. Der Ablauf eines Bildfluges:

Unabhängig vom aufzunehmenden Gebiet läuft jeder Vermessungsflug nach einem mehr oder weniger festen Schema ab.

Nach dem Einflug ins Aufnahmegebiet überprüft der Kameramann den Dunstgrad und ändert notfalls seine bereits im Büro angenommenen fotografischen Parameter (Film, Filmtyp, Gammawert). Der Pilot bringt das Flugzeug einige Kilometer vor Auslösung der ersten Aufnahme auf den vorgegebenen Kompasskurs und reduziert die Reisegeschwindigkeit auf eine Aufnahmegeschwindigkeit von 200 km/h. Dies ist je nach Flugzeug, Kameraausrüstung und Bildmassstab verschieden. Der Kameramann versucht nun mit Hilfe des Navigationsfernrohres das Flugzeug auf der im Fluglinienplan (beim Bodenseeflug Karte 1:25 000) eingezeichneten Aufnahmeachse zu halten und gibt dem Piloten entsprechende Kurskorrekturen. Am Anfang des zu fotografierenden Gebietes löst er die erste Aufnahme aus. Die nachfolgenden Reihenaufnahmen werden als

Funktion des gewählten Überdeckungsverhältnisses und der im Fernrohr eingestellten Wanderliniengeschwindigkeit automatisch ausgelöst. Am Ende der Linie stoppt der Kameramann die Aufnahmeserie, und der Pilot fliegt die nächste Linie an. In vielen Fällen wird der Bildflug zum Wettlauf mit der Zeit, denn mit zunehmender Sonneneinstrahlung steigt die Gefahr der Quellwolkenbildung. Dies führt dann leider meistens zum vorzeitigen Abbruch der Befliegung.

Ein gutes Verständnis zwischen Pilot und Kameramann einerseits und eine grosse Routine andererseits tragen bei dieser Arbeit entscheidend zum guten Gelingen bei.

## 5. Neue Möglichkeiten:

Seit Anfang 1988 ist der Vermessungsflugdienst der Eidg. Vermessungsdirektion mit zwei neuen Luftbildkammern RC-20 ausgerüstet. Diese Aufnahmekammern verfügen über eine Bildwanderungskompensation (FMC, Forward Motion Compensation). Vor allem bei grossen und mittleren Bildmassstäben ist es nun möglich, Filme mit geringerer Empfindlichkeit und hoher Auflösung oder auch Farb- und Falschfarbenfilme problemlos einzusetzen. Die Möglichkeit, Farbfilme auch bei extrem niederem Sonnenstand zu verwenden, ist hier von besonderer Bedeutung!

Da auf den Wasserstand Rücksicht genommen werden muss, kann die Befliegung nur im Winter durchgeführt werden. Bei dem um diese Jahreszeit extrem niederen Sonnenstand ist der flächenmässige Anteil der Schatten im Bild relativ hoch. Eine gute Durchzeichnung der

Schatten ist daher von grösster Bedeutung.

Bekanntlich ist die Schattendurchzeichnung beim Farbfilm erheblich besser als beim Schwarzweissfilm. Das trifft besonders auf «offene» bzw. grosse Schattenpartien zu, die auch auf ebenem Gebiet bei niederem Sonnenstand auftreten. Es handelt sich dabei um Schlagschatten von Bäumen, Häusern, Uferbefestigungen usw. Der Farbfilm nutzt die hauptsächlich durch das Himmelslicht erzeugte Schattenbeleuchtung besser aus, weil hier durch Filterung kein Lichtanteil verloren geht. Ausserdem ist der Bildkontrast im Schatten höher als beim Schwarzweissfilm, weil beim letzteren die Schatten in den ungünstigen Teil der Gradationskurve fallen.

Aus diesem Grund wird für die Erfassung der noch verbleibenden Flachwassergebiete auf unsere Empfehlung hin der Farbfilm Kodak Aerochrom MS 2448 eingesetzt. Da auf die Sonnenhöhe keine spezielle Rücksicht mehr genommen werden muss, verlängert sich der Zeitraum für eine mögliche Befliegung um etwa zwei Monate!

### Literatur:

Bock F.: Eine neue Objektivgeneration für das Luftbildaufnahmesystem Wild Aviophot. III. Testflüge und Aufnahmetechnik, Wild Heerbrugg AG, 1983.

### Adresse des Verfassers:

Rolf Hübscher, Ing. HTL  
Vermessungsflugdienst V + D  
Militärflugplatz  
CH-8600 Dübendorf

# Hydrographische Vermessungsarbeiten im Freiwasserbereich

A. Rose

Es wird ein kurzer Überblick über die praktischen Arbeiten während der Vermessung der Freiwasserzone des Bodensees gegeben und dabei auf die Messanordnung, die Geräte und Auswertverfahren sowie auf die erreichte Genauigkeit eingegangen.

*Un court aperçu sera donné sur les travaux pratiqués durant la mensuration de la zone des eaux libres du lac de Constance principalement sur les dispositions concernant les mesures, sur les instruments et les méthodes d'interprétation des résultats ainsi que sur la précision obtenue.*

## 1. Einleitung

Anlass und Umfang der Bodenseevermessung werden in diesem Heft durch andere Autoren [Schärpf/Braun] ausführlich geschildert. Dieser Bericht soll aus dem Blickwinkel der Ausführenden einen kurzen Überblick über die praktischen Arbeiten während der Vermessung der Freiwasserzone geben, wobei auf die Anlage der Vermessung, die Rahmenbedingungen und die örtlichen Arbeiten näher eingegangen wird. Bezüglich der theoretischen und rechnerischen Grundlagen sei auf die angeführte Literatur verwiesen.

<sup>1</sup> Diese wurden im Herbst 1986 und im Sommer 1987 befahren; es handelt sich im wesentlichen um Blöcke im Bereich der alten Rheinmündung sowie um ein Gebiet vor Überlingen, die mit einem Profilabstand von 40 m verdichtet wurden.