

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:	77 (1979)
Heft:	6
Artikel:	Entstehung einer Satellitenbildkarte
Autor:	Seidel, K. / Tomamichel, F. / Lichtenegger, J.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-229697

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: 23.01.2026

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

s'imposaient avec évidence. Il n'en est rien. Lorsque pour la première fois, en 1957, des géodésiens proposèrent l'utilisation de satellites, ils furent accueillis avec un immense scepticisme. Par chance, un mois plus tard, Spoutnik I, le premier satellite artificiel, était lancé avec succès. Au cours des vingt années écoulées, grâce au travail long et remarquable d'une foule de chercheurs, ce scepticisme s'est peu à peu effacé devant la moisson extraordinaire des résultats acquis grâce à ces méthodes. A ce jour, environ 8000 satellites de toutes disciplines ont été lancés, et la géodésie spatiale est entrée dans sa phase adulte. Certaines des techniques mentionnées sont peu à peu abandonnées, après avoir joué un grand rôle. D'autres, plus souples et surtout plus précises, comme la méthode de positionnement Doppler, ou la mesure de distances par des lasers de la dernière génération, sont en plein essor.

Qu'a apporté l'ère spatiale au géodésien? Un gain considérable d'informations au cœur même de son métier: une connaissance incomparablement meilleure de la forme de la Terre et de son champ de pesanteur. Il faut d'ailleurs insister sur l'aspect itératif et progressif de

l'amélioration des connaissances: de meilleures coordonnées pour les stations d'observation conduisent à une meilleure description des orbites; celles-ci permettent l'élaboration de meilleurs modèles pour la description du champ de pesanteur; un géoïde mieux connu conduit à des coordonnées géocentriques plus précises. Comme on le voit, il s'agit d'une vaste construction où chaque étage s'appuie sur la base solide du précédent. Actuellement, le degré de précision acquis est tel qu'il permet d'envisager la création de modèles pour la description d'une Terre non plus statique, mais dynamique, dont les paramètres évolueraient avec le temps. De tels modèles permettront la prise en considération de phénomènes temporels long-temps négligés, comme le mouvement de l'axe des pôles, les marées terrestres ou les irrégularités de la rotation du globe; ces modèles décrivent encore mieux que les modèles actuels la forme, les dimensions de la Terre et son champ de pesanteur: c'est précisément la tâche du géodésien.

Devant des techniques aussi complexes et, il faut bien le dire, aussi coûteuses, le lecteur ne manquera pas de se demander: A quoi bon? Cette question,

propre à tous les domaines de la recherche, n'est plus de nature technique mais politique; quoique difficile et passionnante, elle n'est pas nouvelle. Qui sait si Erathostène ne se la posait pas déjà, 200 ans avant J. C., en déterminant le rayon de la Terre?

Les figures 2, 3, 11, 13 et 14 sont publiées avec l'aimable autorisation du Prof. R. Sigl, Technische Universität München.

Principaux ouvrages et articles consultés

- K. Arnold: Methoden der Satellitengeodäsie. Akademie-Verlag, Berlin 1970.
- H. Dupraz: Les satellites artificiels et leurs applications. Bulletin technique de la Suisse romande, Nos 4, 8, 11, 13, 26/1978.
- J. R. Moyer: The Satellite Doppler Survey System. Seminar on the Doppler System, Buenos Aires 1977, Magnavox Company.
- H. H. Schmid: Konzeptionelle und fehlertheoretische Betrachtungen zur Erstellung eines geodätischen Weltsystems mit Hilfe der Satellitengeodäsie. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 4-72.
- R. Sigl: Aktuelle Aufgaben der Satellitengeodäsie. Zeitschrift für Vermessung 1/1977.

Adresse de l'auteur:

H. Dupraz, Institut de Géodésie et Mensuration EPFL, CH-1007 Lausanne

Entstehung einer Satellitenbildkarte

K. Seidel, F. Tomamichel, J. Lichtenegger

On décrit un procès technique pour construire avec huit images LANDSAT une carte de la Suisse vue par le satellite. Nous avons à disposition des images venant de quatre jours successifs d'une période de temps très favorable en mars 1976. Des données en forme digitale sur bandes magnétiques on a d'abord reconstruit des images noir et blanc des différentes bandes spectrales. Après les avoir ajuster dans un procès photomécanique, ils sont été masqués et convertis en une seule image de couleur. L'apparence des couleurs a été choisi de telle manière qu'une séparation des catégories agricoles devient optimale. La possibilité de délimiter la couverture de neige sur l'ensemble de la Suisse est évidente. On reconnaît aussi bien les grandes unités géomorphologiques que des éléments tectoniques (failles); on distingue les forêts, les prés et les pâturage, les régions agricoles et les zones urbaines. Mais l'influence de la topographie et de l'atmosphère rend l'interprétation visuelle plus difficile.

Die Aufnahme vom Raumschiff APOLLO VI aus, welche die Erde als Kugel im dunklen Weltraum deutlich erkennen lässt, ist berühmt und aufregend zugleich. Aufregend wohl deshalb, weil es dem Erlebnis gleichkommt, das der Mensch empfindet, wenn er sich zum ersten Mal bewusst im Spiegel betrachtet.

Des Überblicks wegen ist das Interesse an Luft- und Satellitenbildern ständig im Steigen. Man erwartet, Dinge zu sehen, welche die Zusammenhänge besser verdeutlichen und damit das Verständnis für unsere Umwelt besser ermöglichen.

Luftbilder werden normalerweise aus einem bemannten Flugzeug oder Raumschiff mit einer Kamera auf einen lichtempfindlichen Film «fotografiert». Satellitenbilder hingegen werden aus höheren Distanzen (200 bis 36 000 km) von der Erdoberfläche gewonnen: Mit sehr unterschiedlichen Sensorsystemen wird die von der Erdoberfläche reflektierte und emitierte Strahlung registriert, in

elektrische Signale umgewandelt und drahtlos zu einer Bodenempfangsstation übermittelt. Hier wird die übermittelte Information synchron zum Abtastsystem wieder bildmäßig rekonstruiert und zur weiteren Interpretation dem Betrachter überlassen.

Bezüglich des Überblicks sind Satellitenbilder normalen Luftbildern überlegen.

Auch dadurch, dass man Satelliten nahezu kontinuierlich «abfragen» kann, sind solche Datenquellen für systematische Untersuchungen sehr gut geeignet.

Für Wetterforschung und -vorhersage verwendet man schon seit 1960 Bilder aus dem Weltraum routinemässig. Nach den Erfahrungen mit den Satelliten der TIROS- und NIMBUS-Reihe werden heute für den täglichen Wetterdienst Bilder von NOAA und METEOSAT herangezogen.

Ziel der Satellitenbildforschung ist die Entwicklung und der Einsatz eines operationellen Überwachungssystems, das

es uns erlaubt, die Güter unserer Erde zu erfassen, haushälterisch einzusetzen und vor unkontrollierbarem Schaden zu bewahren.

Die Erdekundungssatelliten LANDSAT

Am 23. Juli 1972 wurde der erste für Erdekuendung konzipierte Satellit in seine Umlaufbahn gebracht. Ihm folgte am 22. Januar 1975 LANDSAT 2 mit genau den gleichen technischen Merkmalen. LANDSAT 3 wurde am 5. März 1978 mit einigen technischen Neuerungen gestartet. Nach über Erwarten erfolgreicher Mission wurde Anfang 1978 LANDSAT 1 abgeschaltet.

Diese Satelliten umkreisen die Erde in einer Höhe von 917 km auf einer nahezu polaren, sonnensynchronen Umlaufbahn. Die weiteren Bahnparameter sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Der Satellit benötigt für eine Erdumkreisung etwa 103 Minuten. Die Aufnahmestreifen sind 185 km breit, und jeder folgende Streifen ist gegenüber dem vorangehenden um etwa 1.5 Längengrade nach Westen hin verschoben. Dies hat eine Überlappung der Aufnahmen zur Folge, die am Äquator etwa 24 km, in unseren Breiten etwa 60 km beträgt. Nach 17 Tagen hat der Satellit die gesamte Erdoberfläche genau einmal «gesehen», und am 18. Tag tritt er wieder in

die gleiche Aufnahmespur wie am ersten Tag ein (Abb. 1).

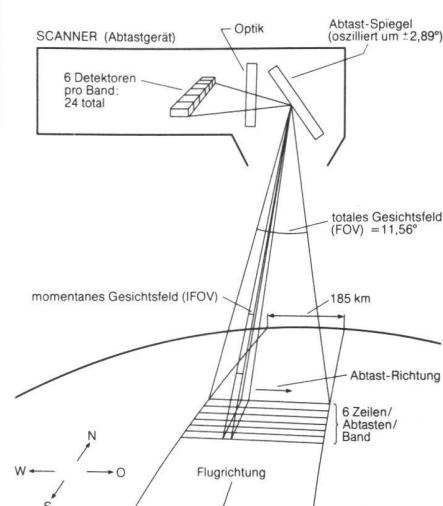


Abb. 2 Aufnahmegerometrie des Multispektral-Scanners (MSS) des LANDSAT

Apogee – Apogäum	917 km
Perigee – Perigäum	898 km
Inclination – Neigung	99.0 grad
Anomalistic period – Umlaufzeit	103 min
Eccentricity – Exzentrizität	0.0012
Local time at equatorial crossing – Ortszeit beim Überqueren des Äquators	9.30
Coverage cycle duration – Dauer des Bedeckungszyklus	18 Tage
Distance between adjacent ground tracks – Abstand benachbarter Aufnahmestreifen	159.38 km

Tab. 1 Bahnpараметры der Erdekuendungssatelliten LANDSAT 1 und 2

Momentaner Öffnungswinkel des Detektors	0.086 mrad
entsprechende Fläche auf der Erdoberfläche	6240 m ²
Wippspiegelbereich	+/-2,89 grad
Wippspiegelfrequenz	13.62 Hz
Anzahl Scan-Linien pro Wippspiegelbewegung	6
Abtastwinkel	11.56 grad
Breite des Aufnahmestreifens	185 km
Zeitintervall für Messwertnahme	9.95 µs
Spektralbereiche: Band 4: 0.5–0.6 µm – Band 5: 0.6–0.7 µm	
Band 6: 0.7–0.8 µm – Band 7: 0.8–1.1 µm	
Anzahl Detektoren	24
Auflösung der Messwerte	6 bits
Messwerte pro Abtastlinie	3240
Abtastlinien pro Bild und pro Band	2340
Informationsmenge pro Szene	30.4 Mbytes

Tab. 2 Technische Daten des Multispektral-Scanners

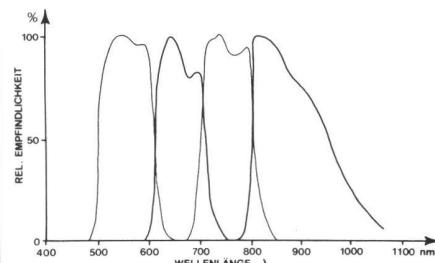


Abb. 3 Spektrale Empfindlichkeitskurven des LANDSAT-Multispektral-Scanners

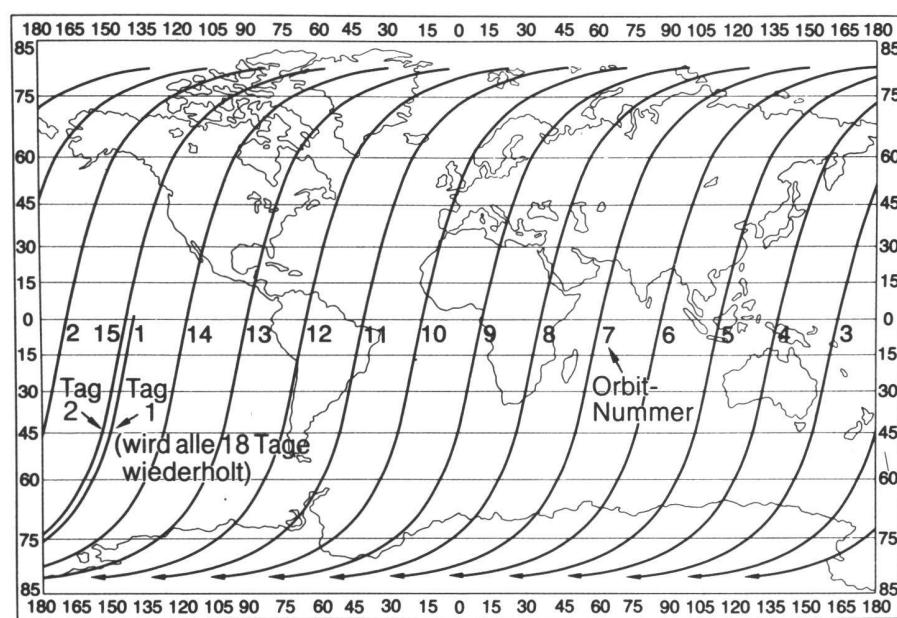


Abb. 1 Typische Umlaufbahnen der LANDSAT-Satelliten

Der Multispektral-Scanner der LANDSAT-Satelliten

Von den Aufnahmesystemen an Bord des Satelliten hat sich der 4-Kanal-Multispektral-Scanner (MSS) als besonders erfolgreich erwiesen (Abb. 2). In Tab. 2 sind die technischen Daten dieses Scanners zusammengefasst.

Beim Abtasten wird der 185 km breite Aufnahmestreifen quer zur Flugbahn zeilenweise abgetastet: Ein Spiegel wippt periodisch hin und her und lenkt dabei die von der Erdoberfläche reflektierte Sonnenstrahlung auf eine Reihe von Detektoren. Es werden jeweils 6 Linien miteinander abgetastet, und ein Strahlenteiler mit entsprechenden Filtern im optischen System hinter dem Wippspiegel spaltet die einfallende Energie in 4 Spektralbereiche (Bänder oder Kanäle gemäss Abb. 3) auf.

Jeder Detektor erfasst augenblicklich die Strahlung eines Bodenelementes der Grösse $79 \times 79 \text{ m}^2$. Die elektronischen Signale werden digitalisiert, und bei einer Auflösung von 7 resp. 6 bit (im Kanal 7) ergibt sich daraus ein Informationsfluss von 15.6 Mbit/s.

Rückgewinnung von Bildern aus Scannerdaten

Die zur Bodenstation übermittelte Information muss zu Bildern zurückgewandelt werden. Dann erst hat der «Normalverbraucher» Gelegenheit, den Bildinhalt zu beurteilen.

Für diesen Rückgewinnungsprozess von Scannerdaten sind Maschinen entwickelt worden, welche die Bilder wieder punktweise zusammensetzen. Uns steht ein solches Bildabtast- und Aufbelichtungssystem (PHOTOMATION P 1700 der Fa. OPTRONICS INTERN., Chelmsford/Ms, USA) zur Verfügung. Dieses prozessrechner-gesteuerte System (Abb. 4) arbeitet nach dem Prinzip eines opto-mechanischen Trommelscanners.

Die Bildpunkte jeder Scanlinie werden der Reihe nach als kleine Quadrate auf einen fotografischen Film aufbelichtet. Die verschiedenen Grautöne werden durch eine intensitätsmodulierbare LED (Light Emitting Diode) erzeugt, die über einen Digital-Analog-Wandler angesteuert wird. Ein Beispiel der auf diese Art entstehenden Schwarz-Weiss-Bilder ist in Abb. 5a wiedergegeben. Durch das Aufnahmesystem an Bord des Satelliten (weniger durch die Wiedergabe) werden geometrische Fehler in das Bild eingebracht. Abweichungen systematischer Natur sind unter anderem:

- Versetzungen aufgrund der panoramischen Abtastung
- nichtlineare Bewegung des Wippenspiegels
- Konvergenz und Versetzung der Scanlinien aufgrund der Erdrotation (skew).

Ähnlich den Abbildungsfehlern eines optischen Systems verursachen aber auch Schlingern, Stampfen, Schwanken (rolling, pitching, yawing) des Satelliten schwer erfassbare Verzeichnungen, die wir als weitere Verzerrung gegenüber einer kartographischen Wiedergabe erkennen. Eine Reihe der systematischen Fehler wird in einem Vorverarbeitungsschritt (Preprocessing) von der Bodenstation korrigiert. In unserem Fall enthalten die reproduzierten Bilder noch alle Restfehler, weil uns geeignete Korrektur-Programme (High Precision Processing) noch nicht zur Verfügung stehen.

Auch das von Bodenempfangsstationen normalerweise abgegebene Bildmaterial (in Form von Negativen, Diapositiven oder Papiervergrösserungen) enthält nur die Korrekturen erster Art.

Die Menge der übermittelten Daten ist beträchtlich. Seit Anfang 1976 empfängt und registriert die Bodenstation in der Fucinoebene (120 km östlich von Rom/Italien) alle Daten im Empfangsbereich von etwa 2000 km Radius kontinuierlich. Allerdings ist die Menge der guten Bilder, die vom Gebiet der Schweiz vorhanden sind, nicht sehr gross. Meist

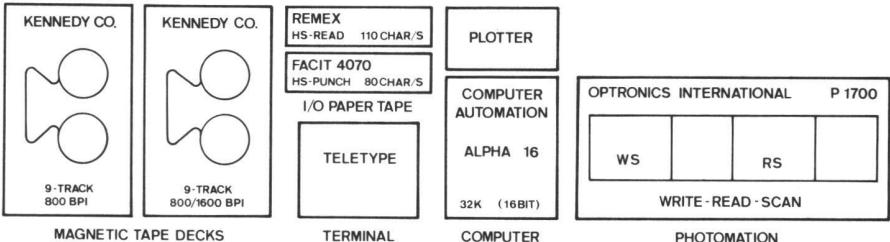


Abb. 4. PHOTOMATION-System P 1700 am Photographischen Institut ETHZ

sind es atmosphärische Einflüsse (Wolken), welche die Bilder ganz oder teilweise für geographische Belange unbrauchbar machen. Es ist deshalb als ein ausgesprochener Glücksfall anzusehen, dass uns vom LANDSAT 1 eine Serie von 8 Bildern von vier aufeinanderfolgenden Tagen (1./2./3. und 4. März 1976) zur Verfügung steht, welche die gesamte Schweiz bedeckt und die darüberhin-

aus von sehr guter Qualität ist (s. Abb. 6 und Tab. 3). Der Wunsch, ein Satellitenbild der gesamten Schweiz herzustellen, ist damit geweckt.

Die fotomechanische Verarbeitung der MSS-Aufnahmen zu Farbbildern

Das technische Vorgehen, das wir zur Farbmontage einer Serie von LANDSAT-

Datum	Identifikation Aufnahme	Frame	Kurs (Grad)	Bildzentrum Breite N Grad Min	Länge E Grad Min	Sonnenstand Elev Grad	Azim Grad
1.3.76	E-1317-09003	208-027	198.17	47-20	10-53	26.2	138.5
1.3.76	E-1317-09006	208-028	197.35	45-55	10-11	27.0	137.6
2.3.76	E-1318-09061	209-027	197.10	47-20	9-26	26.5	138.3
2.3.76	E-1318-09064	209-028	196.31	45-55	8-50	27.3	137.4
3.3.76	E-1319-09115	210-027	196.07	47-20	8-01	26.9	138.2
3.3.76	E-1319-09122	210-028	195.30	45-55	7-25	27.7	137.2
4.3.76	E-1320-09173	211-027	195.08	47-20	6-39	27.2	138.1
4.3.76	E-1320-09176	211-028	198.55	45-55	5-59	28.1	137.0

Tab. 3 Identifikation und Position der zur Montage benutzten LANDSAT-Bilder

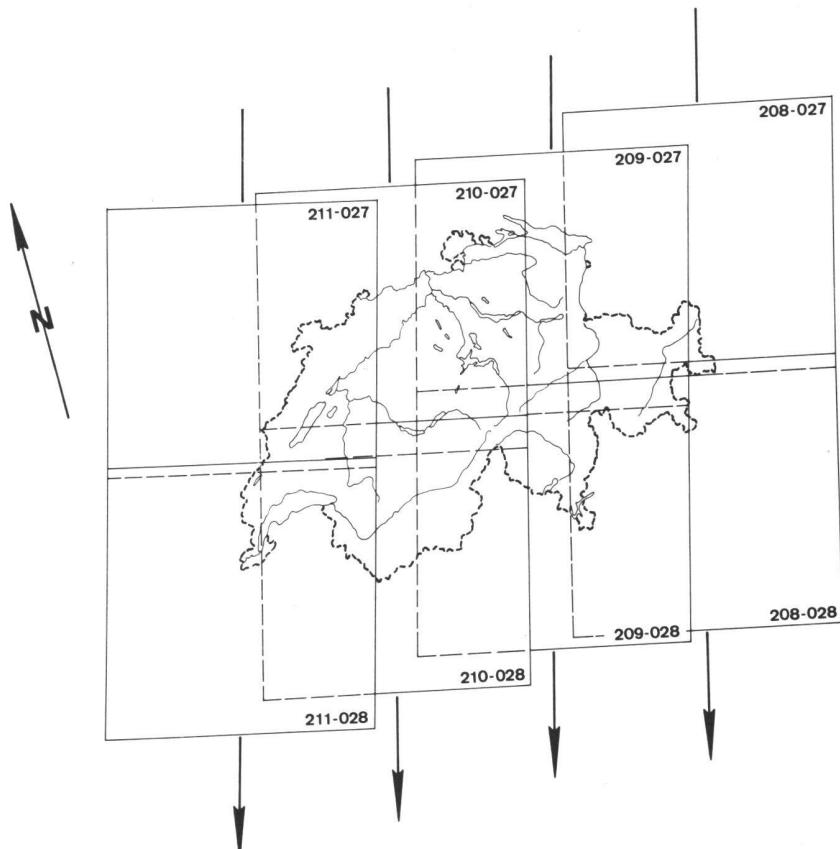


Abb. 6 Schema der zur Montage benutzten LANDSAT-Bilder

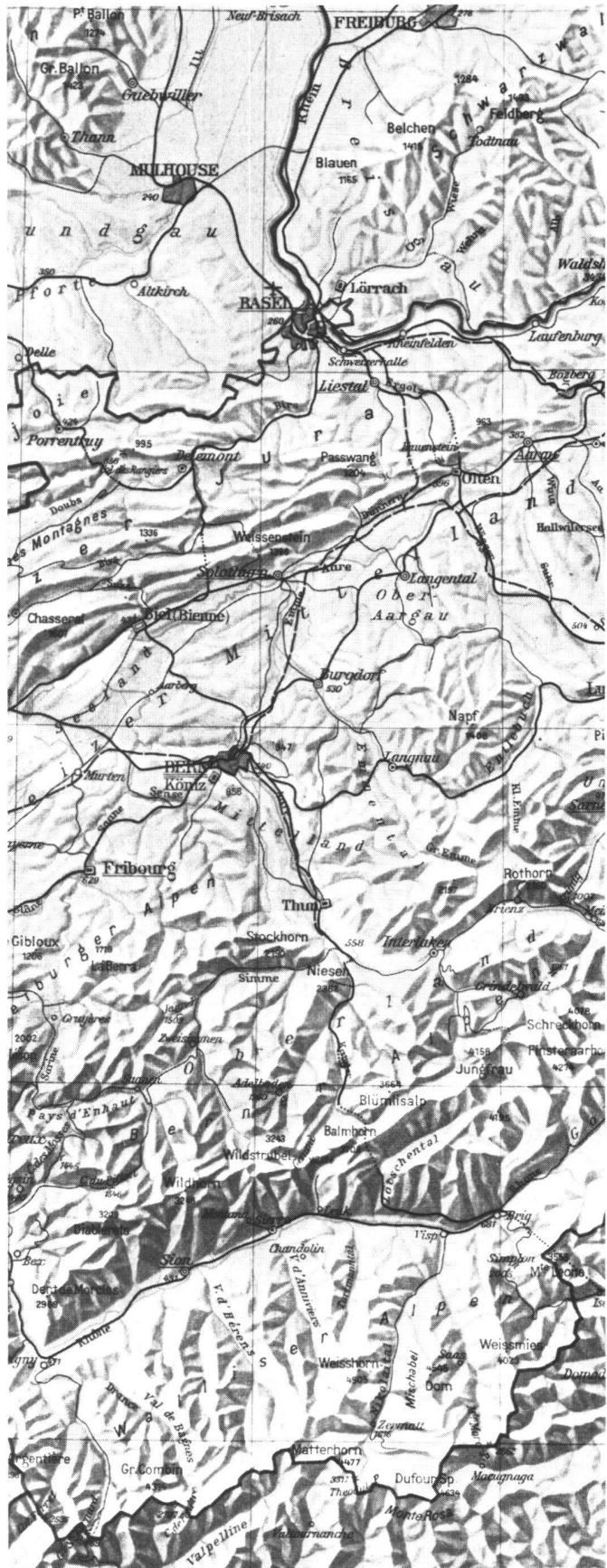


Abb. 5 Vergleich entsprechender Ausschnitte

(a) eines LANDSAT-Streifens (E-1319-09115 Kanal 7 vom 3. März 1976, als Negative abgebildet) und

(b) der IMHOE-Karte 1:1 000 000 aus dem Schweizerischen Mittelschulatlas (13. Aufl. 1962)

Aufnahmen angewandt haben, soll im folgenden kurz beschrieben werden.

Die vier Aufnahmen des Multispektral-Scanners lassen sich als Schwarz-Weiss-Einzelbilder wiedergeben, und je nach Art der geographischen, geologischen oder sonstigen Fragestellung eignet sich eines der Spektralbänder mehr oder minder gut zur Interpretation. In den meisten Fällen erkennt oder ahnt man, dass eine Kombination der Information in den Kanälen zu einem einzigen Bild weitergehende oder präzisere Schlüsse zuliesse. So bietet es sich an, drei der vorhandenen vier Bilder als Spektralauszüge eines Farbfilms anzusehen. Durch das Zusammensetzen von drei Einzelaufnahmen in einem Farbbeleuchtungsprozess gewinnt man Falschfarbenbilder. Ähnlich wie in einem konventionellen Infrarot-Falschfarbenfilm entsprechen die Farben nicht dem wahren Eindruck, sondern stellen die Umsetzung gewisser Spektralbereiche der Detektoren in einen unserem Sehsinn zugänglichen Farbbereich dar.

Wenn auch dieses Vorgehen naheliegend ist, muss man sich dennoch das grosse Spektrum der Kombinationsmöglichkeiten vor Augen halten. Dieses Spektrum wird noch durch die mannigfaltigen Maskierungsmöglichkeiten erweitert, wie sie in der Reproduktionsfotografie üblich sind.

Ziel unserer fotomechanischen Aufbereitung der LANDSAT-Multispektral-Bilder zu Farbbildern war es, die Farbgebung so zu wählen, dass sie den Erwartungsfarben eines «Normalbetrachters» entspricht und dass sie ästhetischen Ansprüchen genügt. Dies schränkt das Spektrum der genannten Möglichkeiten sinnvoll ein. Recht umfangreiche Voruntersuchungen haben uns zu einer Farbgebung geführt, wie es der beiliegende Farbdruck zeigt.

In den Farben ist die Information aus mehreren MSS-Bändern zusammengeführt, und für den Betrachter erleichtert sich die Interpretationsaufgabe. Im Maskierverfahren muss man allerdings darauf achten, dass die wichtigen Interpretationsmerkmale in einem für das Auge günstigen Farbbereich genügend gut auseinandergezogen werden (Farbtontwertwiedergabe).

Das in unserem Falle gewählte Vorgehen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Das PHOTOMATION-System liefert jeweils als ein Schwarz-Weiss-Diapositiv die zwei korrekt aneinanderbelichteten Bilder einer Aufnahmespur. Um eine den üblichen Landkarten möglichst ähnliche Projektion zu erhalten, muss bei der Rekonstruktion eine Streckung der Bildinformation in Flugrichtung vorgenommen werden. Die von den Detektoren an Bord des Satelliten erfassten quadratischen Bildelemente überlappen in

Zeilenrichtung und sind deshalb nur als Rechtecke der Grösse $59 \times 79 \text{ m}^2$ (bezogen auf die Erdoberfläche) wiedergebar. Ferner müssen die radiometrischen Werte mit einer Tonreproduktion auf den Schwarz-Weiss-Filmen wiedergegeben werden, die der Weiterverarbeitung zu Farbbildern gerecht wird.

Zur Einfärbung wurden die Kanäle 4, 5 und 7 herangezogen. Von den vier Aufnahmetagen fallen schliesslich 4×3 Schwarz-Weiss-Diapositive (ungefährer Massstab 1:2 000 000) zur Weiterverarbeitung an. Davon wurden zunächst im Kontakt gleichwertige Negative mit vorgegebenem Schwärzungsumfang ($\Delta d = 0.75$) und nochmals Positive hergestellt. Diese Positive wurden daraufhin etwa dreifach linear zu Schwarz-Weiss-Negativen derart vergrössert, dass die Massstabsunterschiede der jeweils benachbarten Streifen im Überlappungsbereich ausgeglichen erscheinen.

Zur additiven Farbelichtung durch diese Negative wurden zuerst noch in einem zwei-stufigen Verfahrensschritt geeignete «Kompensative» zur Maskierung gewonnen. Dazu wurden die drei Schwarz-Weiss-Negative zu gradationsinversen Schwarz-Weiss-Positive umkopiert. Aus der Kombination «Positiv-Kanal 5» und «Negativ-Kanal 7» wurde mit einer Gradation von $\gamma = 0.7$ das erste Kompensativ (Komp 1) gezogen. «Positiv-Kanal 7» und «Negativ-Kanal 4» liefert bei $\gamma = 0.6$ das zweite Kompensativ (Komp 2). Schliesslich gewinnt man aus «Positiv-Kanal 4» und «Negativ-Kanal 7» mit $\gamma = 0.5$ das dritte Kompensativ (Komp 3).

Ohne weitere Hilfsmittel werden beim Zusammenbelichten auf ein Farbpapier Seen und Gewässer schwarz abgebildet. Mit einer geeigneten Tontrennungskopie aus Kanal 7 hingegen lässt sich eine «Wassermaske» gewinnen. Auf einen extrem hart arbeitenden Lithofilm wird deshalb vom Negativ des Kanal 7 ein knapp belichtetes Positiv hergestellt. Auf diesem Film erscheinen vornehmlich Seen und Flüsse gedeckt. Ebenfalls auftretende Bergschatten lassen sich mit Handretouche entfernen.

Die additive Belichtung zu Farbpapier-Positiven erfolgte auf AGFA-GEVAERT-MCN/4 nach dem Belichtungsschema in Tab. 4.

Auf diese Weise entstehen für die vier benachbarten Aufnahmestreifen vier Farbbilder. Entlang den vorbestimmten

Schnittkanten wurden sie geschnitten und gestossen montiert. Eine leichte Farbretouche war an den Schnittkanten für angeschnittene Wolkenfelder und zum Ausgleich zu abrupter Farbübergänge nötig. Das Farboriginal wurde schliesslich auf Farbumkehrfilm reproduziert.

Satellitenbildkarte SCHWEIZ

Die aus acht LANDSAT-Aufnahmen zuerst digital und dann fotomechanisch zusammengesetzte und eingefärbte Satellitenbildkarte der SCHWEIZ (siehe beiliegenden Farbdruck) ist in verschiedener Hinsicht interessant.

Diese Bildmontage stellt eine Momentaufnahme unseres Landes vom März 1976 dar, auch wenn sie aus Bildern von vier aufeinanderfolgenden Aufnahmetagen gewonnen wurde. Bislang sind Sequenzen dieser Art, welche eine gesamte, nahezu wolkenlose Schweiz darstellen, nicht wieder aufgetreten.

Wollen wir also dieses Bild etwas genauer betrachten: Auffallend ist die deutliche Gliederung unseres Landes in Jura, Mittelland und Alpen. Weiterhin sind die beiden Granitmassen des Schwarzwaldes und der Vogesen mit dem dazwischen liegenden Oberrhein-Grabenn leicht erkennbar. Sternförmig schneiden sich Rhone, Tessin, Rhein, Reuss und Aare in das Herz der Alpen. Im Mittelland ist die Entwässerung durch die Gletscher der Kaltzeiten vorgezeichnet worden. Die Gewässer fliessen – oft einen oder mehrere Seen durchlaufend – der tiefsten Rinne am Jura-Nordfuss zu. Dort werden sie von der Aare gesammelt und dem Rhein zugeführt. Eine Sonderstellung, auch in der Orientierung, nehmen der Neuenburger-, Bieler- und Murten-See ein. Es sind die Überreste eines grossen Jurasees von über 100 km Länge, der vom schwindenden Rhone-Gletscher zu Beginn unserer Warmzeit zurückgelassen wurde.

Es ist vor allem der Kartograph, der sich um eine «natürliche» Kartendarstellung bemüht. Prof. E. IMHOFF zeichnete bereits 1936 eine Schummerungskarte der Schweiz (Schweizer Mittelschulatlas, Ausgabe 1936). Eine Gegenüberstellung mit dem Satellitenbild (s. Abb. 5) zeigt eine frappierende Ähnlichkeit. Mit genialem Einfühlungsvermögen hat uns IMHOFF lange vor der Satellitenbildära ein naturgetreues Abbild unseres Lan-

Belichtung durch Filter KODAK WRATTEN	Vorlage, Kompensativ, Wassermaske	Farbe in Kopie
98 (blau)	Negativ-Kanal 4 + Komp 3 + WM	gelb (yellow)
99 (grün)	Negativ-Kanal 5 + Komp 1 + WM (50%)	purpur (magenta)
70 (rot)	Negativ-Kanal 7 + Komp 2	blaugrün (cyan)

Tab. 4 Belichtungsschema zur additiven Farbelichtung mit Kompensativen und Wassermaske (WM).

des vorgelegt. Die «Homogenisierung» der Alpen durch den Schnee erlaubt einen direkten Vergleich beider Bilder. Bei genauerem Hinsehen erkennt man die Vor- und Nachteile der Generalisierung durch IMHOF: Im Mittelland hebt eine sanfte Schummerung die Hügelzüge heraus, während diese im Satellitenbild nicht auszumachen sind. Die Wälder täuschen eher eine unruhige Struktur im Mittelland vor. Das Napfgebiet zeigt aber auch, dass durch die Generalisierung der Charakter einer Landschaft verloren gehen kann.

Zweifellos spielt die Beleuchtungsrichtung beim Herausarbeiten des Reliefs eine wesentliche Rolle. Während die «künstliche» IMHOF-Karte von links oben – geographisch gesprochen aus Nordwesten – beleuchtet erscheint, erhält das Satellitenbild sein Licht von der Morgensonne (10:00-10:17 MEZ) aus Südosten.

Der Kartenzeichner hält die Elevation der Lichtquelle variabel, während beim Satellitenbild die Schlagschatten im ungünstigen Fall (z. B. Lötschental) noch auf den Sonnenhang fallen und so einen falschen Talverlauf vortäuschen.

Wir sind es gewohnt, dass Schummerungskarten «von oben links» beleuchtet sind. Dann erkennen wir die Dinge plastisch. Mancher Betrachter unseres Satellitenbildes wird deshalb die Täler als Gräte interpretieren. Dreht man das Bild um 180 Grad, so dass der Süden nach oben zu liegen kommt, kann man die «Reliefumkehr» leicht rückgängig machen. Dies wird auch erreicht, wenn man – wie in Abb. 5a – das Satellitenbild als Negativ reproduziert.

Wenn auch der Geologe die spektral bedingten Gesteinsunterschiede wegen der hinderlichen Schneedecke nicht herauslesen vermag, so werden doch durch die Uniformität der verschneiten Sonnen- und Schattenhänge die tektonisch und lithologisch bedingten, geomorphologischen Einheiten deutlich abgrenzbar. Auffallend sind die Unterschiede beidseits des markanten Rhone-Rhein-Einschnittes. Eher gross strukturiert erscheinen die Kalk- und Granitkomplexe im Norden. Die von Sedimenten durchschuppten Deckengebirge südlich dieser Linie sind morphologisch feiner gegliedert.

Die Satellitenbildkarte erweist sich nützlich zum Aufspüren und Verfolgen von Bruchsystemen. Eine der geologisch aktiven Zonen greift über unsere gesamte Bildmontage in Ost-West-Richtung hinweg: Veltlin – Magadino-Ebene – Centovalli. Das Aufspüren solcher Suturlinien trägt wesentlich zum Verständnis der Bewegung der Erdkruste bei.

Auf unserem Satellitenbild stechen auch Elemente des Alpenrandes hervor. Mit ihrem unterschiedlichen Charakter

sind es die Nagelfluhköper des Mont Pellerin, nördlich und östlich von Lausanne des Napfs, des Zürcher Oberlandes, des Toggenburgs und des Gebiets westlich von Kempten im Vorarlberg (BRD).

Schön herausgearbeitet finden wir alpenwärts von der Zentral- bis in die Ostschweiz weitere lange Molassehügelzüge. Der eigentliche Alpenrand ist im Säntisgebiet besonders markant gezeichnet.

Vulkanartig mutet der Erosionstrichter im freiburgischen La Berra-Gebiet aus 900 km Distanz betrachtet an. Die Ägera und der Höllbach haben in dieser erosionsanfälligen Flyschzone auch eine Art «Zentralberg» zurückgelassen.

Die südlich anschliessende Klippendecke zeigt uns lang durchziehende Gräte. Zwischen diesen und dem auch gesteinsmässig ähnlichen Helvetikum (Diableret, Wildhorn) schieben sich die topographisch unruhigen Simmen- und Niesendecke, beide aus Flysch gebaut.

Die gestaffelten Ketten des höheren Jura werden durch den Schnee schön herausgehoben. In hohen Wellen steigen sie unvermittelt aus dem flachen Mittelland auf und ebnen in nordwestlicher Richtung ziehend im französischen Plateaujura langsam aus. Die letzten Ausläufer scheinen bereits gegen das französische Mittelgebirge anzubränden. Auffällig sind die Kammern des Delsberger Beckens und das Val de Ruz. Man beachte auch die durchgehende Bruchzone in Nord-Süd-Richtung zwischen Neuenburgersee und Lac de Joux.

Wie das Luftbild, so gibt auch das Satellitenbild einen momentanen Zustand wieder. Aus einer Zeitreihe von Bildern lassen sich Entwicklungen ableiten. Die auffälligste Veränderung innerhalb eines Jahres ist sicher die Schneebedeckung.

Bildmontagen – wie die vorliegende – erlauben die Schneegrenze in grossen Einzugsgebieten zu erfassen und mit anderen Regionen zu vergleichen. Der Schnee auf unserem Bild fiel grösstenteils vor dem 15. Februar. Die zweite Monatshälfte war vorwiegend trocken mit Temperaturen deutlich über Null Grad im Mittelland. In der windschwachen Hochdruck- und Inversionslage während der Tage der Bildaufnahme stieg die Nullgradgrenze sogar über 2500 m hinauf. Die Ausaperung war voll im Gang, wie eine Abschätzung der temporären Schneegrenze zeigt: In der Ostschweiz lag der Schnee schattenseitig noch auf 600 m, sonnenseitig aber erst oberhalb 900 m. Im Jura waren die Sonnenhänge bis 1000 m hinauf aper. Im Wallis waren die sonnenbeschienenen Hänge bis 2000 m bereits schneefrei, während sich auf den Terrassen wie Montana (1400 m) und in den Talböden (ab 1200 m) das Weiss noch hielt. Bei

Locarno lässt sich an Schattenhängen oberhalb von 1300 m Schnee feststellen, auf der Sonnenseite aber lag die Grenze bereits auf 1900 m. Die quantitative Auswertung der Schneeflächen in vorgegebenen Einzugsgebieten und Höhenlagen wird einmal die Grundlage für einen kontrollierten Einsatz der naturgegebenen Wasservorräte bilden.

Der phänologische Zustand der Vegetation lässt sich aus dem verändernden Reflexionsverhalten der spriessenden Pflanzen ableiten; unsere Märzbilder sind aber jahreszeitlich noch zu früh für eine solche Analyse.

Vegetationslose Gebiete erscheinen im Satellitenbild in schmutzig blauer Farbe. Dazu gehören die Siedlungen (Städte) und Häufungen von baren Äckern. Erstere sind homogen und weisen – so vor allem die grossen Städte – einen dunklen Kern auf. Anders als die eindeutigen Signaturen auf einer topographischen Karte gibt das Satellitenbild ihre wirkliche Ausdehnung wieder. Reihungen entlang natürlich vorgegebener Linien oder an Ausfallstrassen (Zürich: Limmattal und Glattal) sind besonders auffällig. Eine genaue Abgrenzung zwischen städtischem und ländlichem Gebiet ist allerdings nicht leicht.

Landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen erscheinen – wie erwähnt – im gleichen Farbton, aber inhomogen und texturiert. Das Grosse Moos zum Beispiel tritt wegen seiner dunklem Erde besonders hervor. Weitere solche Gebiete erkennt man auch südwestlich des Neuenburger- und Murtensees, im unteren Rhonetal und anderswo.

Wald ist neben Schnee und Wasser das nächst auffällige Merkmal. Im Mittelland lässt er sich relativ einfach umgrenzen. Grosses Waldflächen kann man aufgrund ihres Farbtons leicht ausmachen. Stark gegliederte oder sehr kleine Waldstücke sind allerdings nicht formgetreu wiedergegeben. Bergwald erscheint je nach Exposition gegenüber der Sonne in unterschiedlicher Tönung. Am Sonnenhang der Rhone ist die untere Waldgrenze besonders deutlich markiert. Beachtenswert ist auch die unterschiedliche Forstwirtschaft verglichen mit dem angrenzenden Ausland, wo entschieden grössere, zusammenhängende Waldgebiete erkennbar sind.

Dem Betrachter der Satellitenbildkarte wird auch eine «unsaubere» Farbdrift am Westrand des Bildes auffallen. Am 4. März hatte eine nördliche Höhenströmung den Osten der Schweiz erreicht und in den höheren Lagen frische Luft gebracht. Der Blaustich könnte sehr wohl von der restlichen, alten Luftmasse herrühren. Damit sei auf eine Schwierigkeit beim Interpretieren von Satellitenbildern hingewiesen, besonders wenn sie aus zeitlich unterschiedlichen Aufnahmen zusammengesetzt sind. Ge-

suchte Farbdifferenzierungen können durch atmosphärische Einflüsse vortäuscht oder verwischt werden.

Zusammenfassung

Der Erderkundungssatellit LANDSAT liefert Bilder von fast allen Teilen der Erde aus 900 km Höhe mit einer Bodenauflösung von 79x79 m². Ein 4-Kanal-Multispektralscanner sendet alle 18 Tage Information vom gleichen Geländeausschnitt in digitaler Form zur Erde, die sich dann wieder zu Bildern, gegebenenfalls zu Farbbildern, zusammensetzen lässt. Es handelt sich dabei um Falschfarben, die jeweils dem subjektiven Farbempfinden und der aktuellen Fragestellung angepasst werden können.

Es ist als ausgesprochener Glücksfall zu bezeichnen, dass uns vom Gebiet der Schweiz Bilder einer viertägigen Aufnahmesequenz vom März 1976 während einer günstigen Wetterperiode zur Verfügung stehen. Diese Bilder lassen sich zu einem gesamtschweizerischen Satellitenbild montieren. Mit Hilfe fotomechanischer Maskierverfahren wurde eine Farbgebung gewählt, die ästhetischen Ansprüchen genügt und die darüberhinaus eine gute Farbdifferenzierung für Landnutzungsflächen zeigt, was die visuelle Interpretation begünstigt.

Die Herstellung von Satellitenbildern der vorliegenden Art wird in naher Zukunft immer üblicher werden: Die Gewinnung der Daten via Satellit und die Rekonstruktion von Bildern möglichst hoher Qualität ist bislang noch ein auf-

wendiger Prozess. Daneben bedarf auch die Interpretation das interdisziplinäre Zusammenwirken von Forschungsgruppen aus sehr unterschiedlichen Arbeitsbereichen.

Unser Dank gilt der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA, die mit ihrem grosszügigen Einsatz diese Entwicklung entscheidend beeinflusst hat.

Adresse der Verfasser:
Dr. Klaus Seidel, Dr. Franz Tomamichel,
Photographisches Institut ETHZ,
Sonneggstrasse 5, CH-8092 Zürich
Jürg Lichtenegger, dipl. geogr., Geographisches Institut der Universität Zürich,
Blüemlisalpstrasse 10, CH-8006 Zürich

SVVK / SSMAF

Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik
Société suisse des mensurations et améliorations foncières

Jahresbericht des Zentralvorstandes des SVVK für das Jahr 1978

1. Allgemeines

Obwohl allgemein eher eine günstigere Beurteilung der Beschäftigungslage in unseren Arbeitsbereichen eingetreten ist, brachte das Jahr 1978 keine wesentlichen Veränderungen. Es wäre jedoch verfehlt anzunehmen, es sei 1978 nichts geschehen, was uns berühren könnte. Im Gegenteil: an verschiedenen Projekten und Fragen wurde intensiv weitergearbeitet, und es wurden auch wichtige Ergebnisse erzielt.

Hauptereignis des Vereinslebens war ohne Zweifel die Jubiläums-Hauptversammlung in Grindelwald. An der eigentlichen Jubiläumsfeier, die in gediegenem festlichem Rahmen durchgeführt wurde, bildete die Ansprache von Herrn Bundesrat Dr. K. Furgler, Vorsteher des Eidg. Justiz- und Polizeidepartementes, den Höhepunkt. Bedeutung und Notwendigkeit der Förderung der Schweiz. Grundbuchvermessung von so hoher Warte aus anerkannt zu sehen, erfüllte die Zuhörer mit grosser Genugtuung. Ob dieser Freude sollten wir aber keinesfalls den Teil der bundesrätlichen Ausführungen überhören, in dem er zur Treue zur Grundbuchvermessung mahnte und davor warnte, die Arbeit an diesem bedeutungsvollen Werk als Füllarbeit zu betrachten und sich bei erster Gelegenheit anderen Aufträgen zuzuwenden.

Als Auswirkungen der positiven Einstellung des Bundesrates zur Grundbuchvermessung, insbesondere von Bundesrat Furgler, dürfen die beiden in Angriff genommenen Projekte «Programm 2000» und «Reform amtliche Vermessung (RAV)» betrachtet werden. Nachdem im Herbst 1977 ein erster Rohent-

wurf des «Programms 2000» präsentiert werden konnte, war es Vermessungsdirektor W. Bregenzer möglich, eine zweite Fassung anlässlich einer a.o. Konferenz der kantonalen Vermessungsämter am 10. November 1978 vorzulegen. Dabei bestätigte sich, was sich bereits aufgrund des ersten Entwurfs abzeichnete, nämlich, dass es neben ausreichenden Geldmitteln auch einer Bereitschaft der Kantone und der Freierwerbenden bedarf, flexibel zu disponieren und gegebenenfalls auch eingefahrene Geleise zu verlassen. Im Projekt RAV bedeutete die Genehmigung der Vorstudie am 21. August 1978 durch das Eidg. Justiz- und Polizeidepartement einen ganz entscheidenden Schritt, konnte doch nun das eigentliche Projekt der Reform in Angriff genommen werden.

Die 1977 von der VD eingesetzte Arbeitsgruppe, die sich mit Fragen der Vereinfachung der Vermarkung befasste, hat diese Arbeit letztes Jahr soweit beendet, dass der Entwurf zu einer Änderung der Instruktion in die Vernehmlassung gegeben werden konnte. Die Inkraftsetzung ist auf den Beginn des Jahres 1979 vorgesehen.

Die Entwicklung in der leidigen Frage der Zulassungsbedingungen zur Geometerprüfung bereitet dem Zentralvorstand Sorgen. Aufgrund der Beratungen der 1977 vom EJPD eingesetzten ausserparlamentarischen Kommission und einer Vernehmlassung der Patentprüfungskommission hat der Vorsteher des EJPD, Herr Bundesrat Furgler, am 21. November 1978 der Prüfungskommission mitgeteilt, dass das Departement ab sofort das Diplom der Vermessungsabteilung einer anerkannten HTL als Studienausweis für die Zulassung zur theoretischen Geometerprüfung anerkennt. Der Zentralvorstand bedauert, dass durch diesen – nach seiner Meinung vorschnellen – Beschluss die Kernfrage vorweg entschieden wurde. Erinnern wir uns: weitblickende und verantwortungsbewusste Männer haben in einem vor über siebzig Jahren eingeleiteten, langen, zielstrebigen, oft mühsamen Ringen die Hochschulausbildung der Grundbuchgeometer durchgesetzt und damit die tragfähige Grundlage für die partnerschaftliche Struktur unserer heutigen Vermessungsorganisation geschaffen. Soll nun ausgerechnet heute, wo technisch und organisatorisch immer anspruchsvollere Aufgaben auf uns zukommen, wo System und Modelldenken und weiter geistiger Horizont im-

mer wichtiger werden, diese Grundlage durch zu weitgehende politische Interpretation von «freier Berufsausübung» und «zweitem Bildungsweg» beeinträchtigt, vielleicht in Frage gestellt werden?

Dabei gehen die Forderungen der HTL-Vertreter über die grundsätzliche Zulassung aller Absolventen zur Geometerprüfung hinaus: die erwähnte Kommission prüft neben der Anrechnung bestandener HTL-Prüfungen auch einen Vorschlag, nach dem eine neue unabhängige Staatsprüfung die heutige theoretische und praktische Prüfung ganz ersetzen würde. Der Zentralvorstand wird sich dieser Frage noch eingehend widmen und die ihm notwendig scheinenden Schritte unternehmen. Es steht für ihn dabei außer Frage, dass nur eine Lösung, die das heutige Ausbildungsniveau gewährleistet, diskutiert werden kann.

Ein besonderes Anliegen des Zentralvorstandes ist die Weiterbildung der in der Praxis stehenden Kultur- und Vermessungsingenieure. Mit Genugtuung darf festgestellt werden, dass auch der in bewährter Manier organisierten Informationstag vom 10./11. Februar 1978 über das Thema «Der Übersichtsplan der amtlichen Vermessung. Bedeutung, Erhaltung, Erneuerung» wiederum ein grosser Erfolg beschieden war. Der Hinweis auf diese Veranstaltung gibt uns Gelegenheit, dankbar das überaus gute Einvernehmen mit unseren Fachdozenten der ETHZ und der EPFL zu würdigen, die sich immer wieder in den Dienst unseres Vereins stellen. Ohne ihren grossen Einsatz wäre nicht nur die Durchführung von Weiterbildungsveranstaltungen aller Art praktisch unmöglich, sondern auch manch andere Aufgabe unseres Berufsverbandes wäre ernsthaft in Frage gestellt; denken wir z. B. nur an die Herausgabe unserer Zeitschrift oder an die Führung des FIG-Büros.

Der Zentralvorstand betrachtet im übrigen die Weiterbildung als eine der wichtigsten Aufgaben des SVVK und will die Anstrengungen auf diesem Gebiet verstärken.

Weitere Bemühungen des Zentralvorstandes galten den Beziehungen des SVVK zu anderen Berufsorganisationen im In- und Ausland. An erster Stelle steht dabei die Fachgruppe der Kultur- und Vermessungsingenieure des SIA. In der von beiden Verbänden angestrebten verstärkten Zusammenarbeit sind erste Schritte unternommen worden.