

**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:** 78 (1980)

**Heft:** 2: 125 Jahre ETH Zürich : Sonderheft Institut für Kartographie

**Artikel:** Nachführung der Luftfahrtkarten "Schweiz" mit interaktiver graphischer Datenverarbeitung und Lichtzeichnung

**Autor:** Brandenberger, C.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-230133>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

# Nachführung der Luftfahrtkarten «Schweiz» mit interaktiver graphischer Datenverarbeitung und Lichtzeichnung

Ch. Brandenberger

Seit der 8. Auflage der Luftfahrtkarte ICAO der Schweiz wird deren gesamter Flugsicherungsaufdruck auf der Digitalen kartographischen Zeichenanlage des Institutes für Kartographie der ETH Zürich erstellt und nachgeführt. Der Verfasser erläutert die Datenaufarbeitung und den interaktiven Nachführungsprozess an der Editierstation sowie die automatische Herstellung von druckreifen Lichtzeichnungen mittels Präzisionszeichenmaschine. Am Schluss geht er auf die wesentlichsten Vorteile ein, die diese neuartige Nachführungsmethode mit sich bringt.

*Depuis la huitième édition de la carte aéronautique ICAO Suisse, les surcharges d'informations aéronautiques sont mises à jour et traitées à l'aide du système cartographique assisté par ordinateur de l'Institut de cartographie de l'EPF de Zurich. L'auteur explique la préparation des éléments d'information et le procédé interactif exécuté à l'aide du système, ainsi que le tracé automatique des films bons à tirer avec la machine à dessiner de haute précision. A la fin il décrit les avantages les plus importants de cette nouvelle méthode de mise à jour.*

## Einleitung

Im Frühjahr 1975 wurde das neu angeschaffte Digitale kartographische Zeichensystem (AGS) am Institut für Kartographie der ETH Zürich installiert. Zu diesem Zeitpunkt plante das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BZL), in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landestopographie (L+T), eine vollständig neu überarbeitete Ausgabe des stark veralteten Blattes Schweiz Nr. 2253-B der amtlichen ICAO-Luftfahrtkarte (ICAO = International Civil Aviation Organization) zu publizieren, denn die Karte war seit Jahren nicht mehr richtig nachgeführt worden. Ihre Genauigkeit und besonders die graphische Aussagekraft gaben immer wieder zu Reklamationen Anlass. Die beiden Ämter hatten den Wunsch, für die Realisierung ihres Vorhabens dieses neue technische Arbeitsgerät einzusetzen, und baten unser Institut, die notwendigen Vorabklärungen vorzunehmen.

Einige vorgängige Versuche zeigten sehr bald, dass praktisch alle Flugsicherungselemente ins graphische Datenverarbeitungssystem übernommen und bearbeitet werden könnten. Hinwegfallen würde vor allem das mühsame manuelle Auftragen einer grossen Menge von geographischen Koordinaten, die den Flugsicherungsaufdruck geometrisch definieren. Leider sind diese Plazierungsdaten sehr oft nicht genügend genau gegeben und auch nicht frei von groben Fehlern. Dies bedingt in der Regel eine intensive Bereinigungsphase, die sich mit den interaktiven graphischen Möglichkeiten der vorhandenen Anlage leicht durchführen lässt. Die Flugsicherungsdaten werden periodisch dem neuesten Stand angepasst, und es lassen sich rasch wieder aktuelle Filme automatisch zeichnen.

Schon von Beginn an war aber abzusehen, dass eine Bearbeitung mit dem System gewisse Beschränkungen mit sich bringen wird. Nicht realisieren lässt sich z.B. die definitive Form einiger Elemente der ICAO-Legende. Die Reinzeichnung derselben erfolgt daher als blosses sogenanntes Anhaltebild für die manuelle Montage bereits vorhandener Klebesignaturen. Da die Vorabklärungen recht positiv ausgefallen waren, entschloss man sich, dieses Unterfangen in Angriff zu nehmen.

## Datenaufarbeitung und Datenübernahme ins System

Alle Flugsicherungsangaben, wie Luftfahrthindernisse (Türme und Transportseile), Gefahrengebiete, Kontrollzonen und Flugstrassen sowie diverse Navigationshilfen sind in der landeseigenen AIP (Aeronautical Information Publication) veröffentlicht. Diese Publikationen, deren Nachträge monatlich erfolgen, enthalten die Grundlagedaten für den Gefahrenaufdruck der ICAO-Karte der Schweiz. Diese Flugsicherungsangaben sind zum grössten Teil in digitaler Form vorhanden, d.h. als gedruckte Listen geographischer Koordinaten. Diese Daten sind vorgängig mit einem externen Programm in X/Y Landeskoordinaten umzuwandeln. Das Ergebnis dieser Transformation besteht in einem Satz AGS-compatibler Lochkarten, welche, wenn einmal eingelesen, das Rohdatenbild erzeugen. Nicht immer sind alle Luftfahrtinformationen nach Koordinaten bekannt. So können z.B. Fluginformationsgrenzen entlang anderen Kartenelementen, wie Flüssen, Seen, Staatsgrenzen usw. verlaufen und allein dadurch in ihrer Lage und Ausdehnung definiert sein. Unser System ist aber auch fähig, Informationen dieser Art zu

übernehmen, nämlich durch Digitalisieren dieser Linien.

Seit ungefähr einem halben Jahr unterhält das BZL eine zentrale Luftfahrthindernisdatei aller Türme und Seile auf der Computeranlage der L+T. Dieser Datensatz wird fortlaufend auf dem aktuellsten Stand gehalten. Der Datentransfer für die Plazierung dieser Objekte geschieht direkt über Magnetband, richtig formatiert und generiert durch die L+T. Dieses Verfahren bewirkt eine Reduktion der Abschreib- bzw. Ablochfehler und verhindert vor allem unerwünschte Doppelmeldungen. Im weiteren ist vorgesehen – da erste Testversuche schon erfolgreich verlaufen sind –, auf dem gleichen Inputweg die Positionierungsdaten für die Hochspannungsleitungen in die Anlage zu übertragen. Generell ist zu sagen, dass das Institut für Kartographie selbst weder eine Datenerhebung noch eine -nachführung im eigentlichen Sinn vollzieht. Diese Aufgabe bleibt nach wie vor dem Bundesamt für Zivilluftfahrt vorbehalten. Unsere Tätigkeit erstreckt sich rein auf die Weiterverarbeitung der vom Luftamt gelieferten Informationen, unter Berücksichtigung der entsprechenden ICAO-Normen und der vorhandenen Anlagemöglichkeiten.

## Interaktive Nachführung, Erstellung von Plotbändern

### Interaktive Nachführung

Nach erfolgreicher Übernahme der Daten ins AGS-System liegen diese in einem Rohzustand vor und bedürfen, um auf ihre endgültige, geometrisch richtige Form gebracht zu werden, einer intensiven interaktiven Nachbearbeitungsphase. Zu konstruieren sind noch viele geometrische Details, wie Tangen-

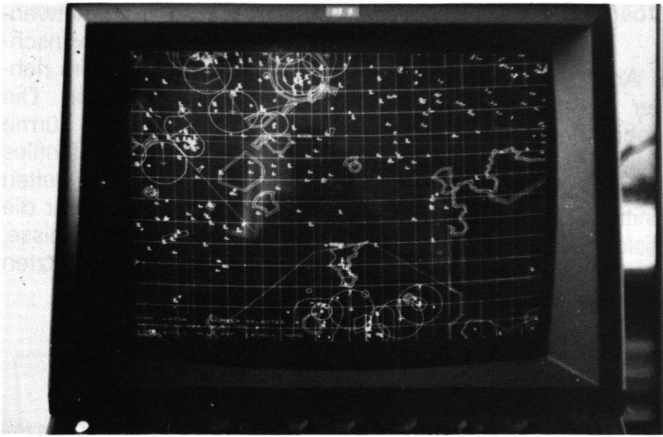


Abb. 1 Bildschirmbild mit Teilausschnitt des ICAO-Überdruckes

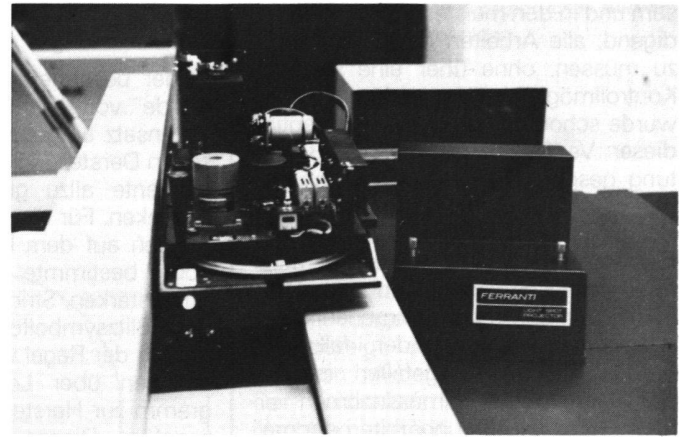


Abb. 2 Lichtzeichenkopf

ten an Kreise, parallele Linien, Geraden-schnittpunkte usw. Verschiedene dem Operateur zur Verfügung stehende Benutzerprogramme erleichtern das Ausführen dieser Konstruktionen am Bildschirm. Fluginformationen, die nur als Linienbild, z.B. auf einer Karte bekannt sind, müssen noch in eine digitale Darstellungsart transformiert werden. Dies betrifft hauptsächlich Angaben über das benachbarte Ausland, die in verschiedenen Kartenausschnitten und in diversen Massstäben vorliegen.

Durchgeführt wird diese Transformation durch eine Digitalisierung der entsprechenden Liniengeometrie, indem man mit einer Messvorrichtung entlang dieser Linien fährt. Das System registriert nach jedem durchlaufenen Zeit- und Distanzintervall automatisch und kontinuierlich Punkte.

In dieser Arbeitsphase erfolgt auch das Löschen der ungültig gewordenen Angaben. Das BZL bezeichnet die zu eliminierenden Elemente auf einer Verifikationszeichnung. Diese wird durch

eine Digitizerkalibrierung vorerst dem systeminternen Koordinatengitter zugeordnet, so dass eine eindeutige Übereinstimmung der Zeichnung mit dem AGS-Datensatz zustande kommt. Hält nun der Bearbeiter die Messlupe auf ein markiertes und daher zu löschendes Element, so kann er das entsprechende im Datensatz sehr leicht identifizieren, selektieren (auswählen) und durch einen Löschkbefehl aus dieser Datei streichen.

Es wäre für den Operateur sehr müh-



Abb. 3 Definitive Filmzeichnung des Aufdruckes

sam und in den meisten Fällen unbefriedigend, alle Arbeiten (blind) ausführen zu müssen, ohne über eine sofortige Kontrollmöglichkeit zu verfügen. Daher wurde schon bei der Systemkonzeption dieser Verifikationseinheit viel Beachtung geschenkt. Diese befreit ihn von der ständigen Sorge um die Vermeidung von Fehlern. Nach jedem ausgeführten Befehl kann sich der Operateur anhand des Bildschirmbildes von der Richtigkeit der vorgenommenen Manipulation überzeugen oder, falls das Ergebnis falsch ausgefallen ist, die notwendigen Gegenmassnahmen ergreifen. Die Ausführungszeiten der meisten Kommandos sowie der Aufbau einer Bildschirm-Zeichnung sollten einige Sekunden (etwa 10"-15") nicht überschreiten. So werden bereits 30 Sekunden als lange Wartezeit am Bildschirm empfunden. Abbildung 1 zeigt einen Teilausschnitt des ICAO-Datensatzes auf dem Bildschirm während einer Editierphase. Neben der Kontrollmöglichkeit am Bildschirm ist noch eine weitere vorhanden. Der Anlage direkt angeschlossen ist ein Trommelplotter. Auf diesem lassen sich geometrisch genügend exakte Kontrollzeichnungen sehr rasch herstellen. Nach jeder Nachführungsphase wird immer vom aktuellsten Datenbestand eine Verifikationszeichnung auf diesem Plotter gezeichnet. Das BZL überprüft diese Zeichnung und vergleicht sie mit ihrer Redaktionsvorlage. Mit dieser Schlusskontrolle wird eine der wichtigsten und arbeitsintensivsten Phasen der Nachführung abgeschlossen. Abbildung 5 gibt dem Leser einen Eindruck über das Mass der Veränderungen des Rotaufdruckes zwischen zwei Nachführungsperioden (schwarze Zeichnung Stand 1977, rote Stand 1978).

### Erstellung von Magnetbändern für die Reinzeichnung

In der beschriebenen Arbeitshandlung wurde vor allem der geometrische Datensatz aufgebaut, ohne der graphischen Darstellung der einzelnen Inhaltselemente allzu grosse Beachtung zu schenken. Für die definitiven Reinzeichnungen auf dem Präzisionsplotter sind noch bestimmte Spezifikationen wie Strichstärken, Strichliermuster, Linientypen, Blitzsymbolformen usw. festzulegen. In der Regel werden diese Spezifikationen über Lochkarten dem Programm zur Herstellung des Plotbandes zugefügt. Dieses Magnetband steuert später den eigentlichen Plotvorgang. Für jedes Element aus der AGS-Zeichnung ist eine Folge von Plotteranweisungen abzulochen. Siehe dazu als Beispiel Abbildung 4.

Vier verschiedene Plotbänder(-files) pro Karte sind in unserem Fall zur Plottersteuerung zu generieren, nämlich je eines für den Rot-, den Blauüberdruck, das Anhaltebild sowie für die Stripmaske. Die letztere wird zum Einkopieren der Rastersäume verwendet. Die Aufspaltung in die weiteren Luftfahrtkarten: Zivile Luftfahrthinderniskarte der Schweiz und deren militärische Version erfolgt in diesem Arbeitsstadium. Beide Hinderniskarten weisen mit unbedeutenden Abänderungen die selbe Liniengeometrie wie die ICAO-Karte auf.

Somit können die linearen Elemente dieser Folgekarten mit genügender Genauigkeit aus dem ICAO-Datensatz abgeleitet werden. Ihre Nachführung ist nur noch für die Luftfahrtkarte ICAO vorzunehmen. Dies bringt eine grosse Zeitersparnis mit sich. Daher ist jederzeit für alle Luftfahrtkarten der gleiche Informationsstand vorhanden. Für die

Folgekarten sind nur noch die notwendigen Zeichenfiles mit den gewünschten Zeichenspezifikationen und im richtigen Plotmassstab zu erstellen. Die Daten der Transportseile und Türme werden in verschiedenen Datenfiles geführt, denn für jede Karte gelten wieder andere Auswahlkriterien für die Anzahl der darzustellenden Hindernisse. Alles ist nun vorbereitet für den letzten Arbeitsschritt.

### Lichtzeichnung

Gezeichnet wird auf einer Präzisionszeichenmaschine. Ihre Steuerung erfolgt über das Plotband. Dieses enthält alle Zeicheninformationen, wie Spezifikationen, Geschwindigkeiten, Verschlussregulierung, Positionen usw. Eines der möglichen Werkzeuge, wie Tuschefeder- oder Kugelschreiber-Einsatz, Schneid- oder Gravureinheit mit Tangentialsteuerung, Lichtzeichenkopf, wird mit unabhängigen Bewegungen in X- und Y-Richtung gefahren. Besonders die Einrichtung zum Lichtzeichnen bietet interessante Möglichkeiten und ist die bei uns am häufigsten angewandte Zeichenart, da Filmzeichnungen sehr leicht weiter verarbeitbar sind und zudem ausgezeichnet auf die Basiskarte, graviert auf Glasplatten des Bundesamtes für Landestopographie, passen. In diesen Lichtprojektor ist ein Blendenteller mit 64 verschiedenen Einzelblenden eingesetzt, die per Programm auswähl- und rotierbar sind. Dieser Blendenhalter ist manuell sehr leicht austauschbar. Da jedes Blendensymbol einzeln auswechselbar ist, lassen sich spezielle Blendenformen leicht einfügen. Abbildung 2 zeigt den verwendeten Lichtzeichenkopf mit entfernter Haube.

GEF		L3		LN		WE		FE7		N		CO																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
'Name'		'Level 3'		'line-mode'		'Scheibe 2'		'Position 27'		'normal orientat.'		'continous line'																																
Was zeichnen?				Wie zeichnen?				Welches Werkzeug?				Welche Bewegungsart?																																
				Linien-, Blitzmodus, Mehrfach-Blitzen				Blendenteller, Gravur- oder Schneidewerkzeug, Tuschefeder, Kugelschreiber				Tangentialsteuerung: ja, nein, normal, invers. Hardware-Linienmuster: ausgezogen, strichliert																																

Abb. 4 Folge von Zeichenanweisungen

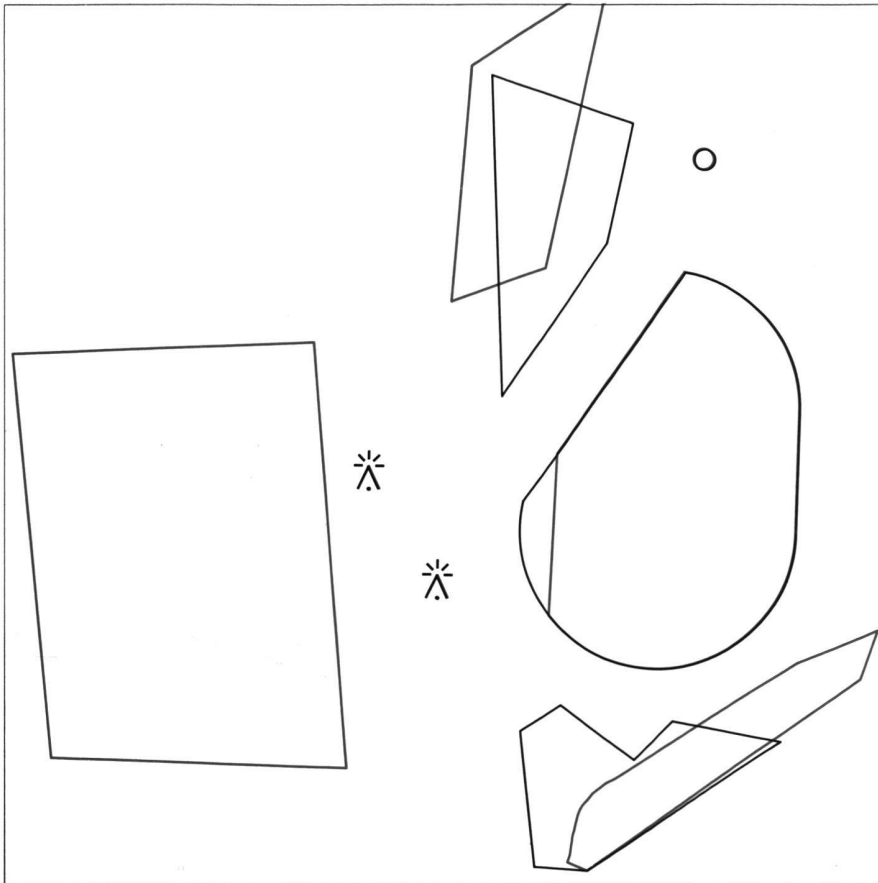


Abb. 5 Auszug des Rotaufdruckes zu zwei verschiedenen Zeitpunkten

Beim Arbeiten mit dem Lichtprojektor, natürlich unter Dunkelkammerbedingungen, findet während der Bewegung eine fortlaufende Belichtung eines photographischen Strichfilmes durch eine feine Blende hindurch statt, oder es wird durch Blendensymbole hindurch im Stillstand geblitzt. Durch den anschliessenden photographischen Entwicklungsprozess ergibt sich dann die endgültige seitenrichtige Positivzeichnung. Diese automatisch erzeugten Outputs liegen in einer derartigen Qualität vor, dass sie sich nicht sichtbar von den bisher manuell hergestellten reproduktionsreifen Gravuren, Zeichnungen unterscheiden und somit direkt als Druckvorlagen verwendet werden können. Auf diese Weise werden die einzelnen Filmplots der Luftfahrtkarten erzeugt. Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt von Plotter-Filmzeichnungen der ICAO-Karte im Originalmassstab; besonders beachtenswert ist dabei die gute Strichqualität.

### Ausblick und Schluss

Die beim APPLICON-System vorhandene Interaktivität kommt bei der Nachführung der Luftfahrtkarten sehr gut zum Spiel. Die vielen vorhandenen graphisch-interaktiven Funktionen, wie

Ausschnittwahl, Hinzufügen, Verändern und Löschen von Elementen, Auswählen von Komponenten usw. lassen sich vorteilhaft gebrauchen und bewirken eine Verbesserung und Beschleunigung der Kartennachführung. Es ist erwiesen, dass sich die Korrekturen mit einer interaktiven Zeichenanlage deutlich schneller ausführen lassen als mit der herkömmlichen manuellen Methode. Allfällige kurzfristige Nachträge sind noch bis zum letzten Augenblick möglich. Der beschriebene praktische Anwendungsfall zeigt recht deutlich, wie ein interaktives Zeichensystem als neues technisches Hilfsmittel in den konventionellen Arbeitsablauf eingefügt werden kann. Für unser Institut ist diese Herstellung des gesamten Aufdruckes der Luftfahrtinformationen ein erstes Beispiel für eine Dienstleistung, die vollständig mit der automatisierten kartographischen Anlage bearbeitet wurde. Die dabei gemachten Erfahrungen sind sehr positiv ausgefallen. Insbesondere bringt diese neue Bearbeitungsmethode für den Benutzer eine bessere Graphik und Vollständigkeit sowie höhere Genauigkeit mit sich.

Diese Karten sollen nun jedes Jahr als Neuauflage erscheinen. Dazu müssen die Flugsicherungsangaben mit Hilfe der interaktiven Zeichenanlage perio-

disch dem neuesten Stand angepasst werden. Eine automatische Reinzeichnung von aktuellen Filmen ist dann sehr rasch möglich. Die ersten interaktiven Nachführungen der Luftfahrtkarten haben gezeigt, dass diese einen relativ geringen Arbeitsaufwand benötigen. Der Zeitbedarf für einen einmaligen Nachtrag beträgt pro Karte ungefähr eine Arbeitswoche. Die Erstellung der vier Filmzeichnungen mit dem Photo-plotter erfordert dazu noch einen weiteren Arbeitstag, sofern keine grösseren technischen Störungen auftreten. Alle bisherigen Neuauflagen haben bestätigt, dass dieses neue Verfahren schneller und auch billiger ist als das alte. So wird sich, nach Überwindung gewisser Anlaufschwierigkeiten, die ganze Nachführung zu einer reinen Routineangelegenheit entwickeln.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass dieses Anwendungsbeispiel aus folgenden Gründen für die Bearbeitung an der Anlage ideal ist:

- relativ einfache Liniengeometrie
- grosse Zahl von Wiederholungen gleicher Signaturen
- Geometrie liegt weitgehend in digitaler Form vor
- die Datenmengen sind zwar gross, aber nicht zu umfangreich
- die Signaturen eignen sich weitgehend für die Lichtzeichnung
- dieselbe Geometrie lässt sich für eine ganze Reihe verschiedener Karten in unterschiedlichen Signaturen einsetzen
- der darzustellende Inhalt ist in einem ziemlich grossen Bereich praktisch massstabsunabhängig.

Diese günstigen Voraussetzungen sind lange nicht in allen Anwendungsfällen gegeben.

### Literatur

[1] Christian Hoinkes: Wesentliche Aspekte der Konzeption und Anwendung der digitalen kartographischen Zeichenanlage der ETH Zürich. In: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Originalbeiträge, Heft 72, Verlag des Institutes für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a.M. 1977

[2] Philipp Zürcher: ICAO-Karte, Technischer Bericht und Dokumentation. Institut für Kartographie, ETH Zürich 1977

Adresse des Verfassers:  
Christoph Brandenberger, dipl. Ing. ETH  
Institut für Kartographie, ETH-Hönggerberg  
CH-8093 Zürich