

Implementation kartographischer Funktionen als *Adobe Illustrator*TM-Plugins

Lorenz Hurni und Ernst Hutzler, Zürich

Zusammenfassung

Desktop Publishing (DTP)-Programme sind für kleinere Kartographiebetriebe eine ideale Alternative zu teuren Produktionssystemen. Allerdings verfüge diese Software kaum über spezifisch kartographische Funktionen. Um auch Kartographen solche DTP-Funktionen zur Verfügung stellen zu können, sind in den letzten Jahren am Institut für Kartographie der ETH Zürich Programmerweiterungen (sog. Plugins) für *Adobe Illustrator*TM entwickelt worden. Die Funktionalität umfasst die Bereiche Informieren, Auswählen, Sichten und Bereinigen, Harmonisieren, Bézier-Kurven, Aggregieren, Generalisieren, Symbolisieren, sowie Thematische Karten. Die Programme werden für angewandte Atlasprojekte, aber auch im Unterricht erfolgreich eingesetzt und stehen auch kostenlos einem weiteren Anwenderkreis zur Verfügung.

Schlüsselwörter: Kartographische Funktionen, DTP-Programme, *Adobe Illustrator*TM, Thematische Kartographie

Abstract

For small cartographic companies, Desktop Publishing (DTP) software is an interesting alternative to expensive specialised production systems. However, these programmes usually do not contain specific cartographic functions. In order to provide such DTP-functions also to cartographers, programme extensions (Plugins) for *Adobe Illustrator*TM have been developed at the Institute of Cartography of ETH Zurich during the last few years. Their functionality can be grouped as follows: Inform, select, view and edit, harmonise, Bézier curves, aggregate, generalise, symbolise, and thematic cartography. The programmes are used for applied atlas projects, but also for teaching purposes. Furthermore they can be accessed by any interested user at no cost.

Keywords: Cartographic functions, DTP software, *Adobe Illustrator*TM, thematic cartography

1. Einführung

Die Herstellung kartographischer Produkte erfolgt seit rund 15 Jahren praktisch ausschliesslich computergestützt. Im Gegensatz zum analogen Arbeitsablauf arbeitet der Kartograph bei der digitalen Kartenbearbeitung weitgehend virtuell. Er ist damit mit einem weitaus grösseren Abstraktionsgrad bezüglich Datenbeschaffenheit, Datenstrukturierung und Datenmanipulation konfrontiert. Einige Nachteile der analogen Kartographie, wie das vorlagengetrennte Arbeiten, sowie erforderliches handwerkliches Geschick zum Erreichen der notwendigen geometrischen Präzision und z. T. auch der gestalterischen Qualität fallen bei den digitalen Technologien bis zu einem gewissen Grade weg. Deshalb führt gerade die Verringerung solch handwerklich-gestalterischer, »weicher« Komponenten wie erwähnt zu einer stärkeren Gewichtung technischer und datenbezogener Aspekte. Ein kartographischer Produktionsablauf ist nicht mehr zu grossen Teilen ein Reinzeichnungs-Prozess; zudem ist die Karte oft nicht mehr die eigentliche Datenzusammenstellung oder das »Primärmodell« wie es Harbeck (1996) ausdrückt. Am Anfang stehen zu erfassende oder oft auch bereits existierende Geo- oder Statistikdatensätze, welche mit mehr oder weniger grossem kartographischem Aufwand in eine adäquate Form gebracht werden müssen. Dabei spielen möglichst optimal

auf den Kartenzweck abgestimmte Datenbereinigungs-, Datenanalyse-, Datenmanipulations- und Visualisierungsfunktionen eine entscheidende Rolle.

Computergestützte Graphiksysteme wurden erstmals in den 1960-er Jahren für eher einfache und monotone kartographische Arbeiten eingesetzt (Hurni & Christinat, 1996). Sie waren bereits vektorbasiert und konnten punkt- und linienförmige Kartenelemente verarbeiten. Erst etwa 10 Jahre später erlaubten es die ersten Rastersysteme, wie z. B. das *Scitex*-System, auch Flächenfüllungen in Druckqualität zu generieren. Parallel dazu wurden die Geographischen Informationssysteme (GIS) entwickelt, welche ebenfalls eine, aber z. T. auch heute noch beschränkte kartographische Funktionalität aufwiesen (Werner & Hutzler, 2006). In den 1990er Jahren wurden dann spezifisch kartographische Systeme auf den Markt gebracht, entweder als Zusatz zu GIS (wie *Intergraph* oder später auch *ArcGIS*) oder als Spezialentwicklungen. All diesen Systemen gemeinsam sind eine relativ komplexe Bedienung und teilweise prohibitiv hohe Beschaffungs- und Unterhaltskosten. Ab den frühen 1990-er Jahren wurden mit dem Aufkommen der Personal Computer preisgünstige Graphikprogramme auf den Markt gebracht. Diese sogenannten Desktop Publishing (DTP)-Programme weisen mittlerweile eine Fülle von Funktionen auf und haben sich insbesondere im Graphikgewerbe durchgesetzt. Gerade für kleinere Kartographiebetriebe sind sie eine ideale Alternative zu den teuren Spezialsystemen. Allerdings verfügen die DTP-Programme kaum über spezifisch kartographische Funktionen, sodass für gewisse kartographische Bearbeitungsschritte »Workarounds« gefunden werden müssen.

2. Kartographische Funktionen in Graphikprogrammen: Programmentwicklungen am Institut für Kartographie der ETH Zürich

Um auch Kartographen solche DTP-Funktionen zur Verfügung stellen zu können, sind in den letzten 10 Jahren am Institut für Kartographie der ETH Zürich Programmerweiterungen (sog. Plugins) für verschiedene Graphikprogramme entwickelt worden. Diese Programme basieren allerdings teilweise auf Vorarbeiten, welche bereits ab den 1960er-Jahren ausgeführt wurden. Ein erstes Programmpaket *THEMAP* für Grossrechner war speziell auf die Aufbereitung statistischer Daten für thematische Karten mit Mengendarstellungen ausgerichtet (Bolli, 1967; Spiess, 1968). Ab 1975 verfügte das Institut dann über ein ursprünglich aus dem Leiterplatten-Design stammendes *Applicon 700 Graphic System*, welches mit einem vektorbasierten *Ferranti Masterplotter* für die Datenausgabe kombiniert wurde (Hoinkes, 1980). In jener Zeit übernahm das Institut unter der Leitung von Prof. Ernst Spiess auch die Chefredaktion für den »Atlas der Schweiz«, den Schweizerischen Nationalatlas, und ebenso für den »Schweizer Weltatlas«, den Schweizer Schulatlas (ehemals »Schweizerischer Mittelschulatlas«). Aus diesen stark anwendungsorientierten Projekten ergab sich eine Reihe von Bedürfnissen hinsichtlich automatisierter kartographischer Funktionen. Für den »Atlas der Schweiz« standen vor allem Funktionen zur Umsetzung von statistischen Daten in kartographische Diagrammdarstellungen im Vordergrund, was zur Entwicklung des Programmpakets *Diamant* (Hutzler et al., 1980) führte. Eine lückenlos digitale Kartenproduktion bis hin zur Ausgabe aufgerasterter Druckvorlagen liess sich jedoch auch mit diesem System nicht erreichen.

Ende der 1980-er Jahre wurde deshalb ein hybrides Kartenproduktionssystem der Firma *Intergraph* beschafft (Hurni, 1992), welche diese Bedingungen erfüllte und auch in grossem Umfang für die Produktion der beiden Atlanten zum Einsatz kam. Zur Evaluation wurde ein ausführliches Pflichtenheft mit einer Auflistung der wünschenswerten Funktionen; dieses wurde später auch für weitere Beschaffungen verwendet (Hurni & Christinat, 1996 und 1997).

Aber auch für dieses System musste eine Reihe von zusätzlichen Funktionen zur Datenbereinigung und -manipulation sowie zur Generierung thematischer Karten (Programm *THEMA_P*) entwickelt werden (Hutzler & Spiess, 1993). Das *UNIX*-basierte System war etwa 12 Jahre im Einsatz. In dieser Zeit veränderte sich auch die Kartographie massgeblich, indem eine vollständige Umstellung auf digitale Produktion erfolgte. Systeme wie das *Intergraph*-System spielten hier eine wichtige Vorreiterrolle, waren aber schlussendlich gerade für kleinere Betriebe zu kostenintensiv bezüglich Beschaffung, Wartung und Schulung. Auch in der Lehre an der ETH Zürich konnten die Systeme zwar eingesetzt werden, bedingten aber eine intensive Anleitung und Betreuung der Studierenden durch Assistierende. Eine Umstellung auf billigere, einfacher zu bedienende, aber trotzdem mit kartographischen Funktionen ausgestattete Systeme drängte sich deshalb auf.

Kategorie	Name des Plugin's (.aip)	Funktion
Informieren	Selected	Informiert über alle selektierten Objekte.
	Messages_Dialog	Die zuletzt getätigten Plugin's werden mit ihren wichtigsten Ergebnissen angezeigt.
Auswählen	SelectInsideArea	Innerhalb von Flächen befindliche Objekte werden selektiert.
	SelectBySameGeometry	Identische Path- Objekte resp. Gruppen werden selektiert.
	KeepSelectedByName	Alle Objekte, welche den vorgegebenen Text in ihrem Namen haben, verbleiben selektiert.
Sichten und Bereinigen	KeepPathSelectedByGeometry	Alle nicht zutreffenden Objekte bleiben selektiert.
	SnapPoints	Punkte verschiedener Path-Objekte werden ausgemittelt oder übernommen, sofern ihre Abstände einen Schwellwert unterschreiten.
	ConnectPath	Offene Path-Objekte werden vereinigt, wenn Endpunkte identisch sind.
	SetNodesByDisconnect	Path-Objects Pathobjekte werden an Verzweigungen aufgetrennt.
	AreaBuilder	Aus offenen Path- Objekten werden geschlossene Path- Objekte (Flächen) gebildet.
	RectifyClosedPath	Die Winkel von Flächen werden, sofern sie von 90 Grad wenig abweichen (Schwellwert), auf 90 Grad gesetzt.
	ClosePathObjects	Offene Path-Objekte werden geschlossen.
Harmonisieren	ImproveBeziers	Path-Objekte können partiell (segmentweise) verändert werden.
	PointElimination	Punkte von Path-Objekten werden richtungsunabhängig gelöscht (Schwellwerte).
	AdaptionToOnePath	Path-Objekte werden auf ein Path-Objekt einer anderen Ebene angepasst.
	SpecialMove	Innerhalb einer gedachten Kreisfläche werden alle selektierten Punkte bewegt, das Maximum im Zentrum, 0 an der Peripherie.
Bézier-Kurven	AdjustMapsDialog	Interaktives Einpassen nach dem Nächste-Nachbarn-Prinzip.
	LineToBezier	Lineare Polygonzüge werden in Bézier- Kurven umgerechnet. Bézier-Kurven werden neu bestimmt.
	BezierToLine	Bézier- Kurven werden in lineare Segmente umgerechnet.
Symbolisieren	AreaNodes	Durch LineToBezier erzeugte Inkonsistenzen werden bereinigt.
	PlaceSymbols	Auf Path-Objekte können Symbole platziert werden.
Aggregieren	AdjustSymbols	Tangentiales Ausrichten von Symbolen auf Path-Objekte.
	IrregularPattern	Strukturraaster.
Generalisieren	PointCluster	Flächen aus Punktwolken.
Thematische Karten	GeneralizeBuildings	Gebäude zu Rechtecken zusammenfassen.
	THM	Diagramme, Symbole, Flächeneinfärbungen (Choroplethen-Karten).
	TriangleMakeClasses	Dreiecksdiagramme für grafische Klassierung von Tripel-Werten.

Tab. 1: Kartographische Plugins für *Adobe Illustrator*TM

3. Kartographische Funktionen für Adobe Illustrator™

Desktop Publishing Systeme bieten zwar keine spezifisch kartographisch ausgerichteten Funktionen an, verfügen aber über eine ausgezeichnete graphische Funktionalität und Ausgabequalität, sowie meist auch über Schnittstellen zur Integration von eigener oder von Drittsoftware. Die Softwareanbieter stellen sog. »Solution Development Kits« (SDK) zur Verfügung, um basierend auf Programmiersprachen wie C/C++ und Basic oder Scriptsprachen Plugins zu entwickeln, welche dann direkt aus der Graphiksoftware aufgerufen werden können. Am Institut für Kartographie wurde bereits gegen Ende der 1990-er Jahre eine Reihe solcher Plugins für das Graphik-Programm *Macromedia Freehand™* implementiert (Hutzler & Hurni, 2000; Hutzler, 2002). Mit der Übernahme von *Macromedia* durch die Konkurrenzfirma *Adobe* im Jahre 2005 drängte sich eine Portierung der Plugins auf die Software *Adobe Illustrator™* auf. Diese ist jetzt zum grössten Teil abgeschlossen und die Plugins werden für Atlasprojekte, aber auch im Unterricht erfolgreich eingesetzt. Anhand dieser Anwendungen konnten die Plugins intensiv getestet, verbessert und erweitert werden. Da die Programme auch einem breiten Anwenderkreis zur Verfügung gestellt werden, sollen im Folgenden die wichtigsten Funktionen und Werkzeuge vorgestellt werden. Die Funktionen sind wie in Tab. 1 aufgelistet in folgende Gruppen eingeteilt: Informieren, Auswählen, Sichten und Bereinigen, Harmonisieren, Bézier-Kurven, Aggregieren, Generalisieren, Symbolisieren, Thematische Karten.

3.1 Informieren

Adobe Illustrator™ ist für das Ausgestalten einzelner Objekte in einer Grafik hervorragend geeignet. In der Kartographie ist ein solches objektweises Arbeiten ebenfalls notwendig, aber auch zeitraubend. Kartographen möchten je nach Datenausgangslage gebietsweise möglichst eine Vielzahl von kartographischen Objekten verändern, z. B. in wenigen Schritten aus einer Einzelhausdarstellung eine Siedlungsfläche erzeugen. Dafür sollten sie rasch über eine grössere Anzahl von Objekten Informationen erhalten, damit die geeigneten Parameter für die Weiterverarbeitung gewählt werden können. Mögliche Fragen, über die ein entsprechendes Plugin (*Selected.aip*) Auskunft gibt, können z. B. sein:

- Besitzen die ausgewählten Path-Objekte auch Bézier-Segmente?
- Wie viele geschlossen scheinende Paths sind wirklich geschlossen?
- Wie viele Objekte und Punkte umfasst die ausgewählte Kartengrafik?
- Wie sind die Path-Objekte organisiert: In Gruppen, zusammengesetzt, als Symbole oder einzeln?

3.2 Auswählen

Die Auswahlmöglichkeiten von *Illustrator* sind durch drei Plugins erweitert worden: Falls Objekte entweder komplett, mit dem Zentrum oder mit einem Punkt innerhalb von Flächen einer bestimmten Ebene angeordnet sind, werden sie ausgewählt (*SelectInsideArea.aip*). Alle Path-Objekte, welche identisch oder innerhalb einer vorgegebenen Prüfnäufigkeit zu einem definierten Objekt liegen, können ausgewählt werden (*SelectBySameGeometry.aip*). Mit *KeepSelectedByName.aip* verbleiben alle Objekte, welche im Namen einen vorgegebenen Textstring aufweisen, selektiert.

3.3 Sichten und Bereinigen

Auf den ersten Blick ansprechende Kartenbilder können in den Graphikdateien für das Auge kaum wahrnehmbare Unstimmigkeiten enthalten, wie z. B. Artefakte, Verdoppelungen, kleine Unterbrechungen, verdeckte Objekte, etc. Diese mit den originalen Illustrator-Werkzeugen zu finden, ist eine fast unlösbare Aufgabe. Für eine konsistente Datenhaltung ist jedoch eine Bereinigung solch fehlerhafter Objekte unerlässlich. Mit dem Plugin *KeepPathSelectedByGeometry.aip* werden alle ausgewählten Objekte auf diese speziellen Anordnungen hin untersucht. In Frage kommende Elemente bleiben selektiert und können dann gelöscht, bestätigt oder bereinigt werden. Das Plugin erlaubt es, lagegleiche Punkte (Duplikate) oder sehr nahe beieinander liegende Punkte (Abb. 1), offene Flächenpfade, Einzelpunkte, zu kleine Einzelobjekte oder sonstige Fragmente zu bereinigen.

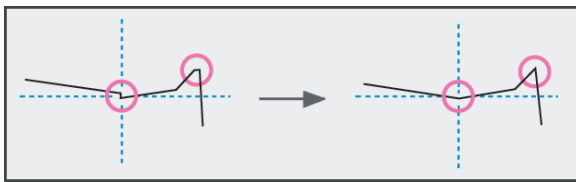


Abb. 1: Verschmelzung nahe beieinander liegender Punkte

Geo-Objekte aus verschiedenen Quellen passen nicht immer exakt zusammen. Unterschiedliche Auflösung der Koordinaten, Abweichungen aufgrund von Transformationen und Projektionen, etc. verursachen auch hier Differenzen, welche grafisch oft nicht mehr wahrgenommen werden können, jedoch die Konsistenz der Daten empfindlich stören. Mit dem Plugin *SnapPoints.aip* werden alle ausgewählten Objekte bezüglich der Distanz ihrer Stützpunkte zueinander geprüft. Falls diese Abstände die vorgegebene Distanz unterschreiten, werden die Koordinaten entweder ausgemittelt oder bestehenden Koordinaten zugeordnet (Snapping, resp. Knotenbildung, Abb. 2).

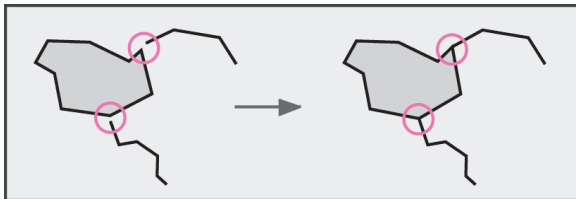


Abb. 2 Snapping und Knotenbildung

Ausgewählte Path-Objekte, welche sich an den Enden berühren und gleiche graphische Eigenschaften besitzen, können mit *ConnectPath.aip* zusammengefügt werden. Diese Funktion kann global auf ein komplettes File angewendet werden.

Bei Verzweigungen müssen unter Umständen durchgängige Path-Objekte aufgetrennt werden. Mit Hilfe von *SetNodesByDisconnect.aip* können z.B. den Abschnitten eines Gewässernetzes unterschiedliche Strichstärken zugeordnet oder Seen und Grenzen zur Flächenbildung herangezogen werden.

Oft müssen aus mehreren offenen Path-Objekten Flächen erzeugt werden, z. B. Gemeindeflächen aus Gemeindegrenzen. Voraussetzung dafür ist eine lückenfreie Anordnung der Einzelpolygone; diese kann z.B. in einem ersten Schritt mit *ConnectPath.aip* erreicht werden. *AreaBuilder.aip* prüft unabhängig von der Ausrichtung und den graphischen Attributen alle ausgewählten offenen Path-Objekte, und erzeugt Flächen, welche auf einer vorgegebenen Ebene abgelegt werden.

Flächen wie z. B. Gebäude, welche mit der Maus digitalisiert oder vektorisiert wurden, weisen oft nicht exakt rechte Winkel auf. Mit *RectifyClosedPath.aip* werden die einzelnen Kanten nach einer ermittelten Vorzugsrichtung des Polygons einzeln an ihren Schwerpunkten ausgerichtet und die Schnittpunkte neu berechnet. Kanten, welche um mehr als einen vorgegebenen Winkel abweichen, werden nicht verändert. Rektifizierte Flächen können auch unter Angabe eines bestimmten Abstands auf eine Gerade, z.B. auf eine Strasse, ausgerichtet werden. (Abb. 3)

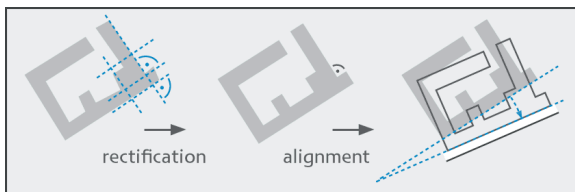


Abb. 3: Rektifizierung und Ausrichtung

3.4 Harmonisieren

Beim Harmonisieren von Daten müssen oft zuerst Geometrien vereinfacht werden, bevor die eigentlichen Datenanpassungen vorgenommen werden können. Mit *PointElimination.aip* können basierend auf einem Sehnen- und einem Winkelkriterium Punkte eliminiert werden. Der Algorithmus ist richtungsunabhängig. Danach können z. B. Daten aus verschiedenen Quellen, aufeinander angepasst werden. Mit *AdaptionToOnePath.aip* können in einem Schritt mehrere Path-Objekte (z. B. Grenzen) an ein Path-Objekt (z. B. Fluss oder See, Referenzlayer) gelegt werden.

Falls eine geometrisch exakte Anpassung nicht notwendig ist, hilft das Plugin *specialMove.aip*. Zuerst wird ein Wirkungskreis definiert, in dem mit abnehmender Gewichtung vom Zentrum alle ausgewählten Punkte verschoben werden. Im Beispiel in Abb. 4 wird die Wirkungsweise anhand eines einzelnen Polygons gezeigt.

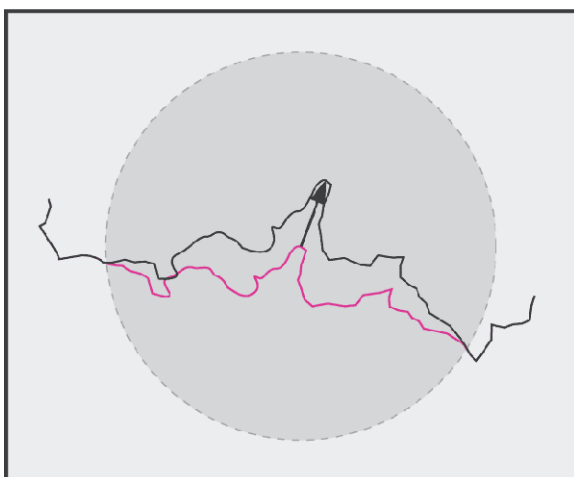


Abb. 4: Interaktive Anpassung mit definiertem Wirkungskreis.

Sollen die Objekte einer Karte auf den Inhalt einer anderen Karte angepasst werden, ist oft das Gewässernetz am besten als Referenzebene geeignet (Abb. 5a). Mit dem Plugin *AdjustMapsDialog.aip* können in mehreren Schritten die Transformationsparameter erfasst und anschliessend die ausgewählten Objekte angepasst werden. Mögliche Referenzknoten

wie Flussverzweigungen oder Einmündungen in Seen werden automatisiert ermittelt und markiert (Abb. 5b, rot). Weiter werden die zu bewegenden Knoten (Abb. 5b, blau) erfasst. Der Anwender kann die gesetzten Markierungen verschieben oder eigene setzen. Anschliessend werden die benachbarten Knotenpaare mit einem Distanzkriterium detektiert und die Verschiebungsvektoren definiert (Abb. 5c) und die Transformation wird basierend auf einer lokalen Distanzgewichtung durchgeführt (Abb. 5c, d)

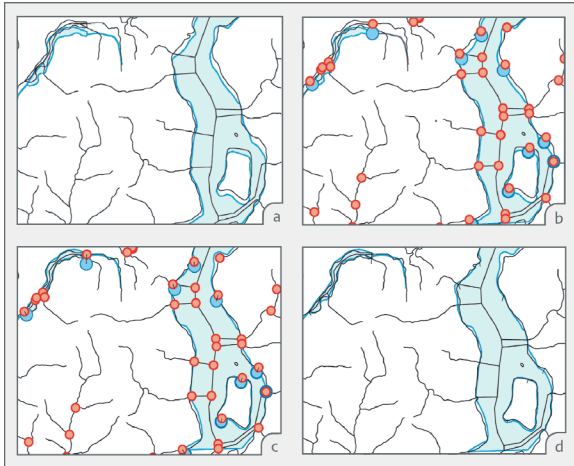


Abb. 5: Einpassung mittels Referenzknoten und lokaler Distanzgewichtung

3.5 Interpolieren, Glätten

Im Gegensatz zu vielen GIS-Anwendungen, wo immer noch Polygone oder Splines als Linienzüge verwendet werden, kommen in Graphikprogrammen meist Bézierkurven für Kurvendarstellungen zum Einsatz, dies nicht zuletzt wegen ihrer einfachen, intuitiven Handhabung. Für das Editieren und für den Austausch von Daten zwischen GIS- und DTP-Programmen wurden entsprechende Plugins programmiert: *LineToBezier.aip* bildet Bézierkurven aus Polygonen und führt dabei symmetrische Tangenten ein; eine asymmetrische Tangentenbildung ist nicht möglich. Die Kontinuität und die Konsistenz verbundener Path-Objekte mit unterschiedlichen graphischen Attributen werden berücksichtigt; allenfalls durch die Interpolation hervorgerufene Überschneidungen zwischen den Teilelementen werden damit vermieden. Zudem können mit einem Winkelkriterium Unstetigkeiten beibehalten werden. Die umgekehrte Konvertierung wird durch *BezierToLine.aip* ermöglicht. Der Anwender definiert eine maximal erlaubte Abweichung der Polygonstützpunkte von der ursprünglichen Bézierkurve. Je nach Parameterwahl können jedoch die Anzahl generierter Punkte und damit der Speicherbedarf beträchtlich ansteigen.

3.6 Symbolisieren

Einige Plugins erleichtern die kartographische Symbolisierung. *PlaceSymbols.aip* erlaubt die Platzierung von Symbolen an vordefinierten Stellen auf einem Path-Objekt. Mit *AdjustSymbols.aip* können die Symbole tangential auf den Path ausgerichtet werden. Ein Anwendungsbeispiel ist die Platzierung von rechteckigen Bahnhofssymbolen auf oder entlang einer Bahnlinie.

Mit einer weiteren Symbolisierungsfunktion können Strukturraster generiert werden. Sie werden in der Kartographie eher vernachlässigt und enthalten oft wiederkehrende Muster (Tapeten) und angeschnittene Symbole. Individuelle Anpassungen und Lösungen sind in der Regel nicht möglich. Mit *IrregularPattern.aip* wurde ein Programm entwickelt, das diese

Nachteile weitgehend beseitigt. Die Basis sind vordefinierte Symbolgruppen, welche als Symbole in ausgewählte Flächen platziert werden. Die Streuung erfolgt basierend auf einem regelmässigen Gitter. Die einzelnen Symbole erhalten zum Gitterpunkt eine pseudo-zufallsverteilte Ablenkung. Für jede ausgewählte Fläche können individuelle Streuparameter festgelegt werden. Mehrere Symboltypen können anteilmässig gemischt werden, beispielsweise Laubwald- (Abb. 6a), Nadelwald- (Abb. 6b) oder Mischwaldsymbole (Abb. 6c). Flächenhafte und lineare Hindernisse werden berücksichtigt und angeschnittene Symbole werden entsprechend weggelassen. Auch eine allfällige Überlappung von Symbolen wird durch Auseinanderziehen oder Rückzug auf die originalen Gitterpunkte vermieden (Abb. 6b, c)

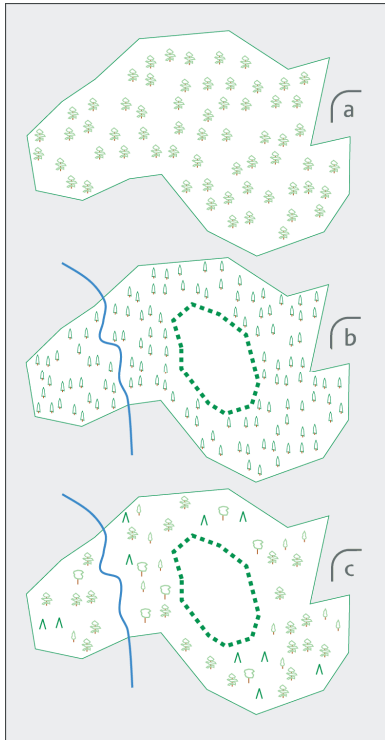


Abb. 6: Generierung pseudo-zufallsverteilter Strukturraster mit gemischten Symboltypen und Konfliktbereinigung mit angrenzenden Kartenelementen

3.7 Aggregieren und Generalisieren

Eine Funktion, welche vor allem in thematischen Karten zur Anwendung gelangen kann, ist das Aggregieren von Punktwolken zu Isoflächen. *PointCluster.aip* erlaubt die Generierung solcher Flächen unter Berücksichtigung von Distanzkriterien und Punktedichten (Abb. 7). Das Plugin lässt sich im Prinzip auch zur Aggregation von Einzelhäusern zu Siedlungsflächen verwenden, allerdings lassen sich nur abgerundete Flächen bilden. Mit *GeneralizeBuildings.aip* hingegen lassen sich selektierte Häusergruppen zu einem generalisierten Hausgrundriss zusammenfassen, die Vorzugsrichtungen der Häuser bleiben erhalten.

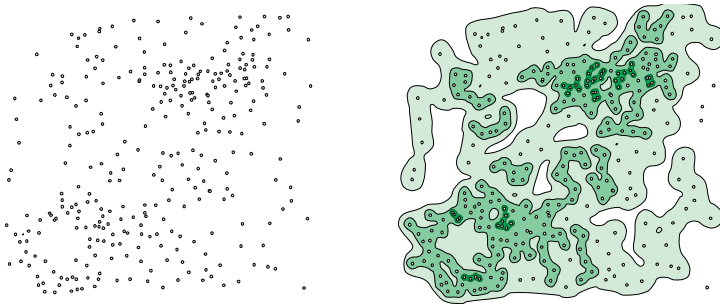


Abb. 7: Aggregation von Punktwolken zu Isoflächen mit verschiedenen Dichteklassen

3.8 Thematische Karten

Mengenbezogenes oder relativwertiges statistisches Datenmaterial wird oft in Diagrammform resp. als Choroplethendarstellung auf thematischen Karten wiedergegeben. Für die optimale Lesbarkeit unabdingbar sind eine auf das Thema abgestimmte Basiskarte und Erläuterung der dargestellten Inhalte in Form eines Titels und einer Legende. Das Plugin *THM.aip* unterstützt den Entwurf und die Generierung verschiedenster Formen von statistischen Karten.

Die Ausgangsdaten können einem Excel-File entnommen werden. Sie bestehen aus einem Namen, einem projizierten Koordinatenpaar und den abzubildenden ganzen oder rationalen Werten. Der Bezug der Themenebene zur Basiskarte ist gegeben durch das Verhältnis zwischen den projizierten Realwelt- und den Papier-Koordinaten, unter Berücksichtigung des Kartenmassstabs und des Offsets zwischen den beiden Systemen.

Jeder Diagrammtyp hat eine geometrische Bezugsgrösse B : Bei den Stäben ist es z. B. die Höhe, bei Kreissektoren der Radius, etc. In der Regel wird ein Wert W unter Anwendung einer ganzzahligen Wurzel abgebildet, also z. B.: Lineare Abbildung für Stäbe (Proportionalität $P=1$), flächenproportionale Abbildung für Kreissektoren ($P=2$) und raumproportionale Abbildung für Würfel ($P=3$). Die Abbildung unter Berücksichtigung dieser Proportionalität P (z. B. $1./2./3.$ Wurzel) und eines globalen Abbildungsfaktors F erfolgt nach der untenstehenden Formel. Im Prinzip wäre es also möglich, durch Wahl einer nicht ganzen Zahl als P beispielsweise vom Prinzip der Flächenproportionalität bei Kreisen, Quadraten etc. abzuweichen. Eine solche Wahl ist umstritten und sollte nur in Ausnahmefällen getroffen werden.

$$B = F \cdot W^{\frac{1}{P}}$$

In der Praxis zeigt sich, dass aus Gründen der Gewohnheit und einfachen Lesbarkeit nur wenige Diagrammtypen häufig eingesetzt werden. Untersucht man aktuelle Karten und Atlanten, so findet man hauptsächlich Darstellungen in Form von Kreisscheiben, Kreissektoren, Stäben, skalierten Symbolen sowie wenige komplexe Diagramme wie Alterspyramiden oder Windrosendiagramme. Durch *THM.aip* werden deshalb nur die gängigsten Diagrammformen unterstützt. Durch Kombination können jedoch auch komplexere Diagramme zusammengestellt werden, z. B. Alterspyramiden aus unterteilten Stabgruppen. Abb. 8 zeigt eine Auswahl solcher Diagrammtypen: Flächenproportionale Quadrate (Abb. 8a), flächenproportionale Kreissektoren (Abb. 8b), Flügeldiagramme (Abb. 8c, d), sowie Stabdiagramme (Abb. 8e).

Es ist auch möglich, beliebige Symbole wertproportional zu skalieren. Ein spezielles Plugin *TriangleMakeClasses.aip* erlaubt auch die Generierung von Dreiecksdiagrammen, sofern die statistischen Daten jeweils als Tripel angeordnet sind. Manuell können im Dreiecksgitter Klassen digitalisiert werden, welche dann automatisiert in eine Choroplethen-Karte übernommen werden können.

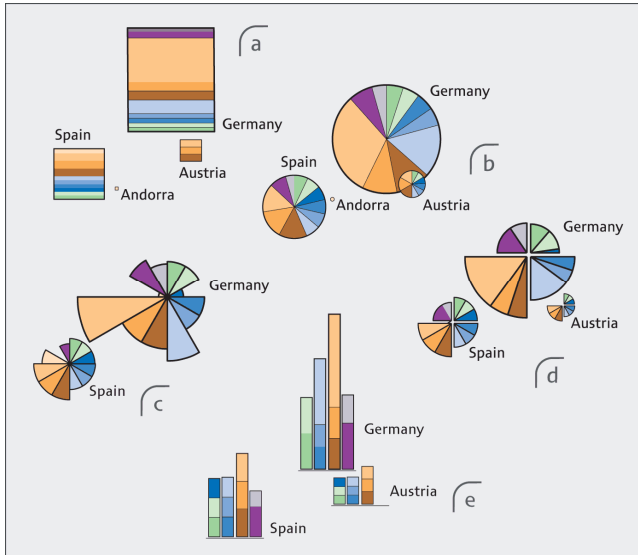


Abb. 8: Beispiele von mit *THM.aip* generierten Diagrammen

Im Bereich der Diagrammgestaltung und der Generalisierung stehen weitere unterstützende Funktionen zur Verfügung:

Kleine Diagramme werden automatisch über grosse Diagramme platziert. Sie können aber immer noch manuell verschoben werden. Die definitiven Positionen können gespeichert und auch für andere Zwecke weiter verwendet werden.

Die Abbildung der Werte kann mittels dreier verschiedener Schwellwerte vereinfacht werden. Der Diagrammschwellwert entscheidet, ob das jeweilige Diagramm dargestellt, durch ein Symbol ersetzt oder nicht berücksichtigt (Beispiel Andorra in Abb. 8c, d, e) werden soll. Der Unterteilungsschwellwert legt fest, ob die Abbildung auf die Gesamtmenge beschränkt werden soll; Kreissektordiagramme würden z. B. zu Kreisscheiben (Abb. 8a, b). Der Einzelmengenschwellwert verhindert, dass zu kleine, nur schwer wahrnehmbare Flächen entstehen. Um die Gesamtgrösse eines Diagrammes nicht zu verändern, werden die wegfallenden Teilmengen anteilmässig auf die darstellbaren Teilmengen umverteilt. Wo wie bei den Flügeldiagrammen keine Gesamtmengen dargestellt werden, fallen die Teildiagramme einfach weg.

Weiter können auch die Strichstärken der Konturen je nach Grösse des Diagramms angepasst werden, um z. B. zu vermeiden, dass die Kontur bei kleinen Diagrammen zu dominant wirkt. Ähnlich wird auch bei den Abständen zwischen Teildiagrammen vorgegangen.

Das Tool zur Regionalisierung ist eine interessante, halbautomatische Funktion: Flächen können manuell ausgeschieden oder importiert werden. Innerhalb deren Perimeter werden alle Werte aggregiert und jeweils der Position mit dem grössten Gesamtwert zugeordnet. So können z. B. gemeindebezogene Daten bezirksweise in Diagrammform dargestellt werden.

Abb. 9 zeigt eine manuelle Regionalisierung (rote Perimeter) mit der Eingangs- und Endkonfiguration der Diagramme.

THM.aip unterstützt ebenfalls den Legendenaufbau, in dem das Programm einen Entwurf für eine Diagrammlegende generiert, welcher dann noch manuell weiterbearbeitet werden kann (z. B. Anpassung der Beschriftung).

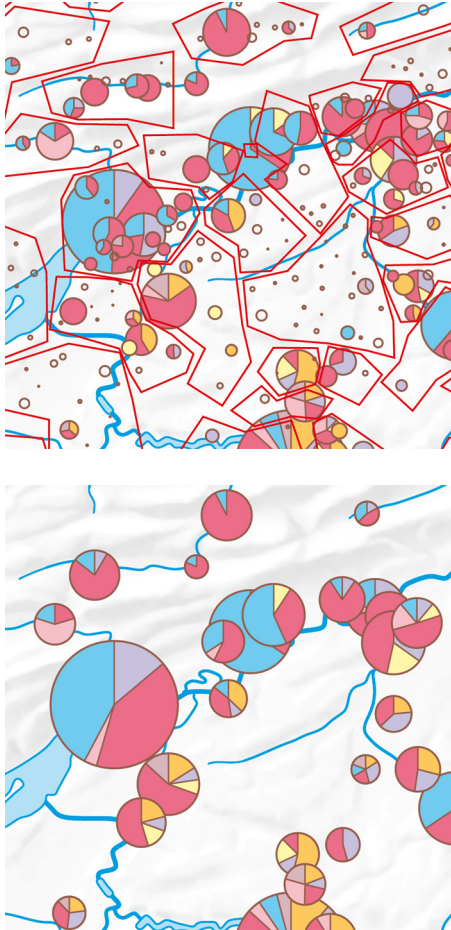


Abb. 9: Regionalisierung einer Diagrammdarstellung

4. Diskussion, Ausblick

Die kartographischen Funktionen wurden wie beschrieben in den letzten 30 Jahren auf verschiedenen Plattformen weiterentwickelt. Da die Programme meist aufgrund konkreter, praktischer Aufgabestellungen in Forschung, Lehre und Kartenredaktion entstanden sind, decken sie heute einen wichtigen Teil kartographischer Anforderungen ab und werden auch ausserhalb der ETH Zürich erfolgreich eingesetzt. Als hinderlich haben sich allerdings die häufigen Änderungen der technischen Spezifikationen oder sogar die völlige Aufgabe von Graphikprogrammen durch die Hersteller erwiesen. Ein wesentlicher Teil der Ressourcen muss deshalb für den ständigen Unterhalt der Plugins investiert werden. In Zukunft wünschenswert wäre auch eine Erweiterung der möglichen Diagrammformen basierend auf einer Beschreibungssprache, wie sie Schnabel (2007) vorschlägt. Volumenbezogene Diagramme spielen wohl in Zukunft auch eine wichtige Rolle bei der Vermittlung thematischer Inhalte in 3D-Umgebungen.

Literatur

- Bolli, Beat (1967): Programm zur Datenvorbereitung für thematische Karten. Interner Bericht, Kartographisches Institut der ETH Zürich. 33 S.
- Harbeck, Rolf (1996): Anspruch und Stellung der Kartographie in der GIS-Welt. In: Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96, S. 27–34
- Hoinkes, Christian (1980): Die »Digitale kartographische Zeichenanlage«, ein neues Hilfsmittel für die Kartenherstellung. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 78 (2), S. 31–41
- Hurni, Lorenz (1992): Hard- und Softwarelösungen für die integrierte digitale Kartenherstellung mit Raster- und Vektordaten. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, 108, Frankfurt a. M., S. 37–54, 1 farbige Kartenbeilage
- Hurni, Lorenz und Rolf Christinat (1996): Anforderungen an ein modernes digitales kartographisches Produktionssystem. In: Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96, S. 253–271
- Hurni, Lorenz und Rolf Christinat (1997): Hybrid WYSIWYG Techniques for Updating the Swiss Topographic Map Series. Proceedings of the 18th International Cartographic Conference, Stockholm, 1997, S. 735–732
- Hutzler, Ernst (2000): THM – Freehand Xtras für ortsbezogene Diagramme und zur Einfärbung von Flächen nach Klassenwerten. Interne Dokumentation, Institut für Kartographie, ETH Zürich
- Hutzler, Ernst; Hoinkes, Christian und Ernst Spiess (1980): A System of Programs for Interactive Use in the Preparation of Thematic Maps Containing Diagrams. Paper presented at the 10th International Cartographic Conference, Tokyo, 1980, 10 S.
- Hutzler, Ernst und Lorenz Hurni (2000): Die Implementierung kartographischer Funktionen für DTP-Software. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 98 (10), S. 610–611
- Hutzler, Ernst und Ernst Spiess (1993): A knowledge-based thematic mapping system – the other way round. Proceedings of the 16th International Cartographic Conference, Köln, 1993, S. 329–340
- Schnabel, Olaf (2007): Benutzerdefinierte Diagrammsignaturen in Karten : Konzepte, Formalisierung und Implementationen. Dissertation, ETH Zürich, 236 Seiten, <http://www.karto.ethz.ch/publications/dissertations>
- Spiess, Ernst (1968): Automatisierter Entwurf von Mengendarstellungen. Internationales Jahrbuch für Kartographie, 7, S. 155–160
- Werner, Marion und Ernst Hutzler (2006): Contemporary Map Design with Desktop-Publishing System Extensions. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 17, S. 224–232

Sämtliche Plugins sowie eine ausführliche Dokumentation können von folgender Website kostenlos bezogen werden: <http://www.ika.ethz.ch/plugins/>

Der Entwickler Ernst Hutzler freut sich über Feedback zu den Programmen und über weitere Anregungen aus Benützerkreisen.

Die Verfasser danken Marion Werner und Philipp Marty für das Erstellen einiger der hier gezeigten Abbildungen.

Über die Verfasser:

Prof. Dr. Lorenz Hurni ist seit 1996 Professor für Kartographie an der ETH Zürich, Leiter des Instituts für Kartographie sowie Chefredaktor des »Atlas der Schweiz«; seine Forschungsinteressen liegen im Bereich kartografischer Datenmodelle und Werkzeuge zur Produktion von gedruckten und interaktiven, multimedialen Karten; E-Mail: hurni@karto.baug.ethz.ch

Ing.-Grad. Ernst Hutzler arbeitet seit 1974 als Softwareentwickler am Institut für Kartographie der ETH Zürich; seit 1998 implementiert er kartographische Funktionen in Form von Plugins für DTP-Programme; er unterstützt Assistierende und Studierende bei deren Anwendung im Unterricht; E-Mail: hutzler@karto.baug.ethz.ch