

Entwicklung und Implementierung einer integrierten GISVIS-Produktionsumgebung für Qualitätskarten

Hartmut ASCHE¹, Markus MÜLLER², Franz PIETRUSKA² und Silvija STANKUTE¹

¹Universität Potsdam, Potsdam · gislab@uni-potsdam.de

²Pietruska Verlag & Geo-Datenbanken GmbH, Rülzheim

Dieser Beitrag wurde durch das Programmkomitee als „reviewed paper“ angenommen.

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird ein Technologiekonzept für eine neuartige, integrierte GISVIS-Produktionsumgebung zur Erzeugung und Nutzung von Kartensubstanzen in kartographischer Modellqualität aus digitalen Geodatenbeständen vorgestellt. Das Konzept und seine Teilimplementierung in die gewerbliche Praxis sind Gegenstand eines FuE-Projektes, in dem Projektpartner aus Wirtschaft- und Wissenschaft zusammenarbeiten, um den stetig wachsenden Bedarf nach „intelligenten“ Qualitätskarten, deren Kartenzeichen mit den zugrunde liegenden Geodaten verknüpft sind, zu adressieren. Hierfür werden auf Basis einer einheitlichen Geodatenbank GIS- und VIS-Funktionalitäten in einen modularen Prozessfluss integriert. Konzeptionell ist der Lösungsansatz ausgereift und in der Praxis realisierbar. Die tatsächliche Umsetzung ist aber nicht allein technologiegetrieben. Sie wird intern wesentlich von der Wirtschaftlichkeit der darauf basierenden Kartenerzeugung sowie extern von den Entwicklungen des Kartenmarktes beeinflusst.

1 Einführung

Geschätzte 95 Prozent aller digitalen Daten besitzen einen erdräumlichen Bezug (HAMILTON, in PERKINS 2010), es handelt sich also um Geodaten. In Wissenschaft und Wirtschaft werden Geodaten, gleich welcher Erfassung oder Quelle, heute ausnahmslos mit digitalen Systemen der Informationstechnologie verarbeitet. Schwerpunkt der Verarbeitung von Geodaten ist die Herstellung digitaler Kartengraphiken für Anwendungen in Wirtschaft, Verwaltung, Raum- und Umweltplanung. Bereits eine kursorische Analyse existierender digitaler Kartengraphiken offenbart, dass die mit Geodaten verbundenen Potenziale digitaler Positions- und Attributparameter (Lage, Thematik) zur Erzeugung fachgerechter, qualitativ hochwertiger Kartensubstanzen bislang nicht annähernd ausgeschöpft werden. Dies ist wesentlich auf folgende Hemmnisse zurückzuführen:

- Produktionssysteme: Es fehlen integrierte datenbankbasierte Verfahren und Software-systeme zur Prozessierung und Visualisierung fachspezifischer Geodatenbestände für qualitativ hochwertige Kartographien.

- Produktionsrohstoff: Es mangelt an qualitativ hochwertigen, aktuellen, harmonisierten Geodatenbeständen, die als Quelldaten zu wirtschaftlich und urheberrechtlich attraktiven Konditionen genutzt werden können.
- Produktionsmethoden: Es fehlen kartographische Visualisierungs- und Analyseverfahren, um Kartensubstanzen mit kartographischer Modellqualität aus Geodatenbanken nach den Grundprinzipien der (thematischen) Kartographie zu erzeugen (Veredelung).
- Produzenten: Es mangelt an leistungsfähigen gewerblichen Fachunternehmungen, die in der Lage sind, datenbankbasierte Qualitätskarten und damit verbundene Geoinformationsdienstleistungen auf dem Geoinformationsmarkt anzubieten.
- Produkte: Es mangelt an marktgerechten Produkten und Dienstleistungen, die medien-spezifische, hochqualitative Geovisualisierungen mit interaktiver elektronischer Nutzungsfunktionalität verbinden.

Den Defiziten steht ein stetig wachsender Bedarf nach „intelligenten“ Kartengrafiken in kartographischer Modellqualität (Qualitätskarten) gegenüber, deren Kartenzeichen mit den zugrunde liegenden Geodaten verknüpft sind. Hierdurch ist sowohl eine grafik- als auch datenorientierte Nutzung möglich. In Mitteleuropa wird der Bedarf durch die gegenwärtigen Marktteilnehmer, zumeist klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) der Kartographie bzw. Geoinformationsverarbeitung, qualitativ und quantitativ meist unzureichend befriedigt. Dies ist wesentlich auf die mangelnde Fähigkeit der gewerblichen Akteure zurückzuführen, themenspezifische, fachgerecht visualisierte Kartensubstanzen mit Datenbankverknüpfung jedes Kartenobjektes (intelligente Qualitätskarten) herzustellen und anzubieten.

In dem Maß, wie die Nachfrage nach intelligenten Qualitätskarten zunimmt, sinkt die Nachfrage nach herkömmlichen Kartenprodukten kontinuierlich. Die Folge ist ein Auftrags- und Umsatzrückgang der KMU, der seit inzwischen mehr als einer Dekade anhält. Als wesentliche Ursache für diesen Status quo können die in den KMU zur Kartenerzeugung eingesetzten Produktionstechnologien identifiziert werden. Sie ermöglichen entweder die Erzeugung von Qualitätskarten mittels grafikorientierter Visualisierungssysteme (VIS) oder von Präsentationskarten mittels Geoinformationssystemen (GIS).

2 Zielsetzung

Gegenstand dieses Beitrags ist die Vorstellung eines Technologiekonzeptes für eine neuartige, integrierte GISVIS-Produktionsumgebung zur Erzeugung und Nutzung von Kartensubstanzen in kartographischer Modellqualität aus digitalen Geodatenbeständen. Das Produktionsverfahren wurde im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes (FuE) zwischen Wissenschaft und Wirtschaft entwickelt. Eine derartige Zusammenarbeit wird unter anderem durch das Förderprogramm „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“ (ZIM) des bundesdeutschen Ministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unterstützt.¹ Im Rahmen eines sogenannten Kooperationsformates arbeiten die KMU Pietruska Verlag und Geodatenbanken sowie die Fachgruppe Geoinformatik der Universität Potsdam seit 2010 an der Entwicklung und Implementierung eines Technologiekonzeptes für eine

¹ Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) ist ein deutschlandweites, technologie- und branchenoffenes Förderprogramm für mittelständische Unternehmen und mit diesen zusammenarbeitenden wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen (ZIM 2013).

Produktionsumgebung zur datenbankgestützten Konstruktion von Karten in kartographischer Modellqualität. Ausgangspunkt des Kooperationsprojektes ist die oben skizzierte Marktsituation, die den Geschäftsbetrieb und den Markterfolg vieler Akteure der gewerblichen Kartographie gefährdet. Die Frage nach Veränderungen des Produktionsprozesses in den KMU stellt sich damit unabweisbar. Das Produktionskonzept haben beide Kooperationspartner gemeinsam unter den spezifischen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des gewerblichen Partners entwickelt und in Teilen implementiert.

3 Status quo: Präsentationsverfahren digitaler Kartendaten

3.1 Kartographische Modellqualität

Karten sind das klassische Medium zur Darstellung Kommunikation und Speicherung raumbezogener Informationen in Wissenschaft, Wirtschaft und Alltag. Anders als Luft- oder Satellitenaufnahmen sind sie kein Abbild, sondern ein grafisches Modell der georäumlichen Wirklichkeit. Karten werden modelliert, indem die thematisch und räumlich selektierten grafikfreien Geodaten der Realwelt in einem systematischen Informationsverarbeitungsprozess in raumbundene grafische Symbole (Signaturen) transformiert werden. Die Informationstransformation erfolgt nach kartographischen Regelwerken, in dessen Zentrum die kartographischen Darstellungsmethoden stehen, und weiteren (karto)grafischen Richtlinien. Sie bestimmen die themen- und maßstabsbezogene Signaturierung und Modellierung der vorverarbeiteten Geodaten. Kartenmodelle sind somit Grafikmodelle (Sekundärmodelle) des Georaums, die in einem systematischen Verfahren aus grafikfreien Datenmodellen (Primärmodelle) abgeleitet werden. Anders als grafikfreie Primärmodelle beinhalten Sekundärmodelle die grafischen Parameter (Minstdimension, Mindestabstand, Assoziationsfarben, etc.) der Kartendaten. Es ist diese aufgabenbezogene Transformation datenbezogener Primär- in grafikbezogene Sekundärmodelle, welche die inhaltliche und grafische Qualität fachgerechter Karten bewirkt und deren wirksame, zweckbestimmte Nutzung gewährleistet. Derartige professionell modellierte Kartengrafiken werden als Qualitätskarten bezeichnet. Sie besitzen die für ihre sinnvolle und wirksame Nutzung erforderliche kartographische Modellqualität.

Im Gegensatz dazu stehen kartenähnliche Visualisierungen. Sie entstehen dadurch, dass das grafikfreie Primärmodell ohne Beachtung der Grafikparameter automatisch in eine grafische Repräsentation überführt wird. Diese Kartenpräsentation, der jede kartographische Modellqualität fehlt, erschwert die grafische Informationsvermittlung raumbezogener Informationen und behindert ihre wirksame, aufgabenbezogene Nutzung. Die Herstellung inadäquater, funktionsloser Kartengrafiken ist die Folge fehlenden kartographischen Fachwissens. Softwaresysteme zur Verarbeitung raumbezogener Informationen, denen die entsprechende Softwarefunktionalität fehlt, unterstützen die Erzeugung von Qualitätskarten nicht. Zu diesen Softwaresystemen zählen GIS.

3.2 Grafikorientierte Kartenkonstruktion

Seit den 1980er-Jahren haben sich digitale Technologien zur Erzeugung und Vervielfältigung von Kartenprodukten in der gewerblichen (wie in der amtlichen) Kartographie etabliert. Mit dem Begriff „Desktop Mapping“ (DTM) werden Verfahren bezeichnet, welche

seit Ende der 1980er-Jahre die digitale Konstruktion von Qualitätskarten mit Computergrafiksystemen auf Mikrocomputerbasis ermöglichen. Bei DTM können qualitativ hochwertiger Kartengrafiken nach den Grundprinzipien der (thematischen) Kartographie mit Grafiksoftwaresystemen, sogenannten Visualisierungssystemen (VIS), professionell konstruiert werden. Die Kartenelemente werden in nach inhaltlichen Kriterien angeordneten Grafikebenen symbolisiert und als Vektoren gespeichert. Die komplette Kartengrafik entsteht durch Überlagerung aller oder ausgewählter Ebenen. Die erzeugten Qualitätskarten können für Print- und elektronische Medien konfektioniert werden. Sie stellen rein grafische Raummodelle dar, deren Kartendaten keine Georeferenzierung und Datenbankverknüpfung besitzen. Abbildung 1b zeigt die Prozesskette der DTM-Kartenkonstruktion. Bis heute ist DTM die überwiegende gewerbliche Produktionsumgebung für Kartensubstanzen in kartographischer Modellqualität.

3.3 Datenorientierte Kartenpräsentation

Seit den 1990er-Jahren verbreiten sich GIS in alle Bereiche raumbezogener Informationsverarbeitung. Als spezialisierte Informationssysteme kombinieren sie eine Geodatenbank mit Funktionen zur grafikfreien Modellierung digitaler Raumdatenbestände. Dazu beinhalten sie umfangreiche Funktionalitäten zur grafikfreien Verarbeitung und Analyse der in der Geodatenbank mit Koordinaten- und Attributparametern gespeicherten Geodaten. Im Unterschied zur Mehrzahl der Informationssysteme besitzen GIS elementare Grafikfunktionalitäten. GIS werden in der Geoinformationswirtschaft und -wissenschaft hauptsächlich zur Verarbeitung, Modellierung und Analyse grafikfreier Geodatenbestände eingesetzt. Die Verarbeitungsergebnisse werden in Form von Präsentationskarten visualisiert. Kartographische Modellqualität, wie sie für Qualitätskarten kennzeichnend und für deren wirksame Nutzung erforderlich ist, besitzen sie nicht (z. B. BUCKLEY et al. 2005).² Die erzeugten Karten sind für kartographische Anwendungen und Nutzungen in der Regel unbrauchbar (z. B. MONMONIER & JOHNSON 1991). Abbildung 1a zeigt die Prozesskette der GIS-Kartenkonstruktion. Wegen der Erzeugung inadäquater Kartengrafiken sind GIS in der gewerblichen Kartographie bis heute wenig verbreitet.

Eine Stärken-/Schwächenanalyse beider Verfahren der Kartenerzeugung zeigt, dass sie die Marknachfrage nach Kartengrafiken in kartographischer Modellqualität, deren Kartenobjekte über die (digitale) Datenfunktionalität von Geodatenbanken verfügen, nur unzureichend befriedigen können. Dies verdankt sich dem Umstand, dass Kartengrafiken aus VIS-Systemen ohne Primärmodell, aus GIS ohne Sekundärmodell erzeugt werden.³

² Dieser Befund wird mittlerweile auch bei den Erzeugern kommerzieller GIS wahrgenommen, wie die Erweiterung des Softwaresystems ArcGIS um *Cartographic Representations* zeigt (HARDY 2009). Wie ihre Bezeichnung ausweist, zielen sie nicht auf die Erzeugung eines kartographischen Modells als Pendant des Datenmodells.

³ Die ATKIS-Konzeption der deutschen Landesvermessung beinhaltet ursprünglich ein „Digitales Kartographisches Modell (DKM)“ als grafikorientiertes Pendant des grafikfreien Digitalen Landschaftsmodells (DLM). Wegen der fortbestehenden Probleme der automatisierten Erzeugung eines kartographischen Modells aus einem Datenmodell wurde das DKM seit Mitte der 1990er Jahre durch die Digitale Topographische Karte (DTK) ersetzt. Die DTK wird als Präsentationskarte automatisiert aus dem DLM abgeleitet und basiert insofern – anders als die klassische analoge topographische Karte – nicht auf einem Grafikummodell.

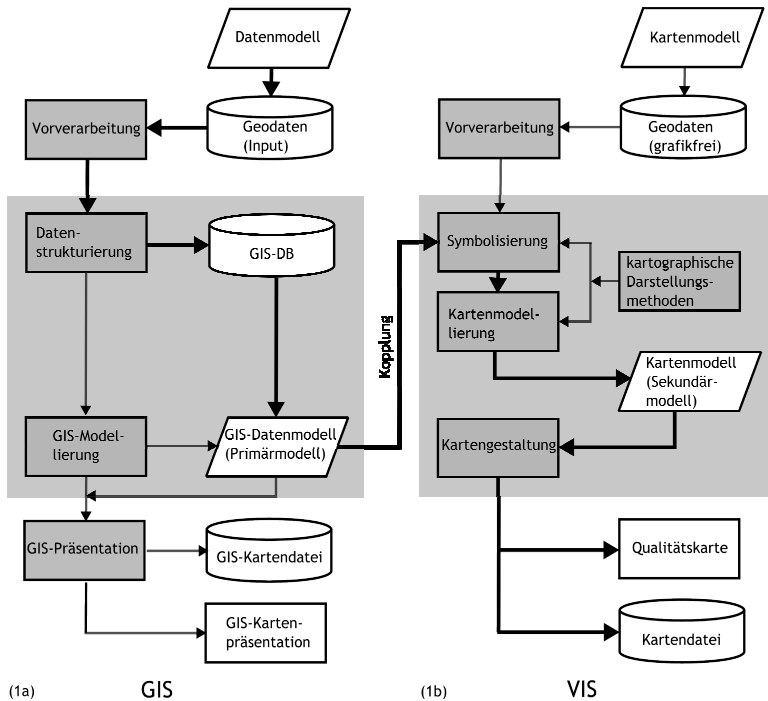


Abb. 1: Kartenerzeugung mit datenbankorientierter (1a) und grafikorientierter (1b) Softwaresystemen. Die jeweiligen Schlüsselfunktionen sind dunkel hinterlegt. Die Kopplung des grafikfreien Primärmodells mit dem grafikorientierten Sekundärmodell ermöglicht die Nutzung der GIS- und VIS-Kernfunktionen.

4 Integrierte modulare Produktionsumgebung für intelligente Qualitätskarten

Der Bedarf an datenbankgestützter Visualisierung von Geodaten in kartographischer Modellqualität kann dadurch adressiert werden, dass die Stärken beider Verfahren, die funktionsreiche, flexible Grafikmodellierung von Qualitätskarten sowie die funktionsreiche, flexible Modellierung und Analyse der Geodaten in einem integrierten GIS-VIS-Verfahren kombiniert werden (Abb. 1). Ein derartiges Produktionsverfahren für kommerzielle Nutzungen existiert derzeit nicht. Aus wissenschaftlicher Perspektive kann ein solcher Lösungsansatz ohne Beschränkung durch Rahmenbedingungen gewerblicher Kartenproduktion, z. B. die betriebliche Umsetzbarkeit und wirtschaftliche Tragfähigkeit des Technologiekonzeptes, realisiert werden. Eine derartige Lösung geht aber an den Erfordernissen der Anwendungspraxis vorbei. Umgekehrt werden aus gewerblicher Sicht Veränderungen des Produktionsprozesses erst dann umgesetzt, wenn die wirtschaftliche Situation und/oder der Verlust der bisherigen Marktposition dies erzwingen. Aus diesem Grund ist es für den Erfolg einer neuartigen Kartenkonstruktionsumgebung entscheidend, die jeweiligen Kompetenzen und Erfahrungen beider Akteursgruppen in einem gemeinsamen Technologiekonzept zu bündeln.

4.1 Konzept

Das Technologiekonzept für eine betrieblich wie wirtschaftlich tragfähige Produktionsumgebung intelligenter Qualitätskarten basiert auf einer Softwarearchitektur, welche die Produktionsmittel VIS und GIS auf dem Fundament einer Geodatenbank zunächst miteinander verknüpft und später in einem Softwaresystem integriert (vgl. Abb. 1). Perspektivisch soll die gesamte Produktionsumgebung mit quelloffenen Softwarekomponenten realisiert werden. Gegenwärtig wird aber auf den bei den Projektpartnern vorhandenen proprietären Programmsystemen aufgesetzt. Dabei werden allerdings alle Standards berücksichtigt, die zu einem späteren Zeitpunkt die Migration auf quelloffene Softwaresysteme ermöglichen.

Ausgangspunkt der Entwicklung ist die existierende VIS-basierte Produktionsumgebung des gewerblichen Projektpartners. Dort erfolgt die Erstellung von Qualitätskarten ausschließlich mit dem proprietären Softwaresystem LorikGISMapper (LORIK 2013). Dabei handelt es sich um ein grafikorientiertes, modulares Kartenkonstruktionssystem, das die Erzeugung von Kartengrafiken durch die kartentyp-, maßstabs- oder aufgabenbezogene Programmierung von Konstruktionsregeln ermöglicht. Ihre sequentielle Verknüpfung bildet das Fundament einer inzwischen weitgehend automatisierten Produktionskette. Die professionelle Finalisierung der Kartengrafik, z. B. durch lokale Anpassung von Generalisierungsmaßnahmen, Signaturen- oder Schriftplatzierungen, erfolgt im interaktiven Dialog. Im Vergleich zu DTM-Systemen, welche die Erzeugung von Kartengrafiken ausschließlich mittels digitaler Grafikwerkzeuge ermöglichen, erfolgt hier die Produktion durch Abarbeitung der Konstruktionsregeln. Das Ergebnis sind digitale Kartendatensätze in kartographischer Modellqualität für die Druckausgabe. Allerdings sind die Kartenzeichen des Kartenbildes nicht mit den zugrunde liegenden Geodaten verknüpft. Die erzeugten Kartengrafiken können in gängigen Formaten für die Druckausgabe bzw. den Datenaustausch gespeichert werden. Wie erwähnt, handelt es sich bei GISMapper um eine kommerzielle Kartenkonstruktionssoftware, auf deren Quellcode nicht zugegriffen werden kann. Insofern arbeitet der Anwender in einem weitgehend geschlossenen System, das begrenzte Programm-, Format- und Datenschnittstellen bereitstellt. Eine Programmierung zusätzlicher Funktionalitäten, z. B. mittels einer Skriptsprache, ist herstellerseitig nicht vorgesehen.

Der akademische Projektpartner nutzt (neben quelloffenen Systemen) das ebenfalls proprietäre GIS ArcGIS, das nicht über professionelle kartographische Visualisierungsfunktionalitäten verfügt. Anders als das VIS GISMapper kann das GIS ArcGIS durch Programmierung adaptiert werden. Die Ergänzung professioneller kartographischer Funktionalitäten wird allerdings nicht unterstützt. Wegen gemeinsamer Datenaustauschformate, darunter der GIS-Quasistandard Shape, können beide Systeme durch eine Geodatenbank verknüpft werden. Die bekannte quelloffene Geodatenbank PostgreSQL mit dem Aufsatz PostGIS stellt aufgrund der Funktionalität in Verbindung mit der Lizenzfreiheit das System der Wahl dar. In dieser Datenbank werden die in der GIS-Komponente ArcGIS grafikfrei verarbeiteten Ausgangsdaten als Geoobjekte mit allen Attributen gespeichert und objektbezogen durch die Grafikattribute aus der VIS-Komponente GISMapper ergänzt. Hierfür wird das Geodatenbanksystem so modifiziert, dass die Datenbanknutzung sowohl aus der GIS-Komponente als auch der VIS-Komponente möglich ist. Das Ergebnis des gekoppelten GIS-VIS-Produktionsprozesses ist eine intelligente Kartengraphik, deren Kartenobjekte mit den entsprechenden Geoobjekten der Datenbank verknüpft sind. Damit wird die Kartensicht um eine Datensicht ergänzt, auf die der Nutzer interaktiv zugreifen kann.

4.2 Implementierungsansatz

Das oben skizzierte Technologiekonzept einer integrierten GISVIS-Produktionsumgebung wird in drei Realisierungsstufen bis zur Prototypreife umgesetzt. In der ersten Realisierungsstufe werden die VIS- und GIS-Komponenten durch ein Interface (Datenfilter) miteinander verknüpft. Damit ist ein unidirektionaler Prozessfluss von GIS nach VIS möglich, der im Wesentlichen der klassischen Visualisierungspipeline entspricht (SCHUMANN & MÜLLER 2000). Ziel ist die Ertüchtigung der separaten Ausgangssysteme GIS und VIS für einen integrierten Produktionsprozess. Die zweite Realisierungsstufe koppelt dann, wie oben beschrieben, GIS- und VIS-Komponente über eine Geodatenbank. Hierdurch werden die separaten GIS- und VIS-Produktionsumgebungen in einem integrierten Produktionsprozess zur Erzeugung von Qualitätskarten für Print- und elektronische Medien verbunden. Gegenstand der dritten Realisierungsstufe ist die Programmierung eines quelloffenen, integrierten GISVIS-Softwaresystems zur Erzeugung und Nutzung datenbankbasierter Substanzen in kartographischer Modellqualität für Print- und elektronische Medien. Abbildung 2 gibt einen schematischen Überblick über den Prozessfluss der neuartigen Produktionsumgebung von den Ausgangsdaten über die Verarbeitung zu generierten Produkten und Dienstleistungen.

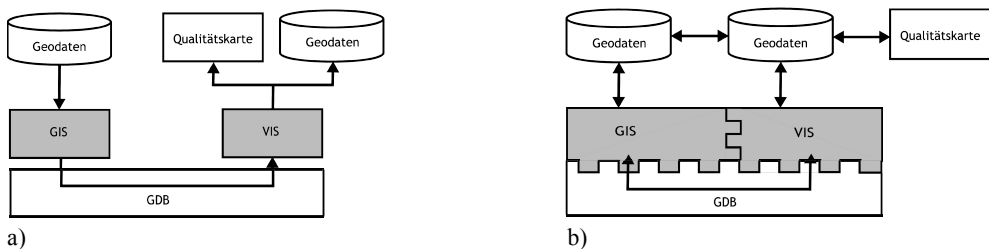


Abb. 2: Prinzipskizze GIS-VIS-Produktionsumgebung: a) GIS-VIS-Kopplung über Interface, b) integriertes GIS-VIS-System

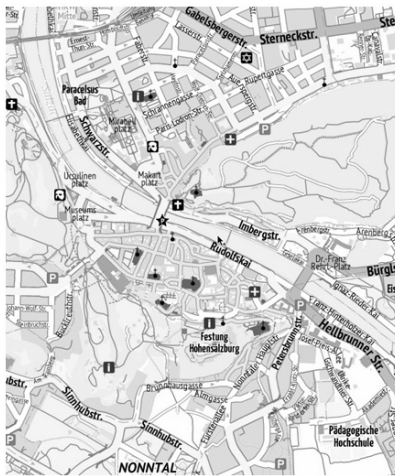
5 Implementierung im betrieblichen Einsatz: der Online-Dienst Geodressing

Eine erste Implementierung des automatisierten Produktionsprozesses von Qualitätskarten im Umfeld des Kooperationsprojektes verfolgt das Ziel, standardisierte Kartengrafiken für Printprodukte in begrenzt individualisierbarer Konfektionierung kurzfristig (i. d. R. 24 Stunden) zu fixen Herstellungskosten über ein Webportal am Markt anzubieten. Für den Online-Kartographie-Dienst „*geodressing*“ (GEODRESSING 2013) wurde eine Prozesskette definiert, die sich an der Visualisierungspipeline orientiert. Sie verknüpft in einem unidirektionalen Prozess eine GIS-Komponente über einen Datenfilter mit einem Visualisierungssystem. Ausgangsdaten sind die Bestände des OSM-Projektes⁴, die in einem standardisierten Transformationsprozess, in den Kundendaten eingebunden werden können, in standardisierten

⁴ *OpenStreetMap* oder *OSM* ist ein von Wikipedia inspiriertes Geodaten-Kooperationsprojekt. Ziel des 2004 begonnenen Projektes ist es, frei editierbare räumliche Daten zu erzeugen und jedermann frei nutzbar zu machen (BENNETT 2010).

Kartengrafiken (Kartenstile) visualisiert und dem Kunden als weiterverarbeitbare Grafikdateien ausgeliefert werden. Mit diesem Verfahren können – in Abhängigkeit von der Datentiefe der OSM-Daten – Qualitätskarten für viele Erdräume angeboten werden.

Konzeptionelles Fundament des Produktionsprozesses ist die systematische Zerlegung der Kartenkonstruktion in kleinste, inhaltlich abgrenzbare Einzelschritte (Konstruktionsprimitive) entsprechend den Grundsätzen kartographischer Modellierung. Als Visualisierungsergebnis werden Kartenstile (z. B. topographischer, statistischer Kartenstil, Liniennetze) definiert. Sie sind durch eine spezifische, jeweils standardisierte Signaturierung und Kartengestaltung gekennzeichnet, die auf das angebotene Maßstabsfenster von 1:10.000 bis 1:100.000 abgestimmt ist.



a)



b)

Abb. 3: Aus *geodessing* regelbasiert erzeugte Kartengraphik (Ausschnitt) im topographischen Kartenstil: a) Salzburg 1:40.000, b) 1:75.000

Die Umsetzung des *geodressing*-Konzepts nutzt die bereits erwähnte regelbasierte Kartenkonstruktionsplattform GISMapper als Visualisierungskomponente. Dort werden die Konstruktionsprimitive mittels Skriptprogrammierung in einen Satz von Konstruktionsregeln überführt. Entsprechend dem gewählten Kartenstil und Präsentationsmaßstab werden die Regeln zu einem ausführbaren Produktionsablauf zusammengestellt, der regelbasiert automatisch abläuft. Die so erzeugte Kartengrafik besitzt kartographische Modellqualität im gewählten Kartenstil und die dem gewählten Präsentationsmaßstab entsprechende kartographische Generalisierung. Vor der Auslieferung in Form von Vektor- oder Rasterdateien erfolgt eine visuelle Qualitätskontrolle der Kartengrafik. Eine interaktive Nachbearbeitung ist i. d. R. nicht erforderlich. Abbildung 3 zeigt automatisch generierte Stadtkarten in den Maßstäben 1: 40.000 und 1:75.000.

Die vorgestellte Implementierung des regelbasierten Produktionsprozesses von Qualitätskarten ermöglicht die automatische Erzeugung professioneller Kartengrafiken ohne Datenverknüpfung in einem streng sequentiellen Prozessfluss. Die durchlaufenen Prozessschritte

lassen sich in Anlehnung an die Visualisierungspipeline in die Komponenten Datenvorverarbeitung (Filtering), Daten-zu-Vektorgrafik-Abbildung (Mapping) und Vektorgrafik-zu-Bild-Transformation zusammenfassen. Das modulare Konzept der Produktionsumgebung ermöglicht eine einfache Adaption, Skalierung und Erweiterung der Prozesskette an veränderte Produktionsbedingungen.

Für die Anwendung der Prozesskette wird kein/e professionell ausgebildete/r Bearbeiter/in benötigt. Denn das erforderliche methodische und technische Wissen der Kartenmodellierung ist vollständig in den Konstruktionsregeln und deren Anordnung in einer Sequenz gekapselt. Nur so ist es unter den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des Kartenmarktes möglich, Kartengrafiken in standardisierter Modellierungsqualität in kurzer Produktionszeit und begrenztem Verkaufspreis zu erzeugen. Mit diesem Ansatz, einen Online-Kartendienst mit standardisierten Kartenprodukten zum Festpreis, konnten neben der fortlaufenden Auftragskartographie gewerblicher und institutioneller Kunden neue Zielgruppen angesprochen und gewonnen werden. Die Liste der z. T. namhaften Neukunden des In- und Auslandes aus den Feldern Print- und elektronische Medien, Mobilitätsunternehmen und Kommunen belegt, dass das webbasierte Kartenangebot angenommen und stetig stärker nachgefragt wird. Die regelbasierte Konstruktion von Qualitätskarten kann, wie im vorliegenden Fall, das klassische Geschäftsfeld kartographischer KMU erweitern und die jeweilige Marktposition stabilisieren.

6 Fazit

Der Beitrag stellt ein Technologiekonzept für eine Produktionsumgebung zur datenbankgestützten Konstruktion von Karten in kartographischer Modellqualität vor und zeigt die realisierten Implementierungsansätze in die gewerbliche Praxis. Es wird einerseits deutlich, dass eine Automatisierung des Produktionsprozesses auf Basis eines regelbasierten Kartenkonstruktionssystems möglich und wirtschaftlich ist, ohne die kartographische Modellierungsqualität der erzeugten Produkte einzubüßen. Die vorgestellten Implementierungsansätze zeigen andererseits aber, dass der Aufbau einer modularen, integrierten GIS-VIS-Produktionskette aus kommerziellen Softwarekomponenten an Grenzen stößt, die im Wesentlichen in den mangelnden Adaptionmöglichkeiten proprietärer Softwaresysteme begründet sind. Die Umsetzung des Technologiekonzeptes in ein quelloffenes Softwaresystem ist möglich, erfordert aber eine längere Implementierungsphase. Sie umfasst die Entwicklung und Implementierung weiterer Produktionsmodule, insbesondere der automatisierten, regelbasierten Kartenkonstruktion. Anschließend ist ein Probebetrieb der gesamten Prozesskette unter Praxisbedingungen erforderlich. Hierbei sind belastbare Performanz- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen durchzuführen.

Konzeptionell ist der vorgestellte innovative Lösungsansatz, der auf Basis einer einheitlichen Geodatenbank GIS- und VIS-Funktionalitäten integriert und so die professionelle, datenbankgestützte Erzeugung von Karten in kartographischer Modellqualität mit Datenbankverknüpfung der Kartenobjekte unterstützt, ausgereift und in der Praxis realisierbar. Die tatsächliche Umsetzung ist aber nicht allein technologiegetrieben. Sie wird intern wesentlich von der Wirtschaftlichkeit der darauf basierenden Kartenerzeugung sowie extern von den Entwicklungen des Kartenmarktes beeinflusst. Seit längerer Zeit ist aber erkenn-

bar, dass der Umstieg auf eine integrierte GISVIS-Produktionsumgebung mehr oder weniger alternativlos ist, wollen die gewerblichen Kartenerzeuger ihre Marktposition behaupten.

Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie für die Unterstützung des FuE-Kooperationsprojektes im Rahmen des Förderprogramms „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“.

Literatur

- ASCHE, H. (2009), Der Atlasbaukasten: nachhaltiges Produktionskonzept im Geoinformationszeitalter? Eine Bestandsaufnahme. *Kartographische Nachrichten* 59 (1), 3-12.
- ASCHE, H. & ENGEMAIER, R. (2012), From concept to implementation: web-based cartographic visualisation with CartoService. In: MURGANTE, B., GERVASI, O., IGLESIAS, A. TAINAR, D. & APDUHAN, B. (Eds.), 12th International conference on computational science and its applications (ICCSA 2012). *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Berlin/Heidelberg, 2, 414-424.
- ASCHE, H. & ENGEMAIER, R. (2011), The Atlas Toolbox: Concept and development of a rule-based map component for a GIS-VIS production environment. In: RUAS, A. (ed.), *Advances in Cartography and GIScience. Selection from ICC 2011 Paris. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Springer, Berlin/Heidelberg, 1, 147-159.
- BENNETT, J. (2010), *OpenStreetMap. Be your own cartographer*. Birmingham.
- BUCKLEY, A., FRYE, C. & BUTTENFIELD, B. (2005), An information model for maps: towards cartographic production from GIS databases. Mapping approaches into a changing world. Proc. 22nd Intern. Cartogr. Conference A Coruna [CD-ROM], Jul. 9-16, International Cartographic Association, A Coruna.
- GEODRESSING (2013), <http://www.geodressing.de> (01.02.2013).
- LORIK (2013), Lorik software. Advanced solutions for mapping projects. http://www.lorienne.com/English/Software_LorikSoftware_LorikSoftware.php (01.02.2013).
- MONMONIER, M. & JOHNSON, B. B. (1991), Using qualitative data-gathering techniques to improve the design of environmental maps. In: RYBACZUK, K. & BLAEMORE, M. (eds.), *Mapping the nations. Proceedings 15th Conference International Cartographic Association (ICC 1991)*, London, 1, 364-373.
- PERKINS, B. (2010), Have you mapped your data today? *Computer world online* [online]. http://computerworld.com/s/article/350588/Have_You_Mapped_Your_Data_Today (01.02.2013).
- SCHUMANN, H. & MÜLLER, W. (2000), *Visualisierung. Grundlagen und allgemeine Methoden*. Heidelberg.