

## Perspektiven für die kartographische Animation

WOLF-DIETER RASE

Die Beiträge in diesem Band spiegeln den aktuellen Stand der kartographischen Animation für viele Anwendungsbereiche, mit unterschiedlichen Zielsetzungen und Zielgruppen und einem weiten Spektrum der technischen Realisierung wieder. Doch wie sind die Perspektiven für die Zukunft der kartographische Animation? In den folgenden Abschnitten wird versucht, einige Trends zu beschreiben, mit der notwendigen Vorsicht, die bei allen Prognosen angebracht ist.

### 16.1 Hardware

Denken wir zurück, welche Rechner wir vor fünf oder zehn Jahren an unserem Arbeitsplatz zur Verfügung hatten. 1990 war das ruckfreie Abspielen von Animationssequenzen aus einer Datei nur über eine Hochleistungs-Workstation mit schnellem Graphik-Subsystem möglich. Die mit Rechnerunterstützung erzeugten Animationen wurden meistens auf Videoband gespeichert, weil die Durchsatzgeschwindigkeit und die Speicherkapazität der arbeitsplatznahen Rechner nicht zur Vorführung der Animationen ausreichten. Die Berechnung der Einzelbilder, selbst für kleinere Sequenzen, dauerte noch Tage oder sogar Wochen, wenn nicht ein Hochleistungsrechner in einem Rechenzentrum in Anspruch genommen werden konnte.

Fünf Jahre später genügte dann schon ein schneller Intel-Rechner mit guter Graphikkarte zur Vorführung der Animation. Die Bildberechnungen wurden erheblich schneller ausgeführt, auch auf dem Arbeitsplatzrechner. Auf der anderen Seite waren auch die Ansprüche gestiegen, etwa an die realitätsnahe Darstellung von dreidimensionalen Szenen, mit entsprechender Auswirkung auf die Rechenzeit für die Erzeugung der Bilder. Heute die Arbeitsplatz- und Notebook-Rechner so leistungsfähig, daß nicht nur die Animationssequenzen direkt abgespielt, sondern auch in akzeptabler Zeit erzeugt werden können. Natürlich können die Ansprüche nicht so hoch sein wie bei kommerziellen Produktionen, etwa *Toy Story* oder *Titanic*, die erheblich höhere Bildauflösung und nahezu fotorealistische Darstellung der Szenen erfordern.

Der Trend in der Geschwindigkeitszunahme der Hardware wird sich in der nächsten Dekade noch mit der gleichen Intensität fortsetzen wie in den vergangenen

Jahren. Im Jahr 2000 sind Rechner der x86-Familie von Intel und anderen Firmen mit Taktfrequenzen von 1 GHz und mehr auf dem Markt. Die Grenzen für die Geschwindigkeit der jetzt verwendeten Halbleitertechnik werden nach Ansicht der Experten etwa in den Jahren 2012 bis 2015 erreicht sein, wenn die Breite der Leiterbahnen und die Fläche der Transistoren aus physikalischen Gründen nicht mehr verkleinert werden können.

Der Durchsatz der Prozessoren wird weiter gesteigert durch spezialisierte Befehle für Graphik und Multimedia, wie sie in den x86-Prozessoren in mehreren Versionen (MMX, MMX II, 3Dnow!) bereits realisiert ist. Ein weitere Möglichkeit ist die zunehmende Überlappung und Parallelisierung der internen Verarbeitung im Prozessor, gekennzeichnet durch Begriffe wie *pipelining*, *superscaling*, *multistaging*, *multiple issue*, *VLIW*, *out-of-order execution*, *branch prediction* oder *speculative execution* (Liste fast beliebig erweiterbar). Prozessoren mit 64-bit-Architektur sind schon einige Jahre in Workstations verfügbar, etwa die Alpha-Familie von Compaq/Digital oder die 64-bit-CPU's der Firmen Hewlett-Packard und MIPS. Die 64-bit-Familie von Intel (IA64) wird im Jahr 2000 den Markt erreichen und einen weiteren Leistungszuwachs am oberen Ende der Arbeitsplatzrechner bringen.

Neue Rechnerarchitekturen sind in der Entwicklung, etwa der RAW-Mikroprozessor des Massachusetts Institute of Technology (MIT). Durch viele Recheneinheiten auf einem Chip und Änderung der Kommunikationspfade zwischen den Recheneinheiten unter Programmkontrolle erhofft man sich die weitere Zunahme der Rechenleistung, wenn in einem Jahrzehnt die physikalischen Grenzen der heute verwendeten Halbleitertechnik erreicht werden (Agarwal 1999).

Die Peripheriegeräte, unter anderem Graphikkarten, Graphik-Subsysteme, Speicher- und Kommunikationsgeräte, profitieren gleichermaßen von der Geschwindigkeitserhöhung, Verkleinerung und Verbilligung der elektronischen Komponenten. Im Jahre 2000 stehen Graphikkarten für Arbeitsplatzrechner zur Verfügung, die pro Sekunde 15 Millionen 3D-Dreiecke einschließlich Textur und Beleuchtung darstellen können. Damit sind theoretisch Echtzeit-Animationen mit 25 Bildern/sec von Szenen aus etwa 500 000 Dreiecken realisierbar. Diese Zahl wird in der praktischen Anwendung so gut wie nie erreicht, weil die anderen Systemkomponenten nicht in der Lage sind, diese Menge von Dreiecken anzuliefern.

Der Primär- und Sekundärspeicher wird schneller und billiger. Neue Aufzeichnungstechniken wurden entwickelt, etwa DVD mit der Möglichkeit der Speicherung eines mehrstündigen Spielfilms oder anderer Informationen ohne Medienwechsel. Die Geschwindigkeit auf den Kommunikationspfaden wird ebenfalls weiter zunehmen, zum Beispiel aufgrund größerer Bandbreiten bei den Übertragungsverfahren, neuen Kommunikationsprotokollen und schnelleren Internet-Servern. Davon werden vor allem die Anwender profitieren, die größere Datenmengen über Internet/WWW übertragen, etwa Dateien mit Animationssequenzen.

Mit der Zunahme der Geschwindigkeit und der Speicherkapazität und der Verbilligung der Komponenten werden weitere technische und wirtschaftliche Hindernisse für den Einsatz von multimedialen, animierten und interaktiven Karten fallen.

Die Leistungszunahme wird allerdings zum Teil durch höhere Ansprüche an die Qualität des Bildes (Fotorealismus), die Nachfrage nach längeren Sequenzen mit höherer Auflösung und die Integration von akustischen Informationen (Soundtrack) wieder aufgezehrt. Nach wie vor gilt das Wortspiel, daß die Software schneller langsamer wird als die Hardware schneller.

## 16.2 Software

Animationssequenzen lassen sich relativ einfach durch Reihung von Einzelbildern mit allgemeinen Programmen für Graphik und Kartographie zusammenstellen. In dem Kapitel von Dransch und Rase über Animationssoftware sind eine Reihe von Programmen aufgeführt, mit denen die Modelle der Szenen, die Reihenfolge und der Abstand der Bilder entlang der Zeitachse und die Integration des Audiokanals komfortabel auf dem Arbeitsplatzrechner erzeugt werden können. Solche Zusammenstellungen von Software sind relativ kurzlebig, deshalb ist es durchaus möglich, daß das eine oder andere Programm nicht mehr auf dem Markt ist, wenn ein Interessent diesen Text liest. Manchmal müssen die technischen Inhalte, die Funktionen und selbst die Existenz von Programmen hinter dem Produktmarketing oder der Firmenpolitik zurückstehen, was Prognosen nicht gerade erleichtert. Allgemeine Graphikprogramme und integrierte Programme für Animationen wird es in neuen Versionen mit erweiterten Fähigkeiten weiter geben. Die am Markt erfolgreichen Produkte zur Erzeugung von Animationen werden ausreichend Erträge erwirtschaften, um die Software weiter auszubauen und sie mit erweiterten Funktionen für die Erstellung von Animationssequenzen zu versehen.

Ein bisher noch unvollkommen abgedeckter Bereich der kartographischen Visualisierung ist die Erzeugung von Animationen mit den Werkzeugen in den Software-Paketen für Geo-Informationssysteme. Schlimm hat in seinem Beitrag zum Internet/WWW auf die Bemühungen der Software-Hersteller hingewiesen, mit zusätzlichen Funktionen die Karten in einem Geo-Informationssystem mit Hilfe des World Wide Web (WWW) beim Anwender sichtbar zu machen, etwa durch Karten-Server, Java-Applets, Viewer oder Browser-Zusätze. Wenn die technischen Probleme für die statischen Karten im WWW gelöst sind, werden auch Animationsfunktionen realisiert werden. Je nach Bedarf und Leistungsfähigkeit der Server, der Kommunikationswege und der Rechner beim Anwender werden unterschiedliche Komfortstufen zur Verfügung stehen, etwa mit Interaktionsmöglichkeiten, Soundtrack und Echtzeit-Visualisierung.

## 16.3 Personelle Ressourcen

Ein größerer Engpaß als die Hardware und Software sind die personellen Ressourcen für die Herstellung von kartographischen Animationen. Die Hardware wird immer preiswerter, die anteiligen Kosten der Software verringern sich durch die größere Verbreitung aufgrund der billigeren Hardware. Schnellere Hardware und bessere Software sind manchmal eine partielle Substitution, aber kein vollständiger Ersatz

für Humankapital, für Menschen, die mit der Hardware und Software kartographische Produkte erzeugen sollen. Die Herstellung von kartographischen Animationen erfordert gleichermaßen Kompetenz in Geographie und Regionalwissenschaften, in Kartographie und Visualisierung, in Mediennutzung und Informationstechnik, eine noch seltene und deshalb auf dem Markt sehr begehrte Kombination.

Die Einrichtung beziehungsweise der Ausbau des Studienganges Geo-Informatik an mehreren deutschen Hochschulen sollen unter anderem die personellen Ressourcen für diese Anwendungsgebiete schaffen bzw. verstärken. Die Nachfrage nach bedarfsmäßig ausgebildeten Spezialisten wird dennoch auf absehbare Zeit größer sein als das Angebot, daraus folgend die graphische und kartographische Gestaltung wahrscheinlich schlechter als die technischen Möglichkeiten, oder beides. Auf jeden Fall sind fortgeschrittene Methoden und Techniken der kartographischen Visualisierung einschließlich der Animation ein zukunftsträchtiges Arbeitsfeld für Geographen, Kartographen und andere Geowissenschaftler, wie auch Müller und Grebe in ihrem Beitrag über Lingo anmerken.

In diesem Zusammenhang muß auf die unterschiedliche Dauer der Innovationszyklen von Hardware, Software und Personal hingewiesen werden. Im Bereich der Hardware rechnet man mit einem Zeitraum zwischen zwei und fünf Jahren, je nachdem, was als Innovation definiert wird. Für die Innovation der Software sind fünf bis zehn Jahre anzusetzen. Es nimmt mehr Zeit in Anspruch, bis die neuen Möglichkeiten der Hardware in die Software umgesetzt sind oder sich die Aufwendungen für die Einführung neuer Betriebssysteme und Anwendungsprogramme beim Endbenutzer amortisiert haben, einschließlich der Kosten für die Weiterqualifikation der Mitarbeiter. Beim Personal muß man mit zehn bis zwanzig Jahren Innovationszeit rechnen, unter anderem, weil das Ausbildungssystem auf allen Ebenen nur mit mehrjähriger Verzögerung auf die Veränderungen des Marktes reagieren kann.

## 16.4 Theoriebedarf für Multimedia-Kartographie

In den Beiträgen dieses Buches werden an einigen Stellen Empfehlungen für die visuelle Gestaltung von Animationen gegeben, am ausführlichsten bei Loibl und Mayer. Diese Empfehlungen resultieren in erster Linie aus den persönlichen Eindrücken und Erfahrungen der Autoren mit den Nutzern von kartographischen Animationen, weniger auf der systematischen Bearbeitung der Gesetzmäßigkeiten der Kommunikation über multimediale, animierte und interaktive Karten. An verschiedenen Stellen in der Literatur werden Aspekte der Animationsmethoden, der Anwendungsbereiche, der Gestaltung, der Legende und der dynamischen Variablen behandelt und über Wahrnehmungsuntersuchungen zur Wirkungsweise von Animationen berichtet (Buziek 1998, DiBiase et al 1991, Dorling 1992, Dransch 1997, MacEachren und DiBiase 1991, Kraak und Klomp 1995). Doch gibt es noch kein umfassendes Regelwerk zur Erstellung und Gestaltung von kartographischen Animationen.

Buziek berichtet in seinem Beitrag über neuere Forschungsergebnisse der Kommunikationswissenschaften, die auf die Erfassung von Graphiken und Karten angewendet werden. Darauf aufbauend definiert er Prinzipien für die Gestaltung von

Karten der „neuen Art“. Diese Erkenntnisse bilden auch die Grundlage für die Erstellung und Nutzung von kartographischen Animationen. Diese Ansätze müssen weitergeführt, in der praktischen Anwendung überprüft und die Ergebnisse an Beispielen demonstriert werden, wie das Buziek in seinem Beitrag versucht hat.

Die neuen Verfahren und Techniken der Visualisierung durch bewegte Bilder müssen ihren primären Zweck erfüllen, nämlich die Verbesserung der Informationsübermittlung und der kartographischen Kommunikation. Bisher hat man manchmal den Eindruck, daß viele Animationen Spielzeuge für „Technikfreaks“ sind. Auf diese Gefahr der falschen und inadäquaten Anwendung der Technik wird in mehreren Beiträgen hingewiesen.

Bertin (1967, 1974) hat mit seiner *Graphischen Semiologie* ein konsistentes und leicht merkbares Theoriegebäude für die Nutzung der visuellen Variablen in Graphiken und Karten geschaffen. Als Bertin die Regeln der Graphischen Semiologie formulierte, waren animierte Karten wegen des hohen Produktionsaufwandes sehr selten und interaktive Karten nur in Anwendungen möglich, bei denen die Kosten nur eine untergeordnete Rolle spielten, etwa für die Flugsicherung oder die Landesverteidigung. Im Prinzip gelten die gleichen Grundsätze für die Anwendung der visuellen Variablen für gedruckte Karten wie für die Einzelkarten in kartographischen Animationen. Die Präsentation am Bildschirm, die schnelle Abfolge der Einzelbilder auf der Zeitachse, die raumzeitlichen Veränderungen, die Ergänzung der Graphik durch zeitsynchrone akustische Informationen (Soundtrack) und die Möglichkeit der interaktiven Steuerung der Vorführung haben die technischen Voraussetzungen und die wirtschaftlichen Randbedingungen für die kartographische Kommunikation verändert.

Es besteht Forschungsbedarf zur Frage, wie die neuen technischen Möglichkeiten in das Theoriegebäude eingebracht und die Graphische Semiologie um multimediale, animierte und interaktive Karten erweitert werden kann. Die Theorie muß weiterentwickelt werden, damit in der visuellen Gestaltung und damit in der kartographischen Kommunikation der gleiche Fortschritt erreicht wird wie in der technischen Unterstützung und in der Wirtschaftlichkeit der Herstellung von kartographischen Animationen.

## 16.5 Literatur

- Agarwal, A (1999) RAW computation. In: Scientific American, August 1999, 44-47
- Bertin, J (1967) *Sémiologie Graphique*. Mouton, Paris
- Bertin, J (1974) *Graphische Semiologie*. Diagramme, Netze, Karten. de Gruyter, Berlin
- Buziek, G (1997) The design of a cartographic animation – experiences and results. In: Proceedings of International Cartographic Conference, Stockholm
- Buziek, G (1998) Wahrnehmungstheoretische Grundlagen, Gestaltungsprinzipien und Beispiele für die animierte kartographische Visualisierung eines Überflutungsprozesses. In: Workshop-Dokumentation Hypermedia im Umweltschutz, FAW, Metropolis-Verlag

- DiBiase, D, MacEachren, AM, Krygier, J, Reeves, C, Brenner, A (1991) Animated cartographic visualization in earth system science. In: Proceedings of the 15th International Cartographic Conference, Bournemouth, Vol. 1, 223-232.
- Dorling, D (1992) Stretching space and splicing time: from cartographic animation to interactive visualization. In: Cartography and Geographic Information Systems, Vol. 19, No. 4, 215-227
- Dransch, D (1997) Medienpsychologische Aspekte beim Einsatz von Multimedia in GIS. In: Kartographische Schriften, Band 2, Kirschbaum Verlag, Bonn
- Kraak, MJ, Klomp, A (1995) A classification of cartographic animations: Towards a tool for the design of dynamic maps in a GIS environment. In: International Cartographic Association (Ed.), Proceedings of the seminar on teaching animated cartography, 29-36
- MacEachren, AM, DiBiase, D (1991) Animated maps of aggregate data: conceptual and practical problems. In: Cartography and Geographic Information Systems, Vol. 18, No. 4, 221-229