

# Klimatatenvisualisierung auf mobilen Endgeräten mit DAB

Dipl.-Systemwiss. Ralf Kunze, Universität Osnabrück  
Cand.-Math. Dorothee Langfeld, Universität Osnabrück  
Dipl.-Math. Patrick Fox, Universität Osnabrück  
Prof. Dr. Oliver Vornberger, Universität Osnabrück

## Kurzfassung

Interaktive und dynamische Darstellungen von Wetterprognosen sollen in Zusammenarbeit mit der Digitalradio-Nord GmbH mittels DAB für mobile Endgeräte verfügbar gemacht werden. Wir geben daher zunächst eine kurze Einführung, wie eine dynamische und interaktive Darstellung einer Wetterprognose aussehen kann. Hauptproblem für die Darstellung auf mobilen Endgeräten ist die Datenübertragung. Wir haben uns für DAB (*Digital Audio Broadcast*) entschieden. Hierbei sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen, wie z.B. Datenmenge, Fehlerkorrektur oder die Verfügbarkeit geeigneter Endgeräte.

## 1 Einleitung

Wettervorhersagen spielen in vielen Bereichen eine wichtige Rolle. So ist die Planung von Veranstaltungen oder Bauvorhaben, die Einschätzung der kommenden Verkehrslage und vieles mehr vom Wetter abhängig. Auch sonst spielt im alltäglichen Leben das Wetter eine wichtige Rolle.

Dies ist der Grund, warum in keiner Zeitung ein Wetterbericht fehlen darf und in den Nachrichten unterschiedlicher Medien immer eine Wettervorhersage vorhanden ist. So sind auch im World Wide Web viele Seiten mit Wetterinformationen und -vorhersagen vorhanden.

Die meisten Darstellungen von Wettervorhersagen haben jedoch erhebliche Defizite. Zum Einen sind sie meist nur minimal grafisch aufbereitet und zum Anderen sind sie nicht für jedermann überall verfügbar. Daher wurde am Institut für Informatik an der Universität Osnabrück eine Technik entwickelt, mit der es möglich ist, eine Wettervorhersage interaktiv und dynamisch darzustellen und sie auf verschiedene Wege verfügbar zu machen.

## 2 Status Quo

Wettervorhersagen werden in aufwändigen Simulationsmodellen errechnet und bestehen aus einem Raster mit den errechneten Werten zu bestimmten Zeitpunkten. Solche umfangreichen Daten sind ohne eine weitere Aufbereitung kaum zu erfassen. Daher werden in der Regel statische Karten gewählt, in die die wesentlichen Merkmale eingezeichnet werden

(z.B. große Städte oder Flüsse). Darauf werden großflächig Piktogramme eingezeichnet, die das Wetter zu einem bestimmten Zeitpunkt charakterisieren sollen. Nur wenige Anbieter versuchen sich in der Darstellung von Isobaren und Isoflächen, welche zumindest einen etwas besseren Überblick über die Wettersituation geben. Einige bieten sogar mittels animierter GIF-Grafiken eine Animation über die Zeit an, so dass die künftige Entwicklung des Wetters deutlicher wird.

Den heutigen Möglichkeiten wird eine solche Aufbereitung aber nicht gerecht. So kann man die Grafiken oder Animationen nicht verlustfrei vergrößern oder sich eine Kombination aus unterschiedlichen Wetterfaktoren (Temperatur, Luftdruck, Bewölkung, etc.) und Geoinformationen erstellen. Ausserdem fehlt eine zeitliche Komponente, so dass man erkennen kann, wie sich z.B. das Wetter in Zukunft ändern wird.

## 3 SVG Web Mapping

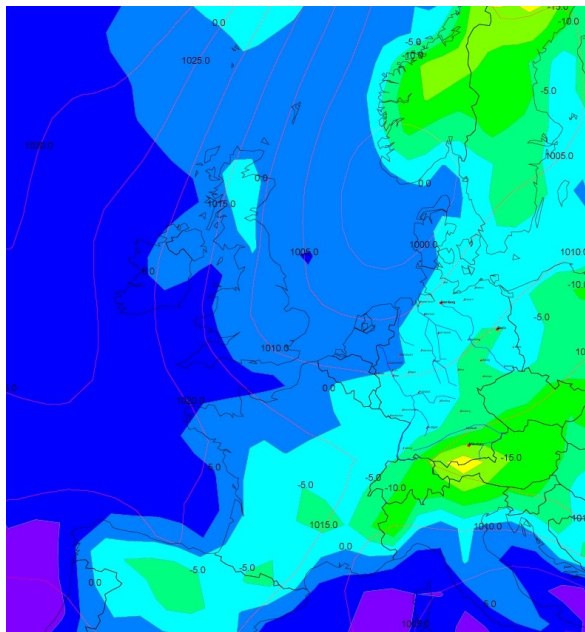
An der Universität Osnabrück wurde eine Software entwickelt, mit der aus georeferenzierten Daten eine SVG Web Mapping Applikation erstellt werden kann [1]. *Scalable Vector Graphics* (SVG) ist ein auf XML basierendes Vektorgrafik Format [2], welches es erlaubt, Grafiken verlustfrei zu vergrößern und Interaktionen mit dem Benutzer ermöglicht. Zudem ist das SVG Format sehr platzsparend und daher schnell und einfach zu übertragen.

Um die SVG Web Mapping Applikation zu erstellen, werden Geoinformationen aus ESRI Shapefiles, der quasi Standard für geographische Daten, ausgelesen. In den Shapefiles liegen die Informationen bereits in

vektorisierter Form vor, was die Darstellung in SVG vereinfacht. Beim Erstellen der Applikation kann über ein einfach strukturiertes Konfigurationsfile das Erscheinungsbild der Web Mapping Applikation beeinflusst werden. Die einzelnen Geoinformationen können desweiteren in getrennten Layern abgelegt werden. In der fertigen Web Mapping Applikation können dann die einzelnen Layer getrennt voneinander selektiert werden. Dadurch kann der Betrachter genau die Informationen auswählen, die für ihn von Interesse sind.

Neben den ESRI Shapefiles können auch GRIB-Files eingebunden werden. Grib-Files werden international genutzt, um Klima- und Wetterdaten zu speichern und untereinander auszutauschen. Diese Dateien enthalten ein regelmäßiges Raster, wobei für jeden Rasterpunkt die geographischen Koordinaten bekannt sind. Für jeden Punkt werden dann verschiedene Werte abgespeichert, wie z.B. die Temperatur oder der Luftdruck. Bei der Erstellung der Web Mapping Applikation werden diese Rasterdaten vektorisiert und in Isobaren und -flächen umgewandelt. Wie bei anderen geografischen Informationen kann man auch hier die Darstellung frei konfigurieren und in einzelnen Layern anordnen.

Neben der Aufteilung in einzelne Layer kann auch eine zeitliche Komponente berücksichtigt werden. Dies ist insbesondere für die Wetter- und Klimadaten wichtig, da gerade hier der Verlauf über die Zeit Aufschluß über zukünftige Entwicklung gibt [3].



**Abbildung 1: Temperatur und Luftdruck über Europa**

Die erstellte SVG Web Mapping Applikation kann im Internet verfügbar gemacht werden. Ein Betrachter be-

nötigt dann lediglich einen Webbrowser und das SVG Plugin von Adobe, um sich die Applikation anzuschauen.

Für den Einsatz von DAB wurde ein Prototyp entwickelt, mit dem die Übertragung der Daten getestet werden kann.

## 4 Übertragung der Daten

Eine Wettervorhersage über die SVG Web Mapping Applikation ist allen Internetnutzern komfortabel zugänglich. Allerdings wird das Internet zur Zeit eher stationär genutzt. Die Kosten einer Datenübertragung für mobile Endgeräte sind noch zu hoch, als das sich die SVG Web Mapping Anwendung für den mobilen Einsatz lohnen würde. Ausserdem sollte eine solche multimediale Wettervorhersage auch für Nutzer erreichbar sein, die weder über ein Handy noch über einen PC mit Internetnutzung verfügen, aber eine multimediale Wettervorhersage z.B. im Wohnzimmer betrachten wollen. Hierzu sollen in Zukunft Endgeräte entwickelt werden, die die Daten empfangen und anzeigen können.

Daher wurde als weiterer Verbreitungsweg DAB (*Digital Audio Broadcast*) gewählt.

### 4.1 DAB Grundlagen

DAB ist ein digital ausgestrahltes Radioprogramm, das nur mit entsprechend ausgestatteten Geräten empfangen werden kann. Neben Sprache und Musik in CD-Qualität können auch Bilder und Texte empfangen werden, so z.B. Stau- und Umleitungsmeldungen oder auch Hintergrundinformationen zum laufenden Radioprogramm. Die Dienste werden in der Regel über das Radio oder einen zusätzlichen Bildschirm empfangen. Empfänger für PCs sind aber ebenso vorhanden.

In Deutschland beträgt die Sendeabdeckung ca. 80 Prozent [4], wobei oftmals die Sendeleistung noch zu gering ist. Im Jahr 2006 soll jedoch die Sendeleistung stark angehoben werden, so dass auch der Inhouse-Empfang verbessert wird. Laut Empfehlung einer EU-Kommission soll bis zum Jahr 2010 der analoge Hörfunk durch den digitalen ersetzt werden [5], allerdings zeichnet sich bereits jetzt ab, dass dieser Zeitplan nicht einzuhalten ist [6]. Deutschland hat sich jedoch verpflichtet, bis zum Jahr 2010 den analogen Hörfunk abzuschalten.

Neben der reinen Audioübertragung als MP2 Stream gibt es noch andere DAB-Übertragungsarten. Mittels TMC (Traffic Message Channel) werden kodierte Ver-

kehrsinformationen übertragen. Mit DLS (Dynamic Label Service) werden Zusatzinformationen zur laufenden Radiosendung übermittelt, wobei maximal 128 Zeichen pro Nachricht übertragen werden können [7].

Für uns wichtig ist das MOT (Multimedia Object Transfer Protocol), mit dem beliebige Daten im Push-Broadcast Verfahren an den Empfänger übertragen werden können. Die Daten können entweder programmbegleitend in einem MP2 Stream verschickt werden (PAD, Program Associated Data) oder aber auch als reiner Datenkanal (N-PAD).

Der Vorteil der digitalen Übertragung liegt in der Übertragungssicherheit. So ist ein störungsfreier Empfang bis 400 km/h (im Transrapid nachgewiesen) möglich, es kann eine sehr gute Klangqualität erreicht werden und die Frequenzen können besser genutzt werden als beim digitalen Radio. Dies wird durch die Zusammenfassung mehrerer Sender zu einem Ensemble (auch Multiplex genannt) möglich. In einem Ensemble können etwa fünf bis neun Programme gemeinsam übertragen werden bei einer maximalen Übertragungsrate von 1.7 Mbit/s.

## 4.2 Der Prototyp

Durch Kooperation mit der Digitalradio-Nord GmbH, Betreiber des DAB Sendernetzes in Niedersachsen, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein, verfügen wir über einen Daten-Stream von zwei kBit/s, mit dem wir die Übertragung größerer Datenmengen testen können.

Zur Zeit existieren am Deutschen Markt keine mobilen Geräte, die DAB empfangen können. Im PC Bereich stehen lediglich Geräte zur Verfügung, die über USB an einen PC angeschlossen werden [8]. Daher haben wir zunächst einen Prototypen entwickelt, der die grundlegende Machbarkeit des Projektes zeigt. Dieser Prototyp empfängt die Daten über einen DAB Decoder von Terratec. Die empfangenen Daten werden auf einem PC gespeichert und dann mit einem Java Programm angezeigt.

Zur Darstellung wird der Batik Viewer verwendet. Dabei handelt es sich um eine Implementation von Apache, um SVG Dokumente anzuzeigen und über den DOM (*Document Object Model*) zu manipulieren [9]. Die Steuerung erfolgt über eine Java GUI, mit der der Benutzer die Karte verschieben, zoomen oder einzelne Layer ein- und ausschalten kann. Je nach Bedarf werden hierbei die erforderlichen Daten neu in das Java Programm geladen.

Die für die Wettervorhersage benötigten SVG Dateien werden über DAB empfangen und auf der Festplatte des Rechners gespeichert. Dem Javaprogramm wird ein Pfad mitgegeben, so dass die Dateien gefunden werden können.

Eine Testausstrahlung verläuft wie folgt:

- Zunächst müssen die SVG-Files auf einen zentralen FTP-Server in Hannover aufgespielt werden.
- Im zweiten Schritt muss mitgeteilt werden, dass sich die Daten geändert haben. Dazu wird eine Webschnittstelle kontaktiert. Nach dem Einloggen werden verschiedene Scripte gestartet, die die Daten vom Webserver zur Ausstrahlung bereitstellen.
- Direkt danach werden die Daten im gesamten Norddeutschen Raum ausgestrahlt.

Es wird deutlich, dass zur Zeit noch relativ viel von Hand übertragen oder gestartet werden muss. Würde man vom Testbetrieb in einen regulären Betrieb umsteigen, sind automatische Verfahren geplant, mit denen die Daten direkt für die Ausstrahlung bereitgestellt werden können.

Der Prototyp erlaubt es zu bestimmen, wie lange eine Datenübertragung dauert und mit welchen Übertragungsfehlern zu rechnen ist.

## 4.3 Machbarkeit

Es steht zur Übertragung der Daten ein zwei kBit Strom zur Verfügung. Innerhalb dieses Datenstroms können beliebige digitale Daten gesendet werden. Zum Empfangen benötigt man lediglich einen Decoder, der die empfangenen Daten auf die lokale Festplatte schreibt.

Hierbei sind verschiedene Punkte zu beachten:

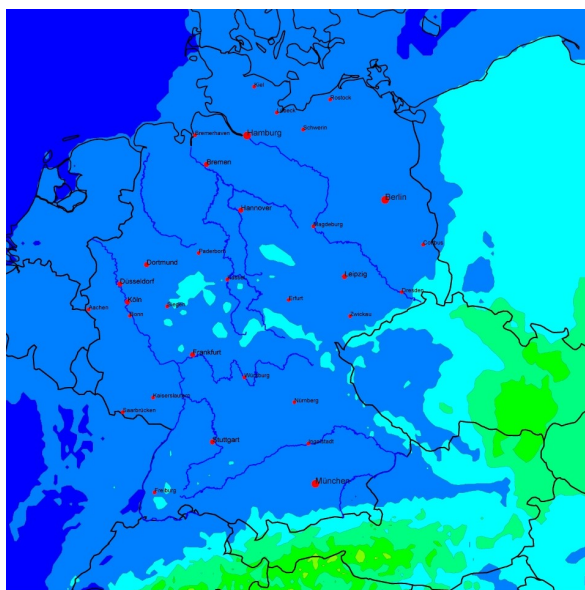
- Wie lange dauert die Datenübertragung einer Wettervorhersage?
- Wie fehlertolerant ist die Datenübertragung?
- Wie könnte man ein Bezahlmodell implementieren?

### 4.3.1 Dauer der Datenübertragung

Für die Darstellung der Wetterprognose müssen nicht alle Daten übertragen werden. Es reicht, die variablen Datensätze immer aktuell zu übermitteln. Statische Daten wären z.B. die Geografie, daher kann man davon ausgehen, dass das Kartenmaterial bereits auf dem Endgerät abgespeichert ist. Es bleiben also die reinen Wetterdaten, die übertragen werden müssen.

In den folgenden Betrachtungen gehen wir von einer 24 Stunden Wettervorhersage für Deutschland mit Werten für die Temperatur aus. Alle anderen Datensätze, wie z.B. Luftdruck, Regenwahrscheinlichkeit etc.) sind ähnlich groß, da sie dem Prinzip nach ähnlich dargestellt werden.

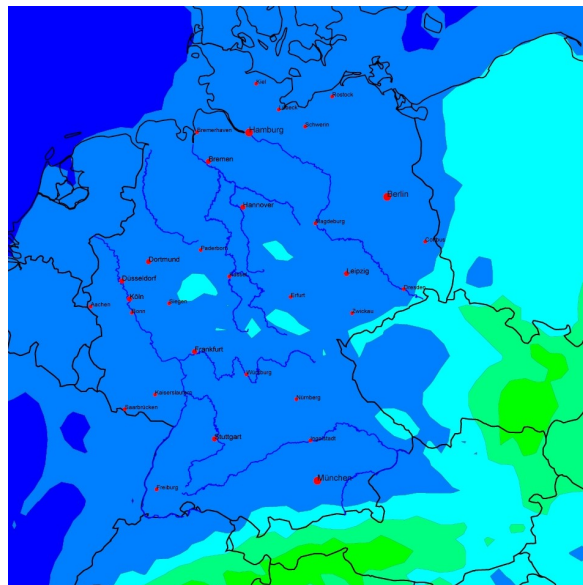
Die Darstellung der Temperatur für einen bestimmten Zeitpunkt nimmt als SVG Datei 2.9 MB in Anspruch. Wenn die Datei komprimiert wird, bleiben davon noch ca 500 Kilobyte übrig. Bei einer 24 Stunden Vorhersage benötigt man 24 solcher Datensätze. Daher folgt, dass man für die Wettervorhersage eines Tages 12 MB benötigt. Nimmt man noch den Luftdruck oder die Regenwahrscheinlichkeit hinzu, käme man auf eine Datenmenge von 36 MB.



**Abbildung 2: Darstellung ohne Generalisierung**

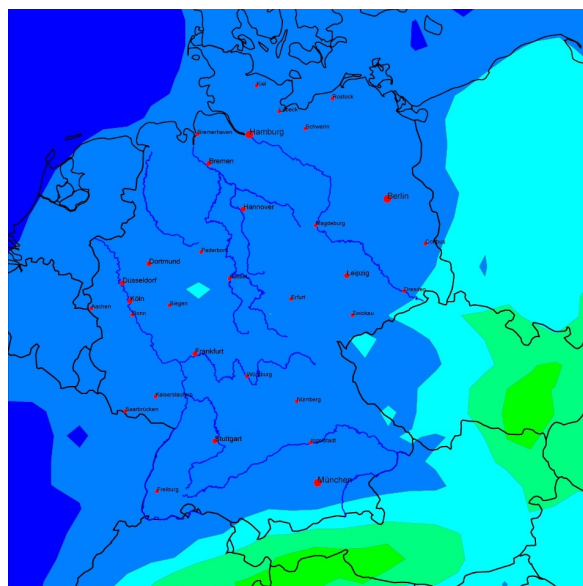
Bei einer Übertragungsrates von zwei Kilobit würde es fast dreieinhalb Tage dauern, bis alle erforderlichen Daten übermittelt wurden, ohne dass eine Fehlerkorrektur berücksichtigt wäre. Die Wettervorhersage wäre also schon veraltet, bevor sie beim Anwender angekommen wäre. Daher muss die Datenmenge reduziert werden. Dazu existieren in der Anwendung, die die Klimadatenvisualisierung erstellt, verschiedene Möglichkeiten. So können die Werte im GRIB-File generalisiert werden. Dabei werden mehrere Werte zu einem zusammengefasst, wodurch die Auflösung sich verringert und die Isolinien weniger Punkte besitzen.

Bei der Darstellung der Wetterdaten, ohne dass hineingezoomt wurde, ist eine Verringerung der Auflösung ohne Probleme möglich, da die höher aufgelösten Daten später hinzugeladen werden. Fasst man hierbei drei mal drei Punkte zusammen, erhält man für die Temperatur gepackt nur noch 9.6 MB, was für eine Übertragung immer noch zu viel ist.



**Abbildung 3: Drei mal drei Punkte zusammengefasst**

Bei einer Generalisierung von sechs mal sechs Punkten in der ersten und drei mal drei Punkten in der zweiten Zoomstufe entstehen insgesamt noch 1.9 MB an Daten, welche bei zwei Kilobit innerhalb von ca 4,3 Stunden übertragen werden könnten. Die Auflösung ist bei diesen Generalisierungsfaktoren immer noch ausreichend. Die Übertragung von drei Datensätzen (Temperatur, Regenwahrscheinlichkeit und Luftdruck) würde knapp 13 Stunden dauern.



**Abbildung 4: Sechs mal sechs Punkte zusammengefasst**

Eine Übertragungsdauer von 13 Stunden ist immer noch recht viel, ist aber bereits in einem akzeptablen

Bereich, wenn man die Dateien einzeln überträgt. So wird die Wettervorhersage nicht komplett übertragen, sondern jeder Datensatz zu jedem Zeitpunkt wird einzeln übermittelt. Dadurch können die bereits geladenen Daten angezeigt werden.

Idealerweise sollte aber die Übertragungszeit minimiert werden. Hierzu gibt es verschiedene Überlegungen:

- Übertragung der GRIB-Files: Die Datenmenge der GRIB-Files selbst würden für die Temperatur bei einer 24 Stunden Prognose 2.7 MB in Anspruch nehmen. Dies wäre zum Einen mehr als bei den fertig berechneten SVG Dateien bei entsprechender Generalisierung, zum Anderen ist die Berechnung der Isolinien sehr aufwändig und erst ab ca 1024 MB Ram und 2 Ghz Prozessor in ausreichender Zeit realisierbar. Da mobile Endgeräte nicht über eine solche Hardwareausstattung verfügen, ist diese Vorgehensweise generell nicht möglich.
- Stärkere Generalisierung: Man könnte die Ausgangsdaten weiter generalisieren. Bei einer höheren Generalisierung leidet aber die Darstellungsgenauigkeit. Hierbei ist abzuwägen, auf welche Endgeräte die Applikation gebracht werden soll. Besitzt das Endgerät nur ein relativ kleines Display, könnte durchaus stärker generalisiert werden.
- Optimiertes Nachladen: Wenn man davon ausgeht, dass bereits eine 24 Stunden Prognose auf dem Gerät vorhanden ist, müßten nicht alle Daten übertragen werden, sondern lediglich die Differenz zwischen dem auf dem Endgerät aktuell vorhandenen Daten und den neu berechneten Daten. Dies müßte ausführlich getestet werden.
- Optimierung der SVG Dateien: Es müßte überprüft werden, ob die SVG Dateien platzsparender aufgebaut werden können. So ist es in SVG z.B. möglich, oft wiederkehrende Elemente einmalig zu definieren und dann immer wieder zu verwenden.

Neben dem Versuch die Datenmenge zu reduzieren wäre es auch denkbar, die Übertragungsrate heraufzusetzen. Zur Zeit sind noch Kapazitäten frei, die zur Übermittlung genutzt werden können. Es ist lediglich eine Kostenfrage, welche Übertragungsrate in Frage kommt.

### 4.3.2 Fehlertoleranz

Grundsätzlich ist eine Fehlerminimierung der Datenübertragung bei DAB nur über ein wiederholtes Ausstrahlen der Daten möglich. Dies liegt an dem Einsatzzweck von DAB, dem Audiostreaming. Sind einzelne Bits nicht korrekt übermittelt worden, gibt es eine

kleine Tonstörung und die Übertragung geht weiter. Einzelne Pakete können also durchaus defekt sein und stören den Gesamtablauf nicht.

Bei der Übertragung von Daten muß aber dafür gesorgt werden, dass sie korrekt übermittelt werden. Daher muß versucht werden, die Fehler zu minimieren. Je nach Endgerätetyp ist dies mehr oder weniger wichtig. Geht man davon aus, dass ein stationäres Endgerät die Daten anzeigen soll, sind keine tiefgehenden Probleme vorhanden. Bei mobilen Endgeräten ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Benutzer nicht immer idealen DAB-Empfang haben wird (Fahrten durch Tunnel, starke meteorologische Einflüsse) und dies nicht über einen Rückkanal melden kann, um die Dateien erneut anzufordern. Daher sind geeignete Übertragungsstrategien zu entwickeln.

Generell ist eine Fehlerkorrektur nur über ein mehrmaliges Versenden der Daten möglich. Hierbei ist zu überlegen, welche Datensätze wie oft übertragen werden sollten. So können z.B. die Daten je nach Relevanz übertragen werden. Dabei würde man z.B. die Übersichtskarten häufiger übertragen als die anderen Daten, um so sicherzustellen, dass zumindest ein grober Wetterüberblick immer gegeben ist.

### 4.3.3 Finanzierung

Die Übertragung von Daten über DAB ist kostenpflichtig, gestaffelt nach der Übertragungsrate. Um flächendeckend einen Service einzurichten, mit dem Wetterprognosen auf mobilen Endgeräten verfügbar gemacht werden können, muss die Finanzierung eines solchen Vorhabens gesichert sein. Es wären zwei Wege denkbar.

Zum Einen könnten die Übertragungskosten von einem Sponsor getragen werden. Vorstellbar wären hier die öffentlich rechtlichen Sendeanstalten, die solche Wettervorhersagen als Bonus zum eigenen Programm einspeisen könnten.

Es ist aber auch ein Bezahlmodell denkbar. So gibt es bereits Conditional Access Systeme für DAB. Unter Conditional Access („bedingter Zugriff“) können nur bestimmte Nutzer auf das Angebot zugreifen.

Dazu wird der Datenstrom nach einer mathematischen Gesetzmäßigkeit verändert, was als Verwürfelung bezeichnet wird. Auf diese Weise empfangene Daten können nicht verarbeitet werden und müssen daher erst wieder decodiert werden. Dabei wird mit einer Verschlüsselung gearbeitet, die z.B. nur mit einer Smartcard entschlüsselt werden kann. Solche Systeme sind z.B. bereits beim Pay-TV Anbieter Premiere im Einsatz.

Auf diese Weise könnte ein monatliches Abonnement an den Nutzer verkauft werden, mit dem die Kosten für den Dienst gedeckt werden könnten.

## 5 Fazit

Wie deutlich wurde, ist die Übertragung einer dynamischen und interaktiven Wetterprognose für mobile Endgeräte möglich. Die Grundkonzepte sind vorhanden und konnten erfolgreich getestet werden. Allerdings gibt es noch Verbesserungsbedarf.

Die Datenmenge muß nach Möglichkeit weiter reduziert werden, damit eine 24 Stunden Wetterprognose schneller übertragen werden kann. Dabei ist darauf zu achten, dass die Qualität der Darstellung nicht unter der Verringerung der Datenmenge leidet. Konzepte dazu wären z.B. eine Wiederverwendung einzelner Komponenten in SVG, so dass sie nur einmal definiert werden müssen, eine Übertragung, bei der nur die Unterschiede zum vorherigen Zeitpunkt übertragen werden oder andere Vorgehensweisen.

Sobald Endgeräte zur Verfügung stehen, sind dafür Implementationen zu erstellen, mit denen solche Wetterprognosen auf dem mobilen Endgerät angezeigt werden können.

## 6 Literatur

- [1] Langfeld, D.: Entwicklung einer SVG Web Mapping Applikation zur Visualisierung von Geoinformationen, 02/2006, Diplomarbeit, <http://www.inf.uos.de/prakt/pers/dipl/dlangfel>
- [2] W3C: Scalable Vector Graphics, 2006, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/Graphics/SVG/>
- [3] Kunze,R.; Mertens,R.;Vornberger,O.: Dynamic and interactive visualization of weather data with SVG, Paper SVGOpen 2005, <http://www.svgopen.org/2005/papers/DynamicInteractiveWeatherData/index.html>
- [4] Digitalradio.de: 2005, Schluss mit Rauschen und knistern, <http://www.digitalradio.de/de/verbreitung/>
- [5] EU Press Release: Commission expects most broadcasting in the EU to be digital by 2010, 05/2005, <http://europa.eu.int/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/05/595>
- [6] Vowe, G; Will, A.: Die Prognosen zum Digitalradio auf dem Prüfstand, 2004, TLM Schriftenreihe

- [7] Riegler, T.: Digital-Radio Alles über DAB, DRM und Web-Radio, 2004, Siebel-Verlag
- [8] Digitalradio West: Endgerätesuche, 2006, [http://www.digitalradiowest.de/c\\_geraetehandel.php](http://www.digitalradiowest.de/c_geraetehandel.php)
- [9] Apache XML Project: Batik Overview, 2005, <http://xmlgraphics.apache.org/batik/>