

Entwicklung des Objektes "Dynamisches Querprofil", Teil II: "Fachliches Modell"

9.122
 Forschungsstelle: IT-Beratung und Dienstleistung in Straßenbau und Bauabrechnung
 Subunternehmer: AKG Software Consulting GmbH / Ingenieurbüro Basedow & Tornow GmbH / RIB Software AG
 Bearbeiter: Feser, B.
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn
 Abschluss: März 2004

1. OKSTRA® Dynamisches Querprofil

"Der Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen OKSTRA® hat das Ziel, ein abgestimmtes, standardisiertes Schema für die Darstellung von Objekten aus allen Bereichen des Straßen- und Verkehrswesens ... und den Austausch dieser festzulegen." Ziel des "Dynamischen Querprofils" für den OKSTRA® ist es, ein Modell zu entwickeln, das den Austausch von Querprofilen zwischen Softwareapplikationen auf fachlicher Ebene ermöglicht. Diese Querprofile können sich Veränderungen in Ausgangsbedingungen dynamisch anpassen und transportieren fachliche Informationen, sodass Fachanwendungen sie eindeutig interpretieren und identifizierte Bestandteile verändern oder austauschen können. Der zweite Teil dieses Forschungsauftrags untersucht fachliche Verfahren und prüft, ob sie in die Praxis umsetzbar sind.

Um dem "roten Faden" folgen zu können, zeigt Bild 1 den zeitlichen Ablauf des Forschungsbereichs "Dynamisches Querprofil aus Sicht des OKSTRA®".

2. Aufgabe FE Teil II: Fachliche Modellierung

Aufgrund der Ergebnisse der Studie "Abbildung von Querprofilen im OKSTRA" ist zuerst die Geometriesprache entwickelt worden, da der fachliche Ansatz als nicht durchführbar und zu aufwändig galt. Weil am Ende des ersten Teils das Ergebnis nicht vollends überzeugen konnte und die Experten sich für die

Zukunft ein noch weitergehendes Konzept gewünscht hatten, ist das fachliche Verfahren in Teil II des Forschungsauftrags zum Tragen gekommen.

Hier soll formuliert werden, wie sich eine Lösung auf fachlicher Grundlage realisieren lässt, die folgende Vorteile hat:

1. Fachliche Benutzeroberfläche: Querprofile, die über den OKSTRA® ausgetauscht werden, können von einem Fachprogramm in einer Oberfläche verändert und verarbeitet werden (Dialoge, Assistenten usw.).
2. Modifikation von Querprofilen: Veränderungen von Bausteinen in Benutzeroberflächen müssen in der Regel nicht über die Geometrie abgewickelt werden, sondern lassen sich über ihre integrierten Eigenschaften (Parameter) schnell ausführen.
3. Austauschen von Bausteinen: Teile eines bereits definierten Querprofils können durch andere ersetzt werden, ohne dabei jedes Mal das gesamte Querprofil neu definieren zu müssen. So ist es bei einer fachlichen Modellierung z. B. ohne weiteres möglich, Teile eines bereits definierten Querprofils, z. B. "Böschung", durch eine andere fachliche Ausprägung, z. B. "Stützmauer" zu ersetzen, ohne dass dadurch die Bezüge dieses Objekts zu seinen Nachbarn im Querprofil verloren gehen.
4. Direkte Beziehung von Bausteinen zu OKSTRA®-Daten: Die Objekte des Fachlichen Baustein-Modells sind in den OKSTRA® eingebettete Objekte, sodass diese direkte Beziehungen zu anderen OKSTRA®-Objekten unterhalten können.
5. Beziehung des fachlichen Verfahrens zur Geometrie: Die Geometrie lässt sich bei diesem Lösungsansatz ohne Probleme ableiten, z. B. von einer entsprechend programmierten Fachanwendung, während eine Ableitung der fachlichen Bedeutungen einzelner Konstruktionsteile beim rein Geometrischen Modell nicht möglich ist.

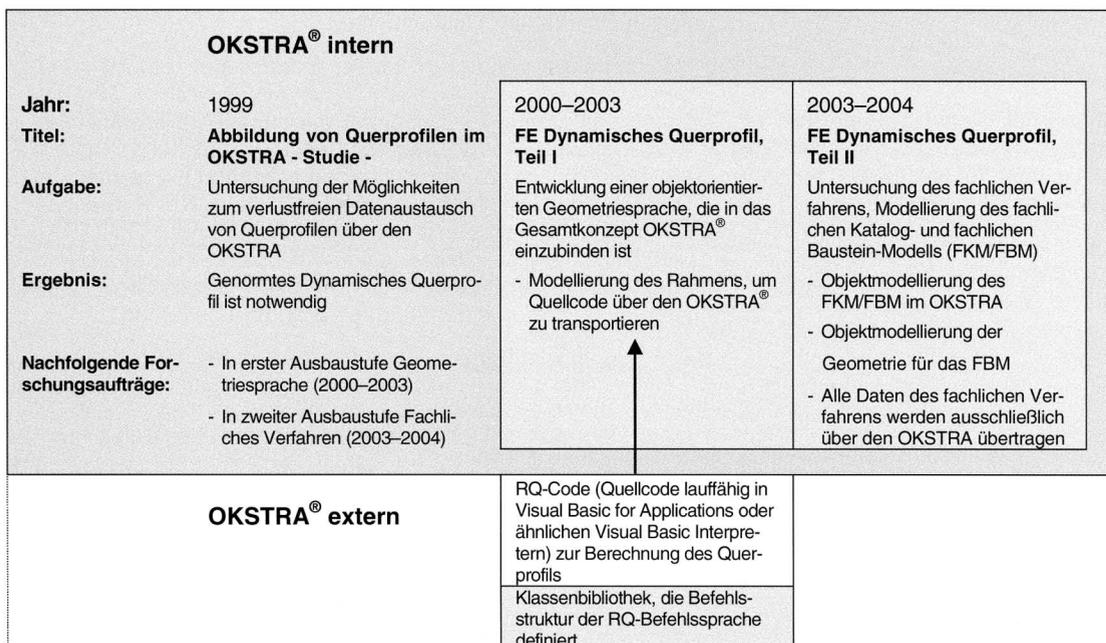


Bild 1:
 Zeitlicher Verlauf des Dynamischen Querprofils (1999)

Für eine fachliche Darstellung bietet sich die Modellierung mit Hilfe von Bausteinen geradezu an. Diese Bausteine bilden – im Gegensatz zu den in der Praxis vorkommenden Querprofilformen – eine endliche Menge und sind in einem überschaubaren - Zeitraum realisierbar. Bausteine sind wieder verwendbar, sie können vom Anwender neu erstellt bzw. der Inhalt vorhandener Bausteine kann vom Anwender modifiziert werden.

2.1 Fachliches Katalog-Modell (FKM)

Das bisher so genannte "Fachliche Vollmodell" stellt exakt die Einzelbausteine zur Verfügung, die zur Bildung aller in der Praxis vorkommenden Querprofile notwendig sind. Der Inhalt der Bausteine ist fachlich eindeutig festgelegt und vom Anwender nicht veränderbar. Der Anwender sucht sich bei der Querprofilserstellung nur die für ihn geeigneten Typen aus dem OKSTRA®-Baustein katalog aus, gibt die entsprechenden Parameter an und braucht neben der Typ-Bezeichnung auch nur diese Parameter zu übergeben. Dieses Modell wird künftig als Fachliches Katalog-Modell (FKM) bezeichnet.

2.2 Fachliches Baustein-Modell (FBM)

Das Fachliche Baustein-Modell (FBM) bezeichnet eine Modellierung konstruktiver Querprofilbausteine, mit denen jeder Anwender Querprofile schnell erstellen und nachträglich leicht ändern kann. Diese leichte Änderung ist auch dann noch möglich, wenn das Projekt bereits mittels OKSTRA® übertragen wurde. Mit den Bausteinen des FBM können außerdem frei vom Anwender definierte Querschnittskonstruktionen mit dem OKSTRA® übertragen werden, ohne dass die fachlichen Definitionen verloren gehen, auch wenn sie mit einer anderen Software erstellt wurden. Einzelne Teile des Querprofils können schnell und einfach vom Anwender ausgetauscht werden (z. B. für eine Böschung soll eine Stützmauer verwendet werden). Das FBM stellt den Rahmen für Bausteine dar. Die Anforderungen an einen Baustein des FBM können sehr umfangreich sein, da alle Erfordernisse der Anwender an ein Querprofil berücksichtigt werden müssen.

Der Ansatz des FBM würde alle Ansprüche an das Dynamische Querprofil hinsichtlich der Flexibilität der Querschnittsgestaltung und des durchgehenden Datenflusses erfüllen. Dazu müssen die Bausteine auch vom Anwender selbst erstellt werden können. Die Methoden der Modellierung müssen für das FBM erarbeitet werden, die Umsetzung und Benutzeroberfläche liefert die jeweilige Anwendungssoftware.

2.3 Definition "Dynamisch" und "Fachlich"

Wenn in diesem Zusammenhang der Begriff "Dynamisch" verwendet wird, bedeutet dies nichts anderes, als dass sich das Querprofil aufgrund externer Begebenheiten anpassen kann; in Bild 2 erfüllt es beispielsweise die Forderung "breitere Fahrstreifen".

Eine fachliche Änderung innerhalb eines Querprofils ist mit einem Austausch von Bausteinen gleichzusetzen; in Bild 3 wird der Böschungsbaustein z. B. durch eine Stützmauer ersetzt.

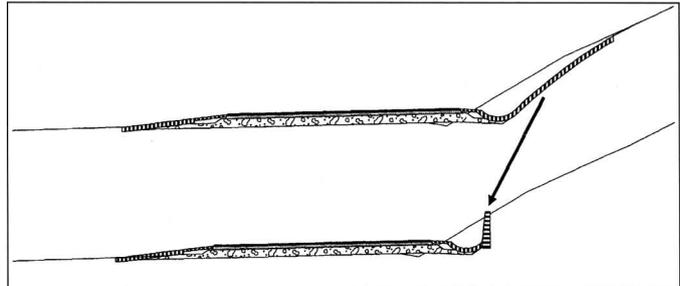


Bild 3: Fachliche Änderung eines Querprofils

3. Modellierung

3.1 Vorbereitung

Untersucht wurde, wie man einen Baustein überhaupt begrifflich fassen kann; außerdem wurden bekannte Bausteine als Grundlage dokumentiert. Diese Bausteine wurden in einem Formular erfasst und katalogisiert. Das Ergebnis dieser Untersuchung dient als Ausgangsbasis für die Modellierung. Eine Analyse der Datenübertragung für das fachliche Verfahren konnte deutlich machen, dass die Modellierung unter Verzicht auf die Verwendung einer Skriptsprache komplett im OKSTRA® durchzuführen ist.

3.2 Realisierung

Da sich gezeigt hat, dass alle einzelnen Bausteine einen sehr ähnlichen Aufbau haben und ähnliche Voraussetzungen erfüllen müssen, besteht das Ergebnis in einer abstrakten Bausteinmodellierung. Diese soll allen Anforderungen an die spezifischen Bausteine, die für ein Querprofil nötig sind, gerecht werden und beschreibt somit das FBM.

Um die praktische Anwendung zu vereinfachen, könnte diese allgemein gültige Form eines Bausteins um genau definierte Bausteine erweitert werden, wobei man dann vom FKM spricht.

Die Analyse hat ergeben, dass beide Modelle (FBM und FKM) der gleichen Modellierung unterliegen, wobei das FBM zusätzlich die Geometrie der Bausteine beinhalten muss und das FKM auf die Übertragung der Geometrie verzichten kann. Somit ist das FKM nur als eine Untermenge des FBM zu sehen. Bild 4 zeigt in vereinfachter Form alle wichtigen modellierten Objekte der FBM und FKM.

Für das FBM wurde ein Objekt "Geometrie" integriert, das aus einer Liste von Objekten "Anweisung" besteht. Um eine leichte Integration in die Fachanwendungen zu ermöglichen, wurde das Objekt "Geometrie" bewusst sehr einfach gehalten und mit einem begrenzten Sprachumfang ausgestattet. Das Objekt "Geometrie" wurde zu 100 % in NIAM beschrieben und entspricht damit den Anforderungen der OKSTRA®-Modellierung. Das Objekt "Geometrie" ist technologiefrei modelliert und kann daher leicht in neue IT-Technologien implementiert werden und mit neuen Standards arbeiten.

3.3 Gesamtkonzept

Einen wichtigen Bestandteil des Konzepts stellt die Überlegung dar, ausschließlich den Austausch von Daten zu beschreiben, die bereits erfolgreich in einem Fachprogramm berechnet wurden. Der Versuch, ein gesamtes Regelwerk für das Dynamische Querprofil aufzubauen, würde zwangsläufig auf Grund der Komplexität scheitern. Somit ergibt sich, dass das Regelwerk im Fachprogramm selbst verbleibt und nur ausreichend Informationen transportiert werden, damit ein zweites "intelligentes" Fachprogramm diese bereits gerechneten Daten lückenlos interpretieren kann.

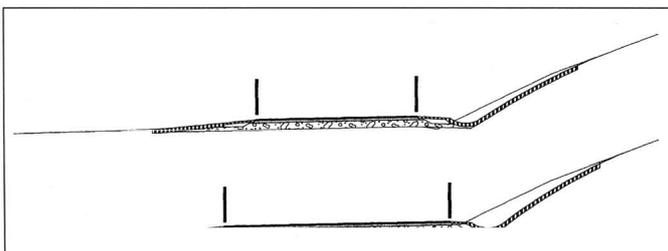


Bild 2: Dynamische Änderung eines Querprofils

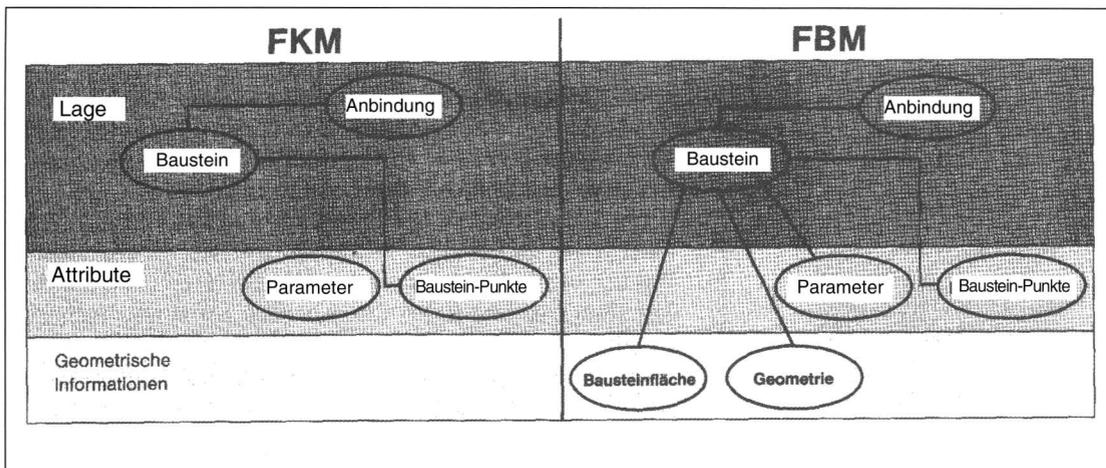


Bild 4: Gegenüberstellung der vereinfachten Modellierung FKM/FBM

In der Praxis wird sich folgender Ablauf ergeben: Eine Fachanwendung I generiert Bausteine und benutzt diese, um Querprofile zu beschreiben. Diese Bausteine werden stationsbezogen in den OKSTRA[®] exportiert und können von einer Fachanwendung II interpretiert werden (Bild 5).

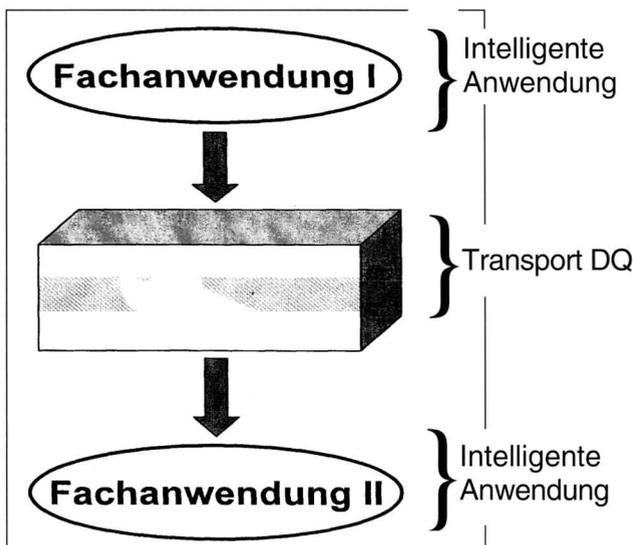


Bild 5: Transport-Bausteine

3.4 OKSTRA[®]-Bausteinkatalog

Regelquerschnitte bauen sich meistens aus einfachen, klar definierten Bausteinen auf (Schichtaufbauten, Bankett, Dammböschungen, Einschnittsböschungen, Planumsknick, Planumsverlängerung usw.). In der Praxis kommt es selten vor, dass spezielle Bausteine eingesetzt werden müssen, die besondere Fähigkeiten haben, um spezielle Geometrien entstehen zu lassen.

Die Idee, einen vordefinierten Katalog mit Bausteinen zu beschreiben, sodass Bausteine ohne die nähere Angabe der Geometrie (Anweisungen) transportiert werden können, sollte in Betracht gezogen werden. Der enorme Vorteil dieses Katalogs besteht in der schnellen und einfachen Umsetzbarkeit des Dynamischen Querprofils mit Bausteinen, da auch kleinere Softwareunternehmen mit einfacheren Fachapplikationen solche über einen OKSTRA[®]-Bausteinkatalog entstandenen Querprofile importieren und exportieren können.

Es muss nur garantiert sein, dass die im Katalog vorhandenen Bausteine vom Fachprogramm verarbeitet werden können. Die zusätzliche Entwicklung eines Interpretationsmoduls für die Geometrie entfällt in diesen Fällen. Es wird angeregt, solch einen

OKSTRA[®]-Bausteinkatalog zu entwickeln, wobei die ersten Schritte in diese Richtung bereits im Prototyping unternommen werden sollten. Dies entspräche dann dem Fachlichen Katalog-Modell. Die OKSTRA[®]-Modellierung für das FKM wurde bereits beim FBM berücksichtigt und ist damit Bestandteil dieses Forschungsergebnisses.

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse des Forschungsauftrags gehen weit über das hinaus, was zu Beginn der Arbeit an diesem Projekt für möglich gehalten wurde, nämlich eine komplett fachliche Modellierung des Dynamischen Querprofils in NIAM und Express,

- die es erlaubt, Querprofile mit dem OKSTRA[®] zu übergeben,
- die sich bei Änderungen der Achslage oder der Gradienten neu berechnen lässt,
- die sich in jeder modernen Fachanwendung an neue Anforderungen anpassen lässt,
- die komplett in die Fachanwendung integriert und bei der keine Programmierung durch den Anwender erforderlich ist.

Die Vorteile der fachlichen Modellierung sind:

1. Integriert in Fachanwendung: Querprofile, die über den OKSTRA[®] ausgetauscht werden, können ohne Programmieraufwand in der Benutzeroberfläche mit den grafisch-interaktiven Werkzeugen einer Fachanwendung (Dialoge, Assistenten usw.) verändert und verarbeitet werden.
2. Fachliche Modifikation von Querprofilen: Veränderungen von Bausteinen in Benutzeroberflächen müssen in der Regel nicht über die Geometrie definiert werden, sondern lassen sich über ihre integrierten Eigenschaften (Parameter) schnell ausführen.
3. Fachliche Änderungen durch Austauschen von Bausteinen: Teile eines bereits definierten Querprofils können durch andere ersetzt werden, ohne dass dabei jedes Mal das gesamte Querprofil neu definiert werden muss. So ist es bei einer fachlichen Modellierung ohne weiteres möglich, Teile eines bereits definierten Querprofils, z. B. "Böschung", durch eine andere fachliche Ausprägung, z. B. "Stützmauer", zu ersetzen, ohne dass dadurch die Bezüge dieses Objekts zu seinen Nachbarn im Querprofil verloren gehen.
4. Einfache Integration in vorhandene Systeme: Alle Standardbausteine sind mit ihrer Geometrie im OKSTRA[®] dokumentiert und damit einfach in Fachanwendungen zu integrieren.
5. Sonderformen in einfachen Objekten: Vom Anwender erstellte Bausteine können mit ihrer Geometrie über das Objekt "Geometrie" mit seinen Objekten "Anweisung" komplett im OKSTRA[®] ausgetauscht werden.

6. Direkte Beziehung von Bausteinen zu anderen OKSTRA®-Objekten: Die Objekte des Fachlichen Baustein-Modells sind selbst OKSTRA®-Objekte, so dass diese direkte Beziehungen zu anderen OKSTRA®-Objekten unterhalten können.
7. Zukunftsorientiert: Durch die konsequente Verwendung von OKSTRA®-Methoden (NIAM und Express) ist das fachliche Modell hersteller- (z. B. Microsoft) und systemunabhängig (Windows und Linux).

5. Zusammenfassung/Schlussfolgerungen

Vor dieser Forschungsarbeit wurde die Studie "Abbildung von Querprofilen im OKSTRA" erarbeitet, die seinerzeit (1999) davon ausging, dass ein fachlich orientiertes Verfahren in einem überschaubaren Zeitrahmen nicht modelliert werden könnte.

Teil I der FA (Geometrisches Modell) hat sich mit der Beschreibung und Realisierung einer Geometriesprache befasst. Auf eine Modellierung dieser Geometriesprache im OKSTRA® (NIAM-Diagramme) wurde verzichtet. Die Funktionalität präsentiert sich mittels eines Prototyps, wobei der Datenaustausch über ein Prototyping noch nicht ausgeführt wurde.

Der vorliegende Teil II realisiert ein fachlich orientiertes Verfahren, das über zwei Modelle alle in der Praxis vorkommenden Querprofile abdeckt und komplett im OKSTRA® modelliert ist, beim Fachlichen Katalog-Modell (FKM) wird ein Katalog der existierenden Querprofilbausteine mit ihrer Geometrie und ihren Parametern im OKSTRA® standardisiert und beschrieben. In den einzelnen Querprofilprogrammen werden diese dann implementiert. Mit dem OKSTRA® müssen dann lediglich

- der Bausteintyp,
- die Verwendung und
- die eingestellten Parameter

übertragen werden. Diese Methode erfordert einen geringen Implementierungsaufwand in den verschiedenen Querprofilprogrammen und kann die meisten der in der Praxis vorkommenden Querprofile abdecken. Eine erste Erfassung und Dokumentation der standardisierten Bausteine könnte im Prototyp des Dynamischen Querprofils vorgenommen werden. Bausteine, die über diesen Katalog hinausgehen, können über Änderungsanträge in den OKSTRA® eingebracht werden.

Für Querprofilbausteine, die nicht im OKSTRA® standardisiert sind, wurde das Fachliche Baustein-Modell (FBM) modelliert. Hierzu wurde das FKM um die Geometrie der Bausteine erweitert. Alle besonderen Bausteine können so über erweiterte Methoden zusammen mit ihrer Geometrie übertragen werden. Mit dem FBM können alle in der Praxis vorkommenden Bausteine, und zwar sowohl die der Planung als auch die der Bauabrechnung, mit OKSTRA®-Methoden übertragen werden.

So konnte das Paradoxon eines Medienbruchs im OKSTRA® durch die Verwendung OKSTRA®-fremder Technologien, hier VBA und Visual Basic, verhindert werden: der OKSTRA® will ja gerade Medienbrüche vermeiden. Die Einschätzung der Experten, dass eine Erweiterung des Forschungsauftrags um die Fachliche Modellierung eine dem OKSTRA® gerechte und Anwendern vorteilhafte Lösung bringen könnte, wurde voll und ganz bestätigt.

Bei der Bearbeitung des Forschungsauftrags wurde zudem festgestellt, dass Bausteine lediglich ihre Konstruktionsmerkmale übertragen müssen, nicht aber die gesamte Konstruktions-"Intelligenz". Diese bleibt vielmehr wie bisher bei der Fachanwendung angesiedelt. Ein Baustein, der gegebenen Anforderungen nicht entspricht, wird dann einfach durch einen anderen Baustein, der diese Anforderung erfüllt, ersetzt. Insgesamt benötigen DQ-Bausteine keine hohe Intelligenz, sodass davon ausgegangen werden kann, dass solche Bausteine von jeder

Fachanwendung implementiert, ausgegeben und automatisch erstellt werden können. Das fördert zudem die Akzeptanz bei Software-Herstellern und -Anwendern, die nicht befürchten müssen, dass über den OKSTRA® ein ungewollter Know-how-Transfer stattfindet.

Eine Überprüfung der Modellierung durch einen Prototyp konnte mit dem vorhandenen Budget des Forschungsauftrags nicht durchgeführt werden. Daher wurde eine Überprüfung der Modellierung an Querprofilen, wie sie typischerweise in der Praxis vorkommen, innerhalb des Forschungsauftrags durchgeführt.

Um eine Systematik zur Verfügung zu stellen, ist die Modellierung der notwendigen Geometrie-Objekte abgebildet. Die exemplarische Beweisführung des Modells an ausgewählten Regelquerschnitten hat aber gezeigt, dass die Leistungsfähigkeit der entwickelten Methodik voll und ganz ausreicht.

Fazit: Mit dem vorliegenden Ergebnis des Forschungsauftrags können alle in der Praxis vorkommenden Querprofile in einer Fachanwendung über Bausteine erstellt, diese mittels OKSTRA® übertragen und nach der Übertragung in einer anderen Fachanwendung wieder neu berechnet bzw. verändert werden. Für eine solche Veränderung muss die jeweilige Fachanwendung lediglich Parameter anpassen oder durch Änderung der Anforderungen unzulänglich gewordene Bausteine durch angemessene ersetzen.

Prototyping

Eine praktische Umsetzung der in diesem Forschungsbericht entwickelten Modellierung konnte, wie oben erwähnt, aus Budgetgründen nicht ausgeführt werden. Wie die Betreuer und Bearbeiter des Forschungsauftrags richtig bemerken, ist es aber für die Implementierung des FKM/FBM unerlässlich, den Beweis mittels eines Prototyps zu führen. Es wird vorgeschlagen, dieses Prototyping in zwei Phasen durchzuführen:

Durchführung eines Datenaustausches mit dem FKM (erste Phase):

- Methoden zum Beschreiben von Bausteinen im OKSTRA®,
- Katalogisierung von Bausteinen,
- Großflächige Beteiligung.

Durchführung eines Datenaustausches mit dem FBM (zweite Phase):

- Definition spezieller Bausteine für das FBM unter Verwendung der Erkenntnisse aus der ersten Phase,
- Anpassung der ermittelten Bausteine für die Belange der Bauabrechnung,
- Zweite Phase mit begrenzter Beteiligung.

Damit das Dynamische Querprofil sobald als möglich anwendbarer Bestandteil des OKSTRA® wird, sollte der zeitliche Rahmen an dieser Stelle eng gefasst werden. Eine Beendigung der ersten Phase in 2005 ist wünschenswert und anzustreben.

Zur Vorbereitung muss die neue Modellierung über das Express-Schema im OKSTRA® integriert sein.

Um innerhalb des zeitlichen Rahmens ein erfolgreiches Prototyping durchzuführen, ist der Umfang des Datenaustausches auf drei Querschnitte zu begrenzen. Dazu sollte die Begrenzung auf drei typische Beispiele für ein Innerorts-, Außerorts- und Autobahn-Querprofil erfolgen. Bevor die benötigten Bausteine von einer zentralen Stelle ausgearbeitet werden, sind die Methoden zur Beschreibung dieses Katalogisierungsvorgangs festzuhalten, damit für die zukünftige Erweiterung des OKSTRA®-Bausteinkatalogs Grundlagen vorhanden sind.

Ferner ist für die Bauabrechnung – hinsichtlich der Einführung des Dynamischen Querprofils in diesem Bereich – die Durchführung der zweiten Phase des Prototyping notwendig. □