



Bundesamt für
Kartographie und Geodäsie



Modul 2 – Modellierung und Kodierung von Geoinformationen

Hannes Frings

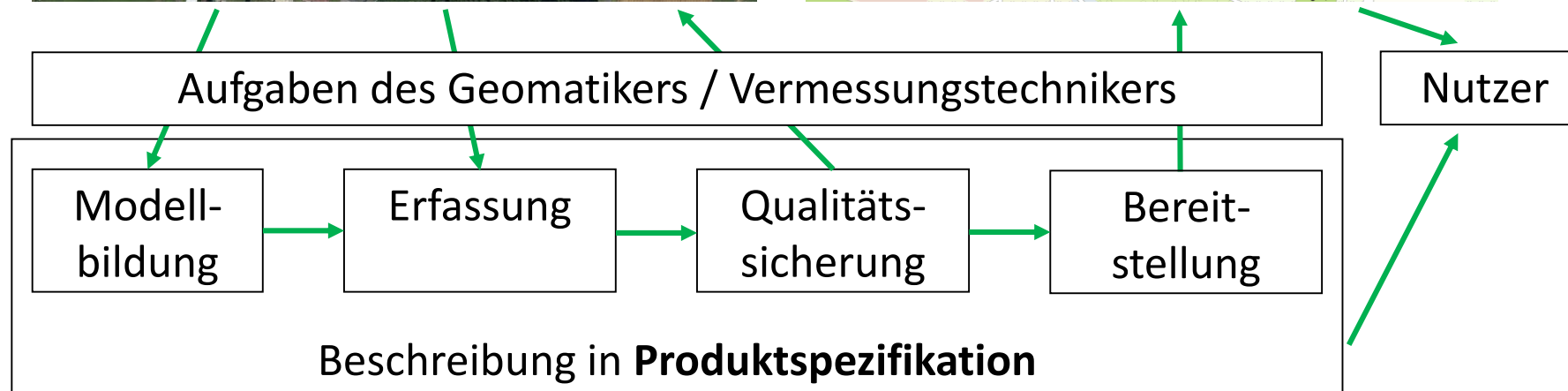
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Grundlagenlehrgang, Rodgau, 27. April 2026

Motivation: Von der Welt zur Karte



Motivation: Von der Welt zur Karte

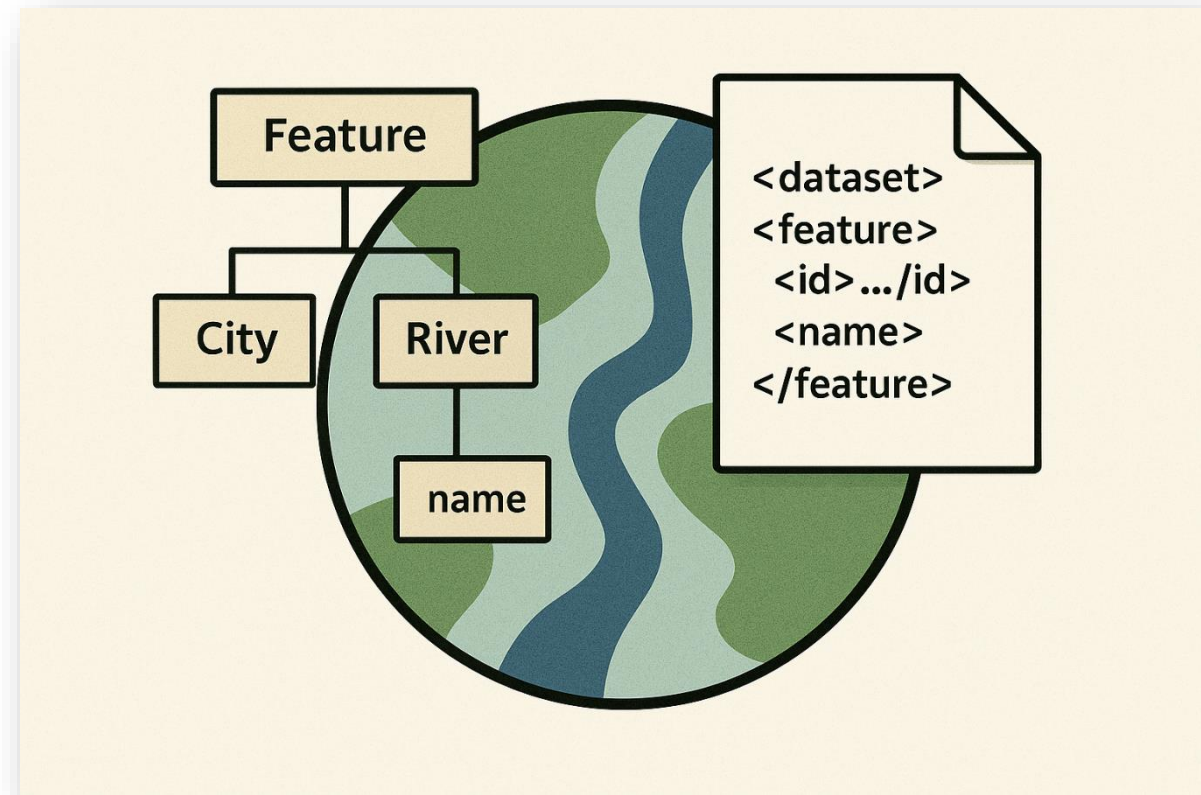


(1) Geodatenpezifikation im Überblick

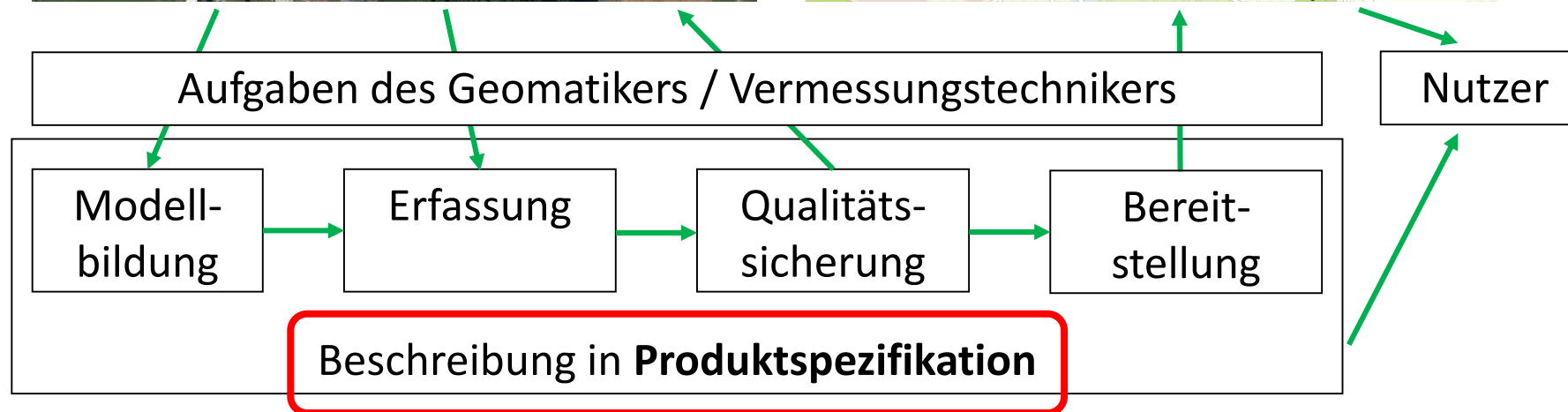
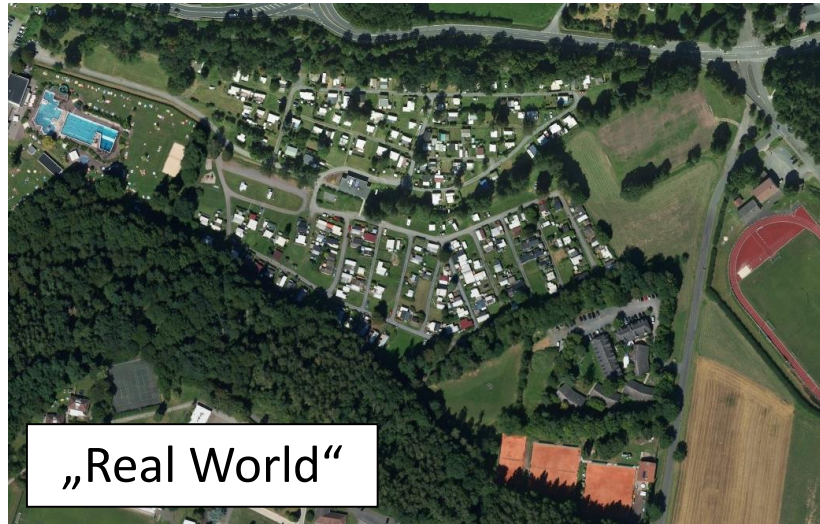
(2) UML und die Modellierung von Geodaten

(3) XML als technische Umsetzung

(4) GML, KML, GPX & NAS im Vergleich



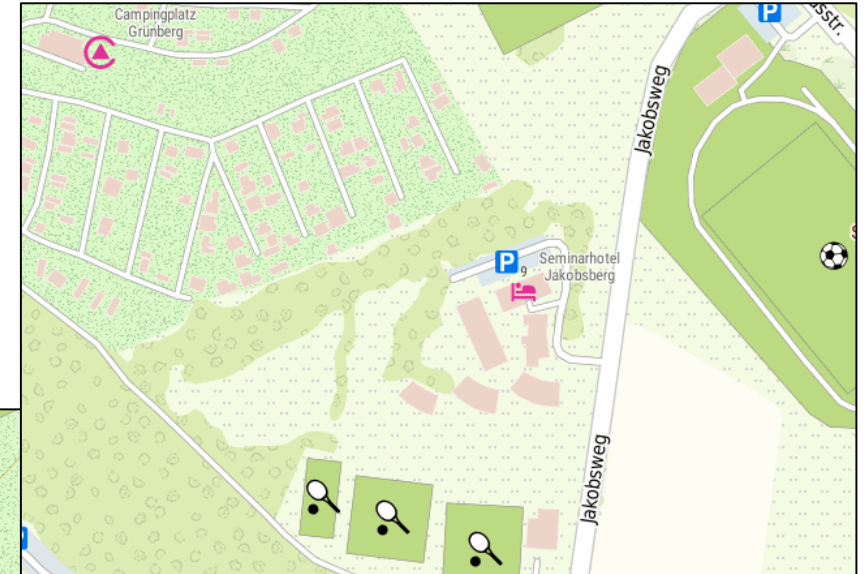
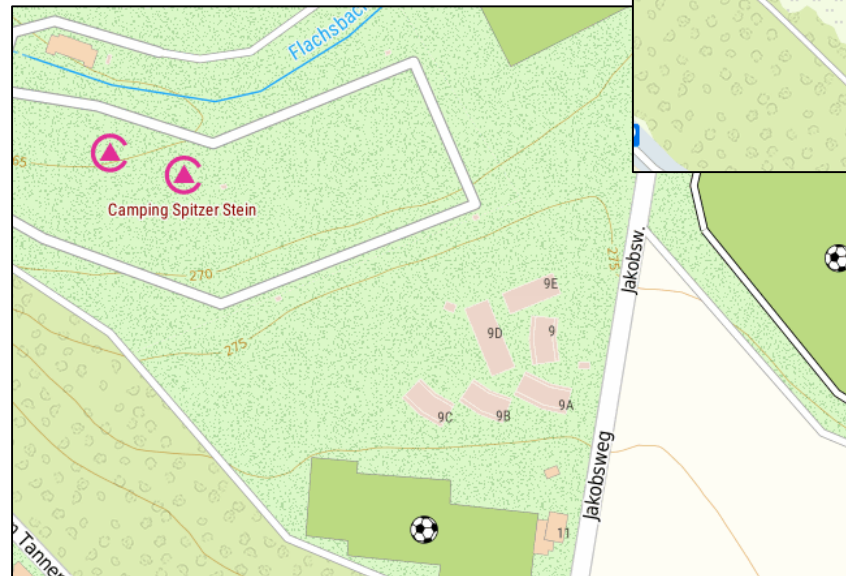
(1) Motivation Produktspezifikationen



(1) Motivation Produktspezifikationen



Modell / Karte 1



Modell / Karte 2

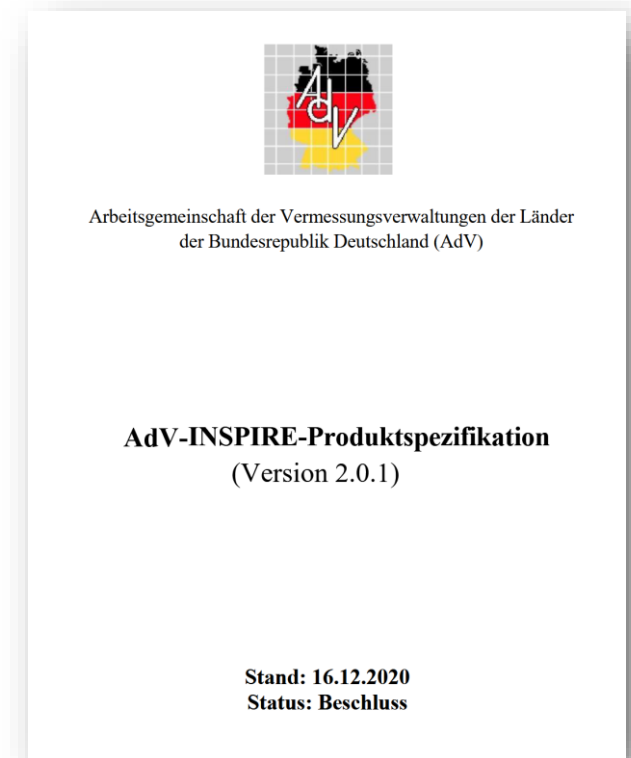
Beschreibung für Nutzer nötig:
Welche Objekte der Wirklichkeit wurden in
welcher Form in das Landschaftsmodell
übernommen?

(1) Geodatenpezifikation – Der Bauplan für Geodaten

Eine Geodatenpezifikation legt fest, wie bestimmte Geodatenprodukte **strukturiert, beschrieben und bereitgestellt** werden sollen (vergleichbar mit einem Bauplan)

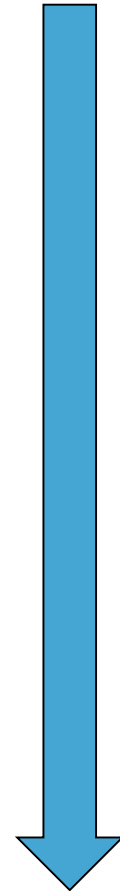
Ziele

- Einheitlichkeit bei der Erhebung und Bereitstellung
- Verständlichkeit für andere Akteure
- Vergleichbarkeit der Daten
- Wiederverwendbarkeit und Automatisierung
- Grundlage für nationale und internationale Interoperabilität



(1) Geodatenpezifikation - Inhalt

Deckt alle **Phasen
von Planung bis
Bereitstellung** ab



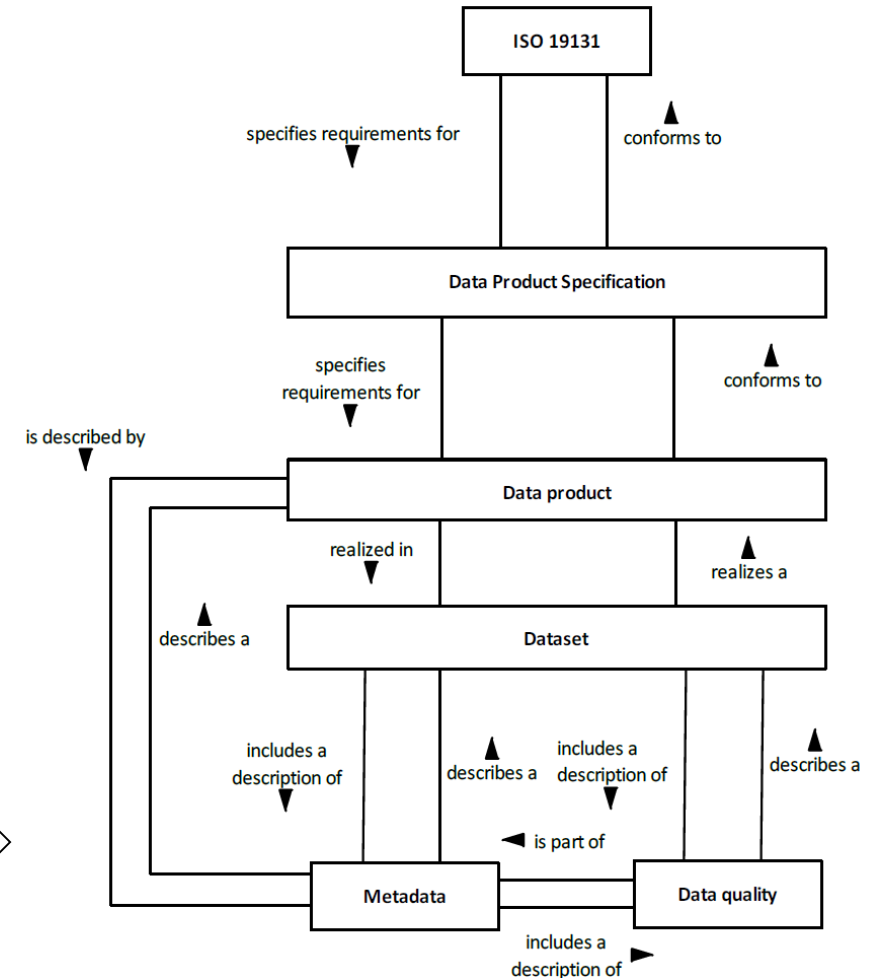
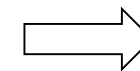
- Ziel und Anwendungsbereich
- Beschreibung des Datenprodukts
- Dateninhalt und Struktur
- Referenzsysteme
- Datenqualität
- Datenerfassung und Produktion
- Pflege und Fortführung
- Darstellung (Portrayal)
- Bereitstellung und Codierung
- Metadaten

(1) ISO 19131 – Standard für Produktspezifikationen

ISO 19131

- Beschreibt **Anforderungen und Aufbau einer Produktspezifikation**
- Ziel: internationale Vergleichbarkeit
- Standardisierte Kapitel wie: Scope, Data Product Identification, Data Content, Reference System, Data Quality, etc.

Produktspezifikationen bestehen formal aus verschiedenen Teilen, für die wiederum spezielle ISO-Standards definiert sein können (z.B. Metadatenstandard ISO 19115).



(1) Beispiele aus der Praxis

- Alle **INSPIRE-Spezifikationen** waren bis 2007 konform mit ISO 19131 (Aktuelle INSPIRE-Spezifikationen orientieren sich an ISO 19131)
- **AAA-Modell** verwendet wichtige Teile von ISO 19131

Wichtige Elemente von Geodatenpezifikationen:

Objektartenkatalog / Modellbildung

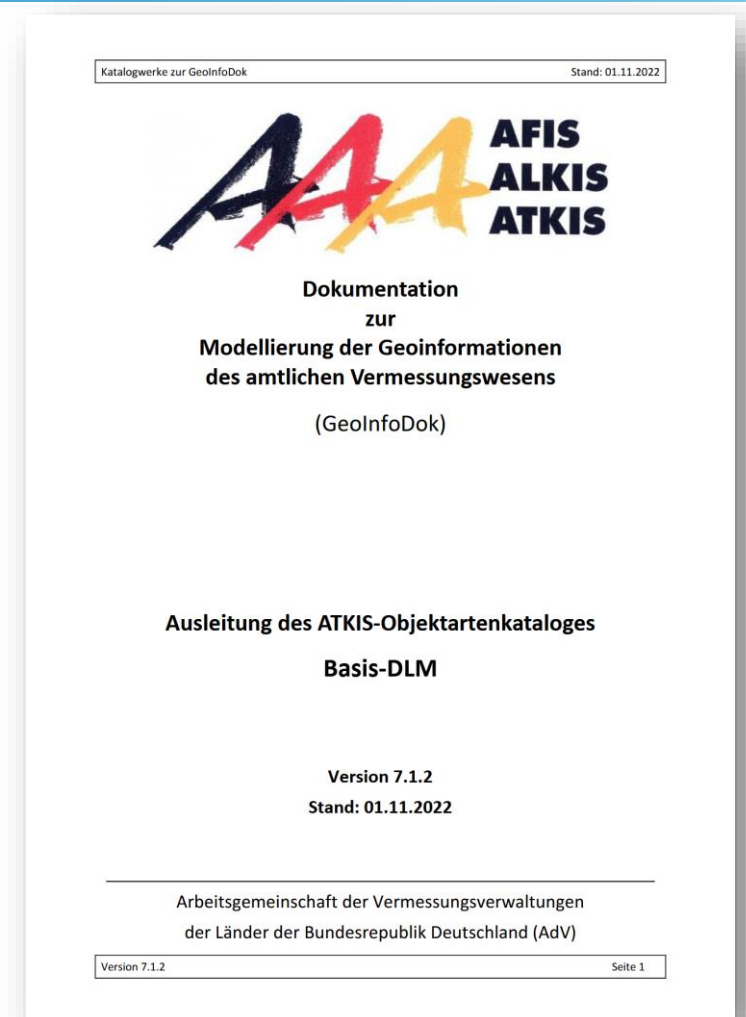
Beschreibung mit Schemasprache UML

Abschnitt (2)

Bereitstellung / Kodierung, Datenformate

Auszeichnungssprachen → XML (GML, ...)

Abschnitte (3) und (4)

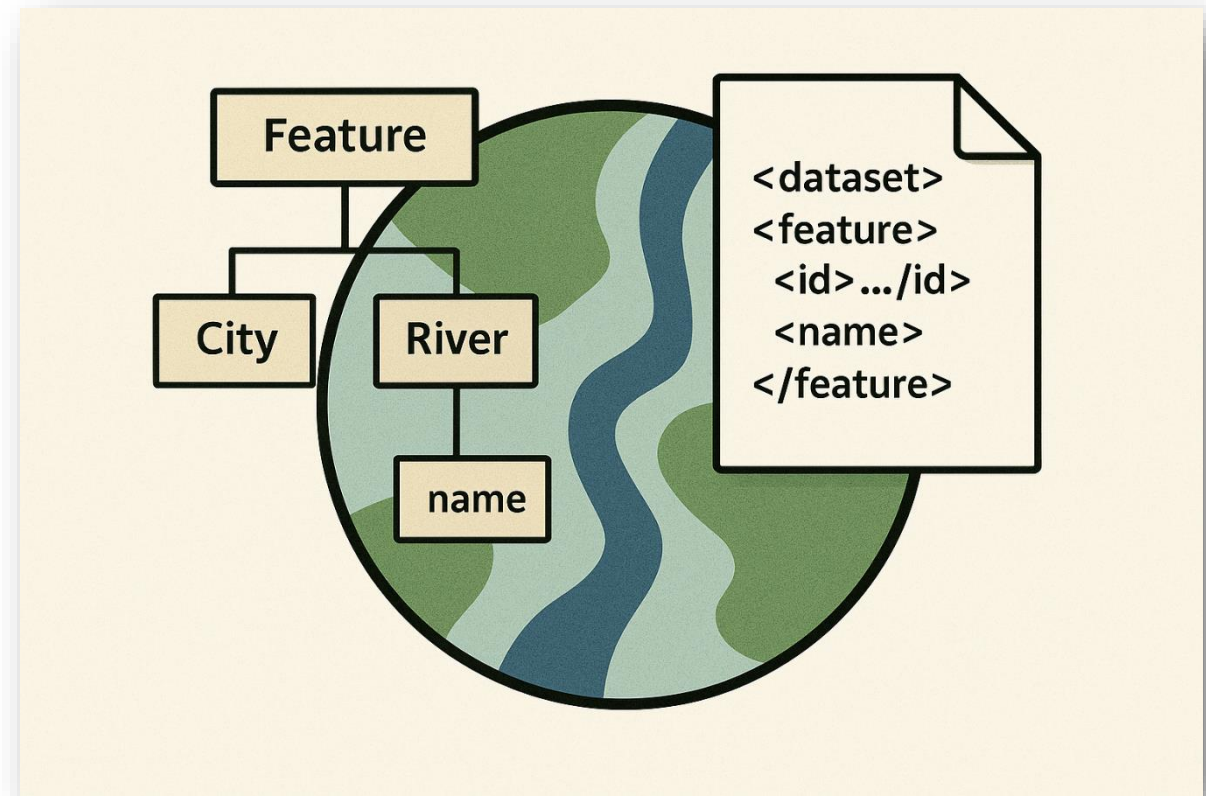


(1) Geodatenspezifikation im Überblick

(2) UML und die Modellierung von Geodaten

(3) XML als technische Umsetzung

(4) GML, KML, GPX & NAS im Vergleich



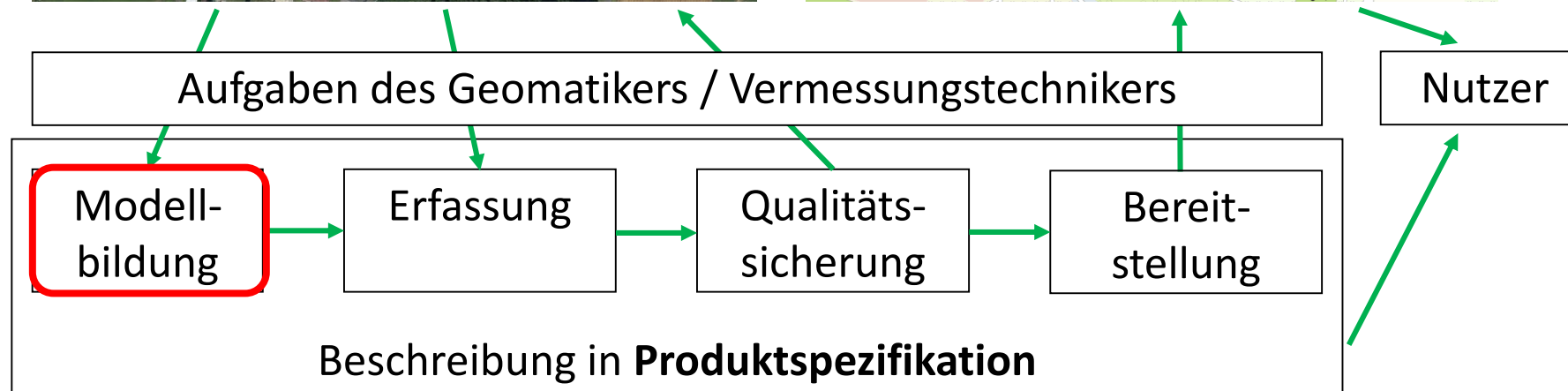
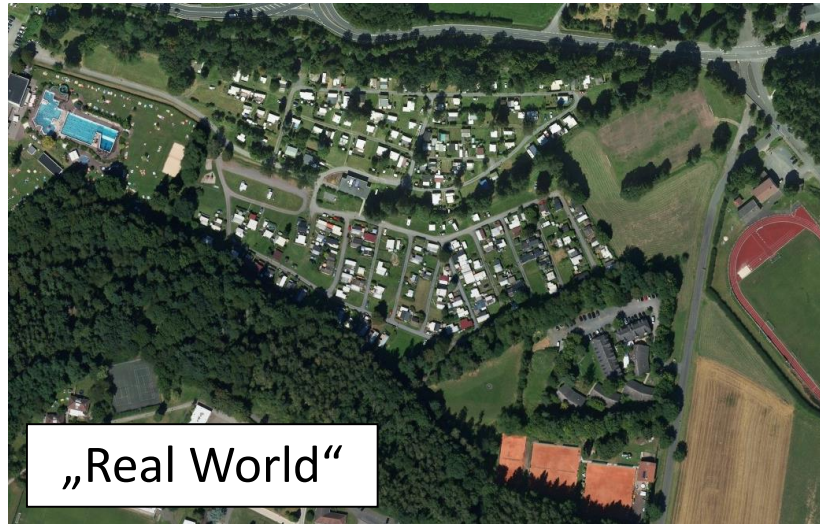
(2) Von der Spezifikation zur Modellierung



Bisher: Die Produktspezifikation ist der Bauplan für die Geodatenprodukte

Nächste Schritte: Wie sind Geodaten in der Produktspezifikation modelliert?

(1) Motivation Produktspezifikationen



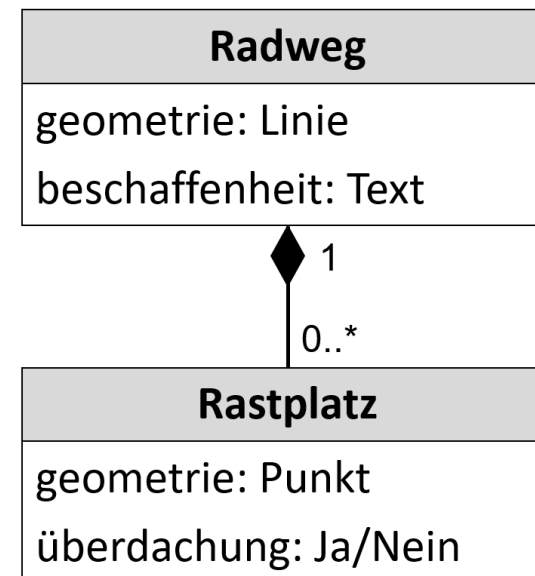
(2) UML – eine Sprache zur Modellierung von Informationen

UML = Unified Modeling Language: Grafische Modellierungssprache zur Spezifikation, Konstruktion und Dokumentation von Software-Teilen und anderen Systemen.

Die Radwegkarte enthält Radwege, welche als Linien dargestellt werden. Für die Radwege wird die Beschaffenheit der Wege unterschieden.

Entlang der Radwege gibt es Rastplätze. Diese werden punkthaft dargestellt. Es wird unterschieden, ob diese überdacht sind oder nicht.

=



(2) UML in der Geoinformation

ISO 19103 – Conceptual schema language:

Gibt vor, dass UML als konzeptuelle Beschreibungssprache für Geoinformationen verwendet werden soll.

Vorteile:

- Standardisierte Darstellung
- Klar definierte Objektarten und Beziehungen
- Grundlage für automatische Ableitung von XSD und GML
- Zentrale Rolle in ISO-19100-Normenfamilie



(2) Grundbausteine von UML-Diagrammen

Klassen

- Repräsentieren die **Objekttypen** der realen Welt (z. B. *Radweg, Brücke, Gebäude*)
- Enthalten Eigenschaften (Attribute) und ggf. Funktionen (Methoden)

Attribute

- Beschreiben **Merkmale** der Objekte (z. B. Breite, Belag, Zustand)
- Sind mit Datentypen versehen (z. B. Text, Zahl, Datum)

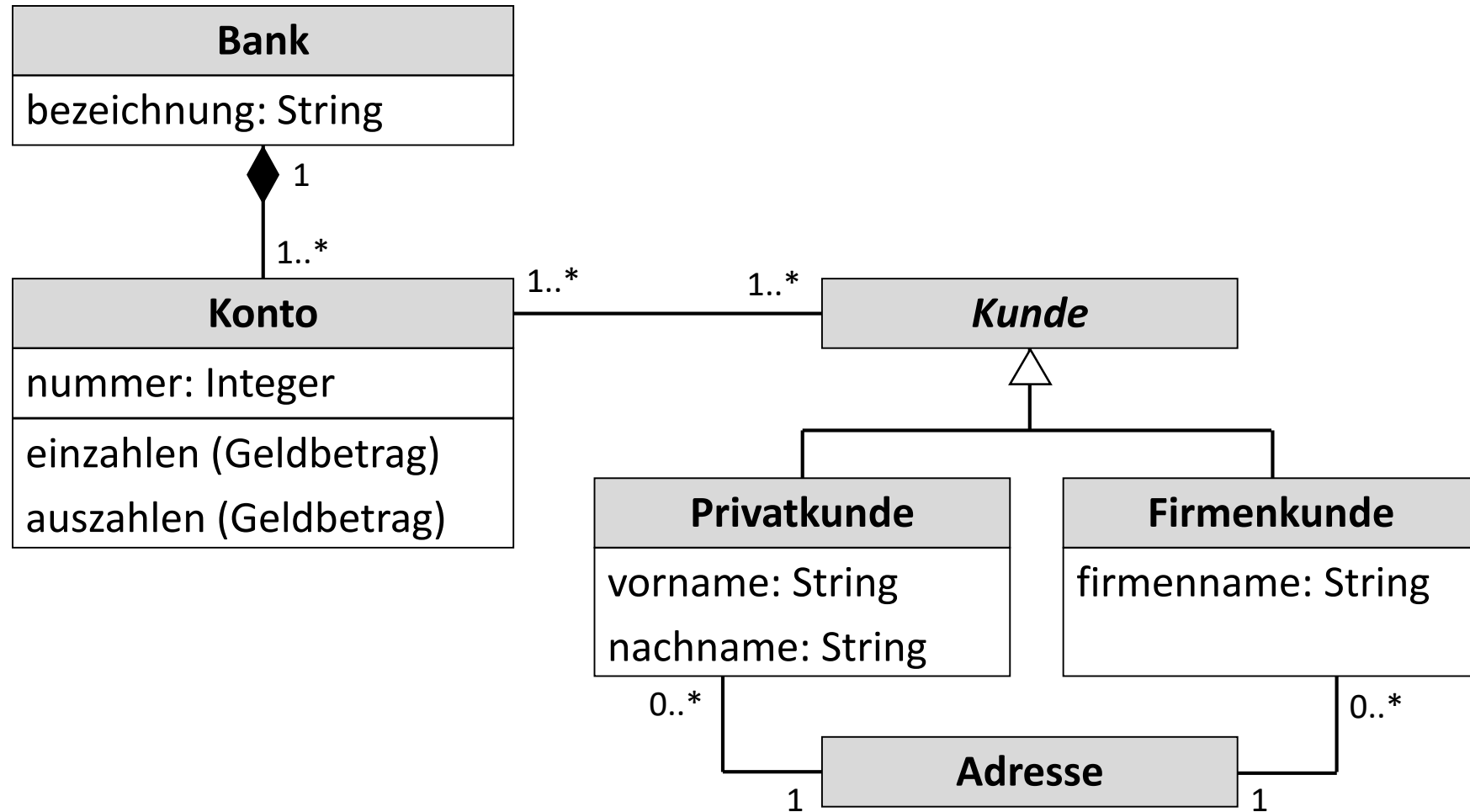
Assoziationen

- Stellen **Beziehungen** zwischen Klassen dar (z. B. Radweg nutzt Brücke)
- Werden als Linien zwischen Klassen gezeichnet, oft mit Rollenbezeichnungen

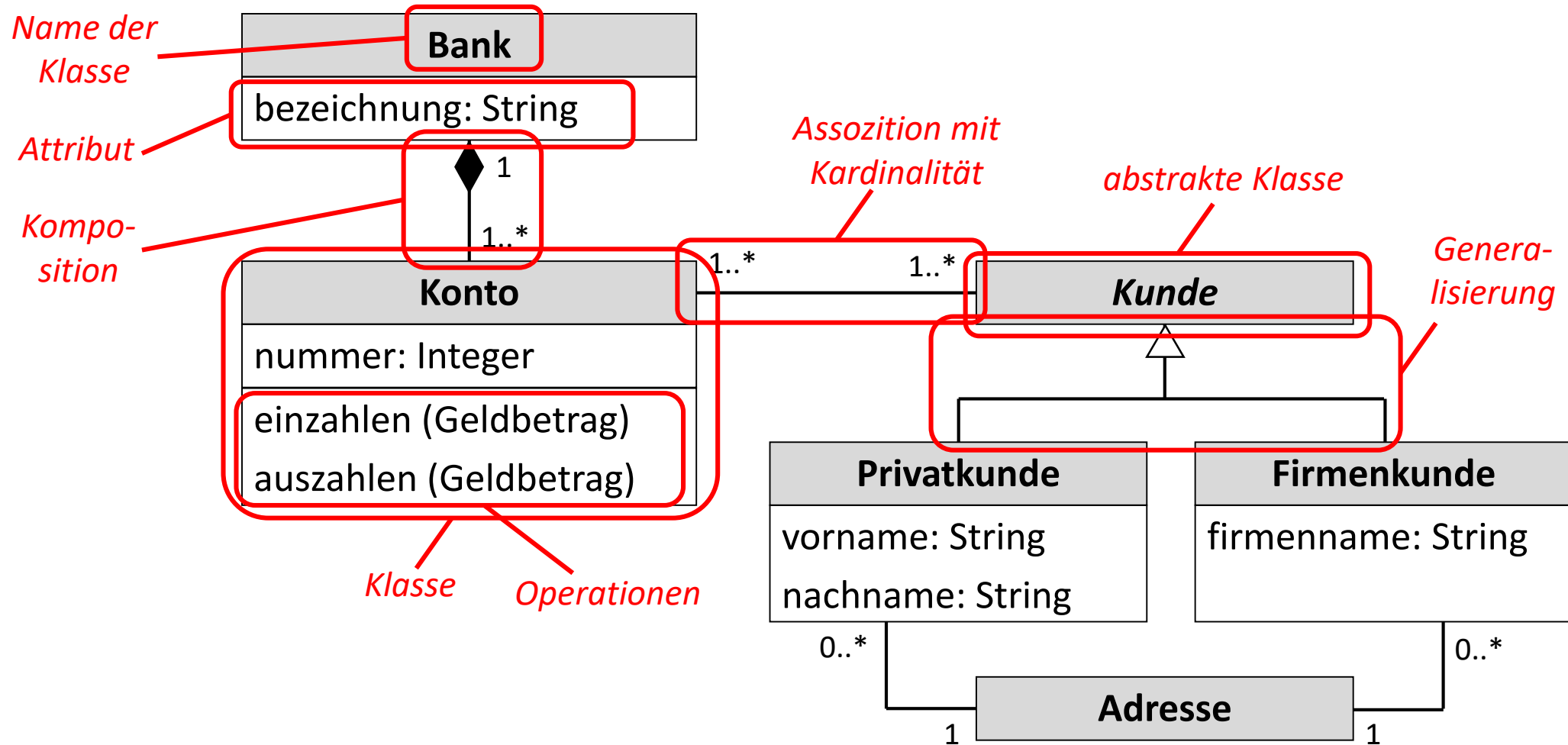
Kardinalitäten

- Geben an, wie viele Objekte in Beziehung zueinander stehen (z. B. 1 Radweg nutzt 0..n Brücken)

(2) UML – Beispiel



(2) UML – Beispiel



(2) Modellierung von Geoinformationen mit UML

- Modellierung von Geoinformationen durch Geometrien (z.B. Punkte, Linien, Flächen)
- Gemeinsame Standards für gemeinsame Vorstellungen der grundlegenden Geometrien erforderlich

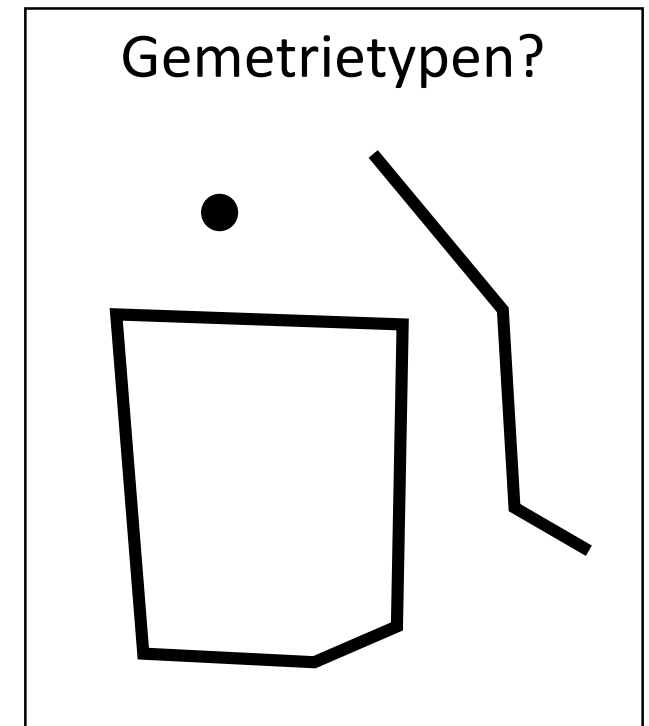
ISO 19107

- Komplexes, objektorientiertes Modell
- Unterstützt auch Kurven, Flächen mit Löchern etc.

OGC Simple Feature Access

- Einfaches Modell für Datenbanken & Webdienste
- Fokus auf Punkt, LineString, Polygon

Beide Standards sind in UML modelliert – ISO 19107 deutlich umfassender

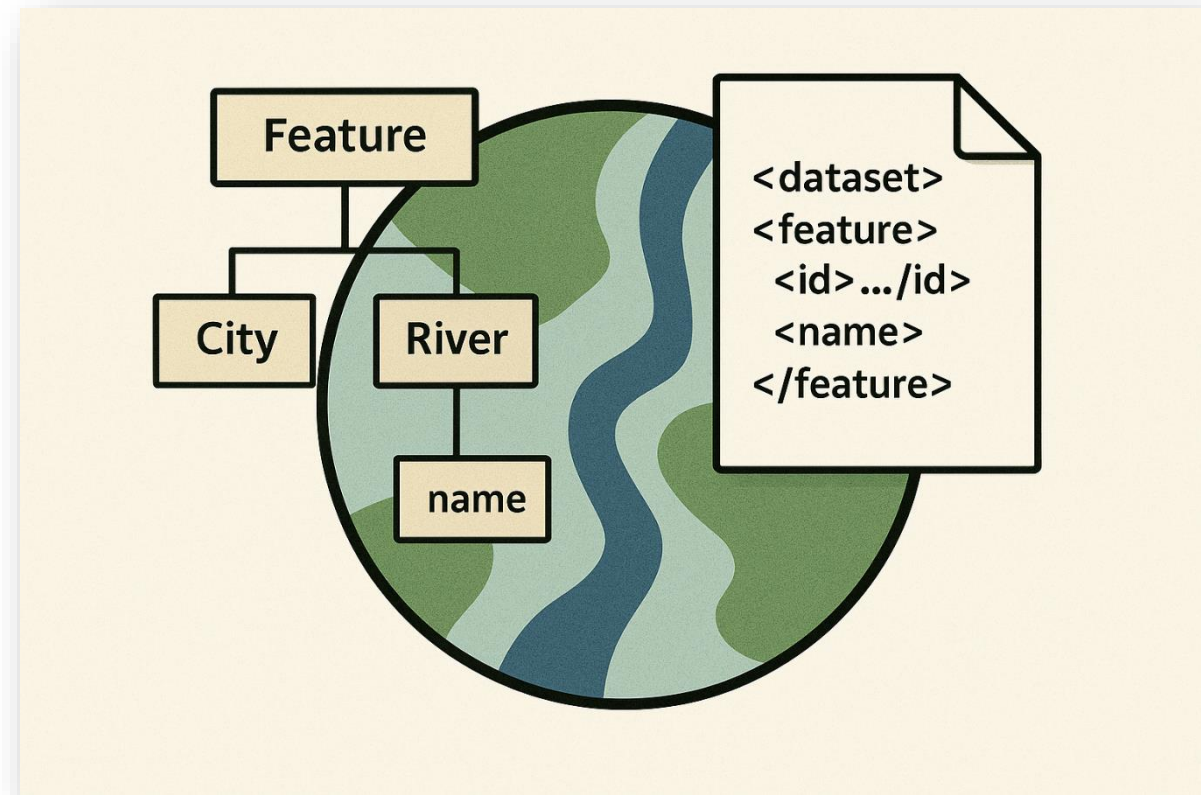


(1) Geodatenspezifikation im Überblick

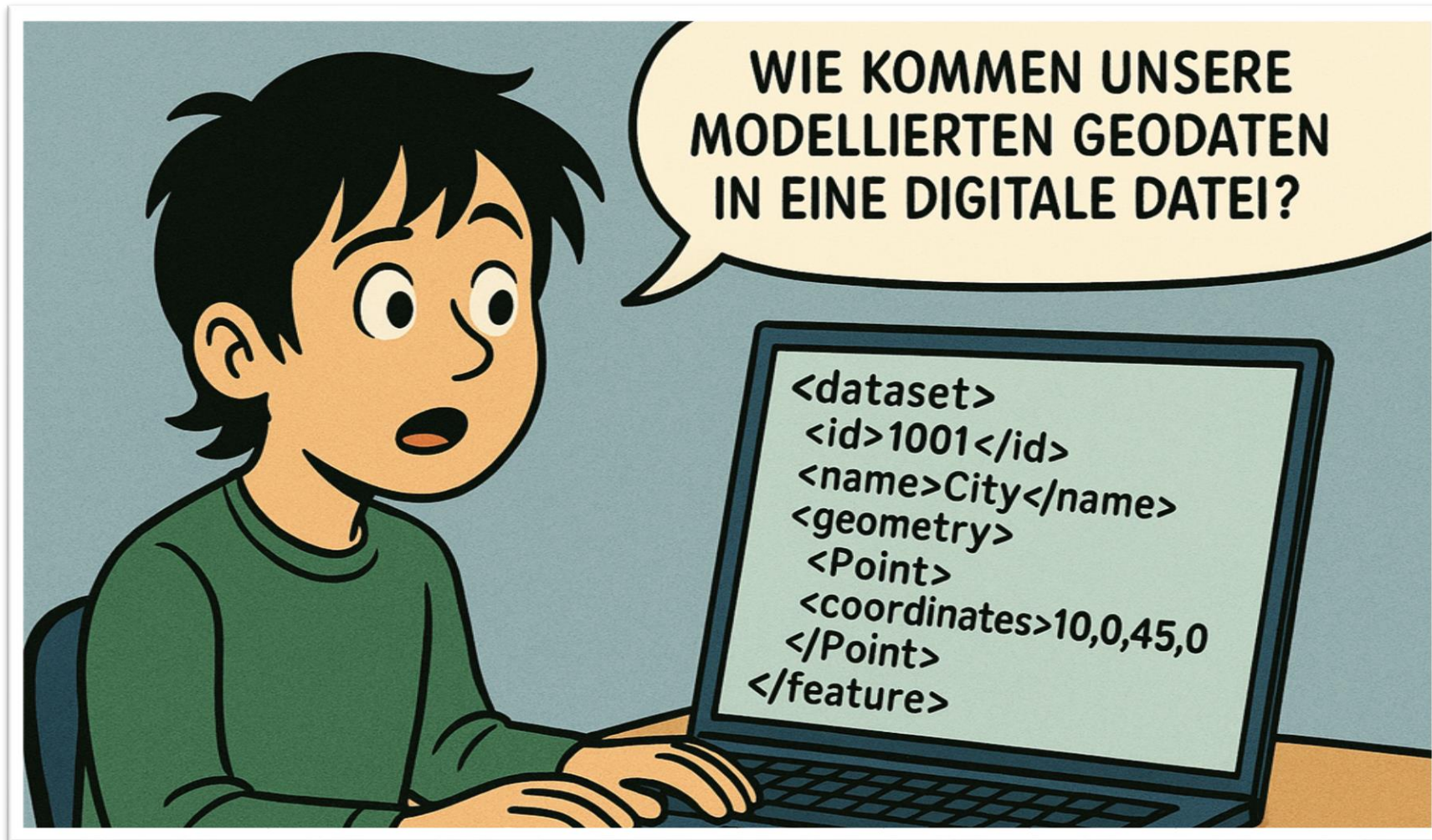
(2) UML und die Modellierung von Geodaten

(3) XML als technische Umsetzung

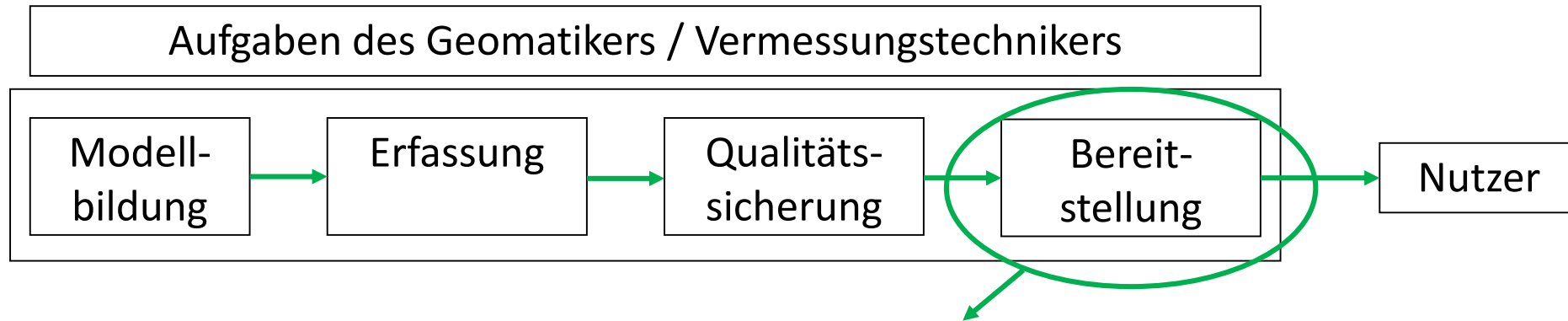
(4) GML, KML, GPX & NAS im Vergleich



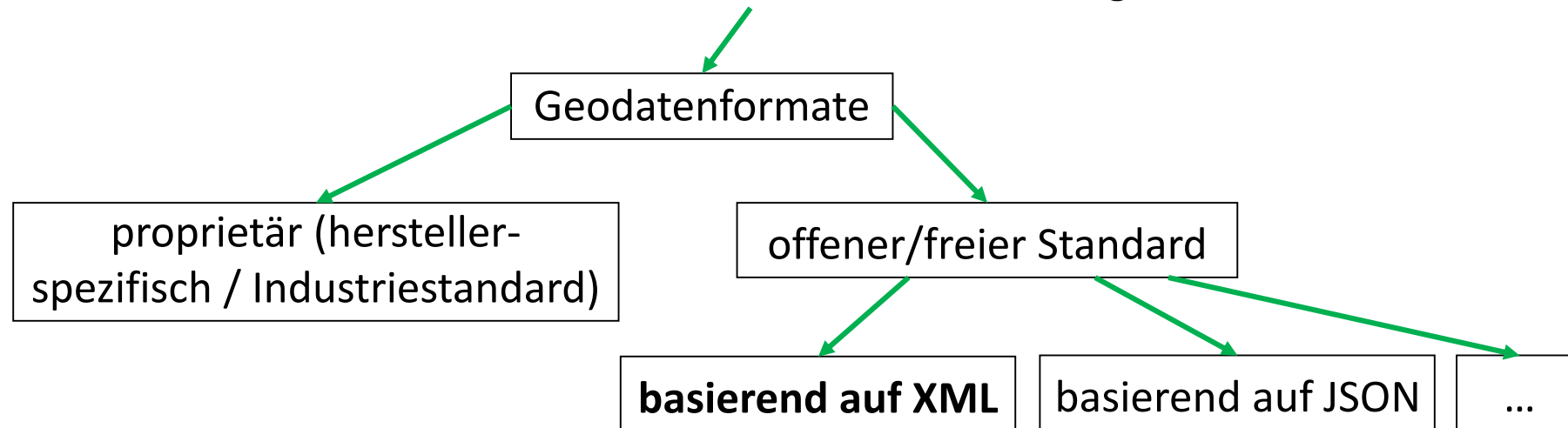
(3) XML als technische Umsetzung



(3) Bedeutung von XML für Geodatenformate



Wie kann man Geodaten strukturiert und maschinenlesbar an die Nutzer weitergeben?




(3) XML – Die Sprache strukturierte Daten

XML = eXtensible Markup Language

- „Markup“ = „Auszeichnung“
- Textbasiertes Austauschformat mit klarer Struktur
- Lesbar für Mensch und Maschine
- Entwickelt vom World Wide Web Consortium (W3C)

Daten werden mit **Tags** ausgezeichnet



```
<Radweg>  
  <Name>Rheinradweg</Name>  
  <Belag>Asphalt</Belag>  
</Radweg>
```



(3) XML – Aufbau

Header

- Verweist auf die Versionen, URLs und Zeichensätze
- XML-Deklaration
- Dokumenttyp-Deklaration

Struktur

- Struktur des XML-Dokuments wird im Dokument angegeben
- Oder als URL-Link angegeben

Inhalt

Header

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="yes"?>
<?xml-stylesheet version="1.0" href="veranst_1.xsl" type="text/xsl"?>
<!DOCTYPE konferenz [
  <!ELEMENT konferenz (tag*)>
  <!ELEMENT tag (veranstaltung*)>
  <!ATTLIST tag wochentag CDATA #REQUIRED>
  <!ATTLIST tag datum CDATA #REQUIRED>
  <!ELEMENT veranstaltung (kursnummer,zeit,raum,titel,referent)>
  <!ELEMENT kursnummer (#PCDATA)>
  <!ELEMENT zeit (#PCDATA)>
  <!ELEMENT raum (#PCDATA)>
  <!ELEMENT titel (#PCDATA)>
  <!ELEMENT referent (#PCDATA)>
]>
<konferenz>..
  <tag wochentag="Dienstag" datum="10.1.2012 ">
    <veranstaltung>
      <kursnummer>2</kursnummer>
      <zeit>10:00</zeit>
      <raum>106</raum>
      <titel>Visualisierung mit FME</titel>
      <referent>Lothar Pl&#246;tner</referent>
    </veranstaltung>..
  </tag> ...
</konferenz>
```

Definition der Struktur

Inhalt
geordnet
entsprechend der
definierten
Struktur

(3) XML – Aufbau

XML beschreibt Daten in Form einer baumartigen Struktur:

- **Elemente:** Umschließen Daten in Start und End-Tags
- **Attribute:** Geben zusätzliche Infos direkt im Start-Tag
- **Textinhalte:** Werte zwischen den Tags

→ Verschachtelte Struktur, mit paarweisen Tags



(3) Wann ist eine XML-Datei gültig?

Eine XML-Datei ist **wohlgeformt**, wenn sie die grundlegenden Regeln der XML-Syntax einhält

→ Nur wohlgeformte XML-Dateien können überhaupt verarbeitet werden!

Wichtige Regeln für Wohlgeformtheit:

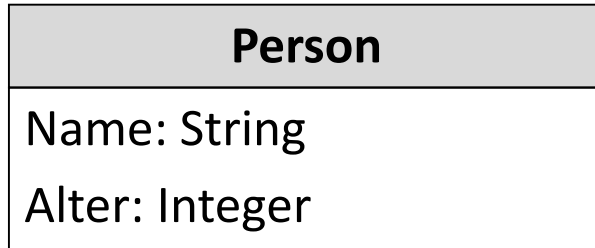
- Es gibt genau ein Wurzelement
- Start- und End-Tags für alle Elemente
- Korrekte Verschachtelung der Elemente
- Keine doppelten Attribute
- Attribute in Anführungszeichen
- Groß- und Kleinschreibung beachten

`<a>` ✓

`<a>` ✗

(`<Name>` ≠ `<name>`)

(3) Ein UML-Modell – viele XML-Möglichkeiten



```
<Person>  
  <Name>Anna</Name>  
  <Alter>30</Alter>  
</Person>
```

```
<Person Name="Anna" Alter="30"/>
```

- Beide Varianten sind wohlgeformt
 - ohne Standardisierung keine Interoperabilität
- XML-Schemata wie **XSD** definieren eine verbindliche Umsetzung des UML-Modells

(3) XML Schema Definition – Der Schlüssel zur Interoperabilität

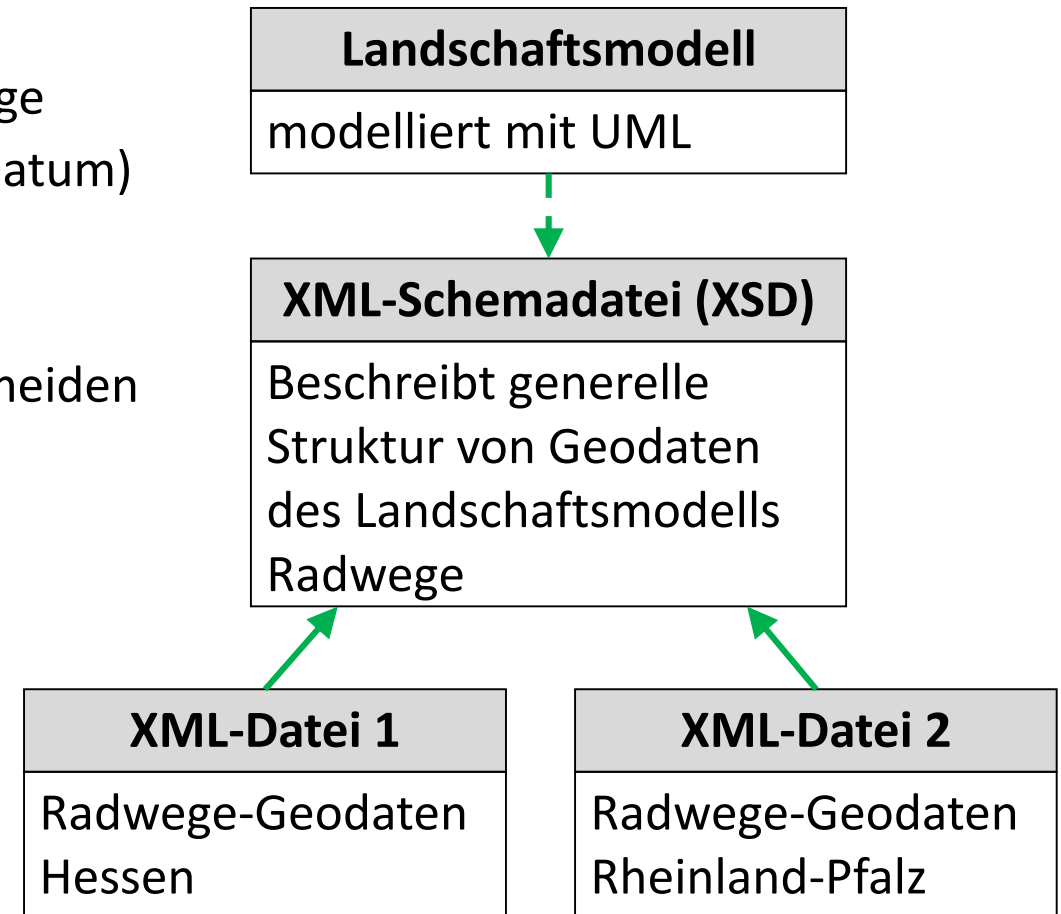
XML-Schemadateie

- Welche Elemente erlaubt sind und in welcher Reihenfolge
- Welche Datentypen die Inhalte haben (z. B. Zahl, Text, Datum)
- Welche Attribute vorkommen dürfen/müssen
- Pflichtfelder, Wiederholungen, Verschachtelungen
- Namensräume, um Konflikte bei Elementnamen zu vermeiden

Vorteile von XSD:

- Validierung von XML-Daten
- Klare Struktur & Interoperabilität
- Grundlage für maschinelle Verarbeitung

Beispiel Radwegekarte



(3) Webdienste für die Datenbereitstellung



(3) Webdienste für die Datenbereitstellung

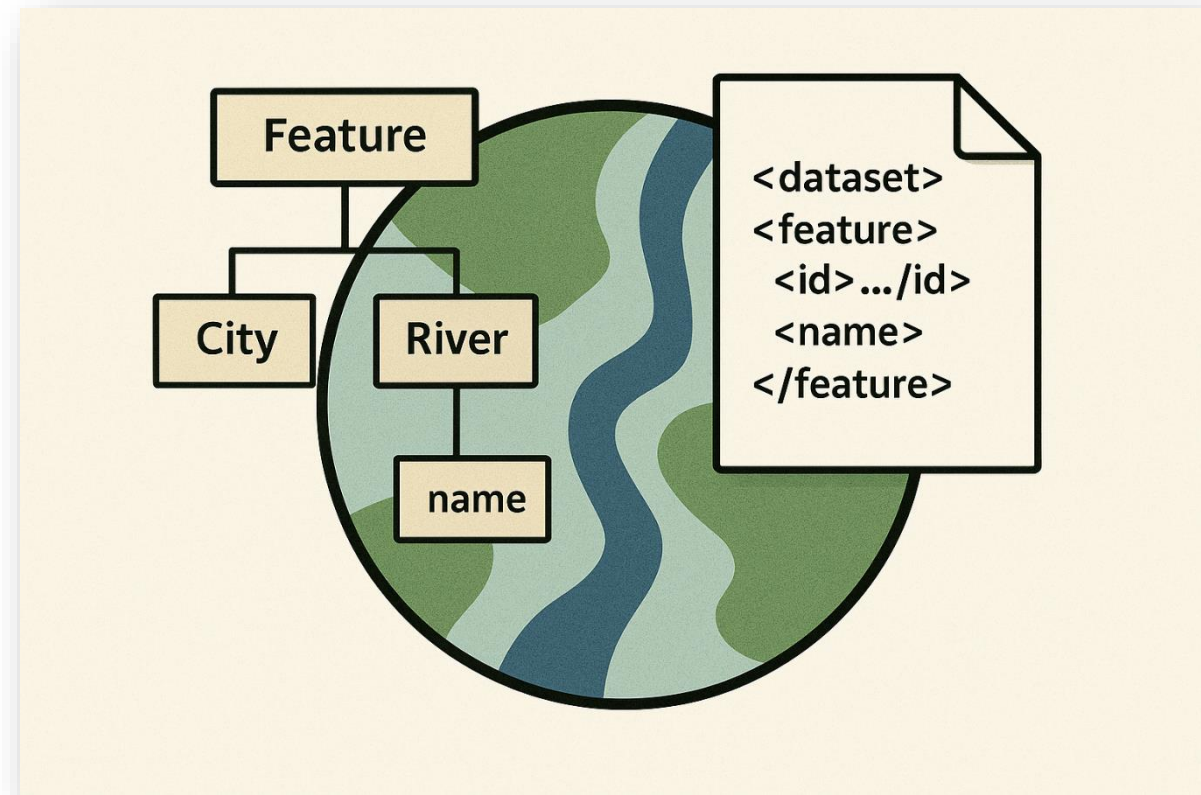
Wie gelangen modellierte Geodaten zu den Nutzenden?

- Daten liegen strukturiert in einer Datenbank oder als XML-Datei vor
- Fachnutzer (z. B. ÖbVI, Kommunen) wollen Daten abrufen
- Es braucht eine technische Schnittstelle → **Webdienste**

Beispiel: WFS

- Standard zur Bereitstellung von **Vektordaten** (Punkte, Linien, Flächen)
- Basierend auf **XML / GML**
- Anfragen und Antworten über das HTTP-Protokoll
- Beispiel: Landesvermessungsamt stellt Basis-DLM als WFS bereit

- (1) Geodatenspezifikation im Überblick
- (2) UML und die Modellierung von Geodaten
- (3) XML als technische Umsetzung
- (4) GML, KML, GPX & NAS im Vergleich**



(4) Vom generischen XML zu konkreten Geodatenformaten

XML = flexibles Datenformat – aber ohne Fachbezug

XML-Schemadateien (XSD) machen XML für spezifische Anwendungsbereiche nutzbar

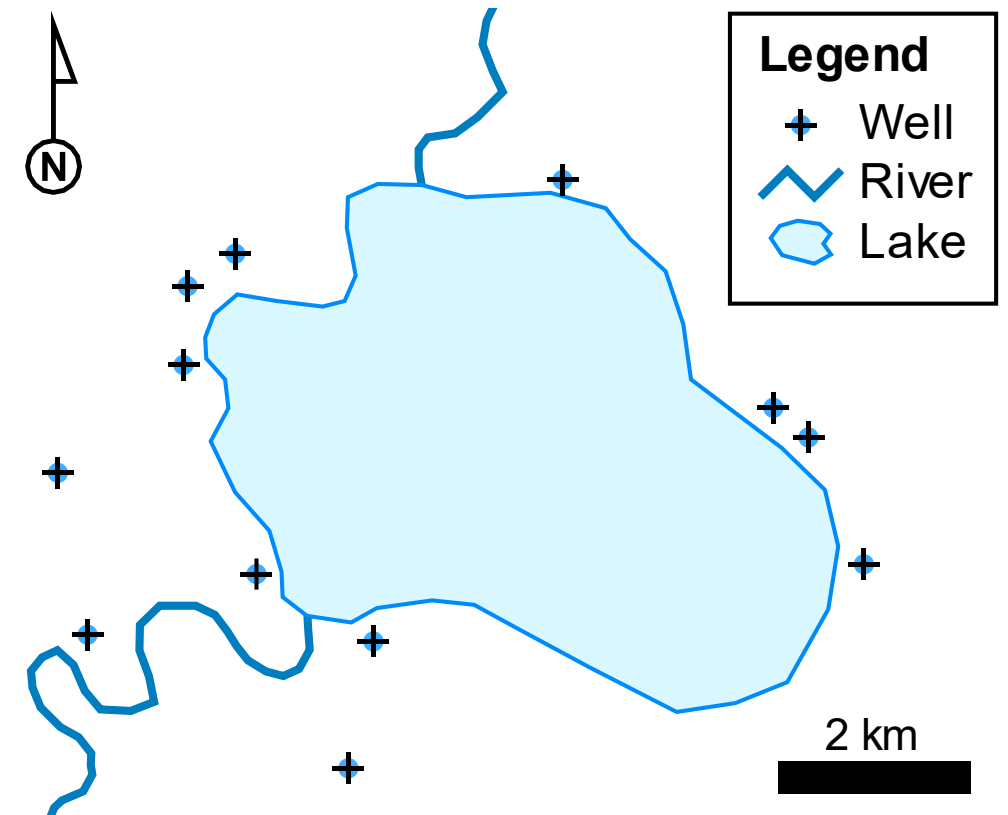
XML-Anwendungen für verschiedene Geodatenzwecke:

- **GML** – Modellierung und Austausch von Geodaten
- **NAS** – Normbasierte Austauschschnittstelle der AdV
- **KML** – Geodatenformat von Google (Earth, Maps)
- **GPX** – Austausch von GNSS Daten
- **SVG** – Vektorgraphiken im Web



(4) GML – Geography Markup Language

- **Modellierungs- und Austauschformat für geographische Informationen**
- Unterstützt alle Formen von Geoinformationen: Vektordaten, Rasterdaten (Coverages), Sensor- & Beobachtungsdaten
- Standard des **OGC**
- Referenziert in **ISO 19136**



Wikipedia: Geography Markup Language

(4) Wie ist GML aufgebaut?



GML legt zentrale Primitive konzeptionell fest:

- **Feature** – z. B. Gebäude, Straße, Gewässer
- **Geometry** – Punkt, Linie, Fläche, Volumen
- **Coordinate Reference System** – räumlicher Bezugsrahmen
- **Time & Dynamic Feature** – zeitliche Änderungen von Objekten
- **Coverage** – Rasterdaten, Satellitenbilder, Sensorfelder
- **Topology & Observations** – Nachbarschaften & Messwerte
- **Units, Directions, Styling** – Maßeinheiten, Ausrichtung, Darstellung

(4) GML - Beispiel



Namensraum: Zeigt an, dass das Element zu GML gehört

Polygon besteht aus äußerem Rand

Äußerer Rand besteht aus geschlossener Linienfolge

Linie besteht aus Koordinaten

```
<gml:Polygon>
  <gml:outerBoundaryIs>
    <gml:LinearRing>
      <gml:coordinates>0,0 100,0 100,100 0,100 0,0</gml:coordinates>
    </gml:LinearRing>
  </gml:outerBoundaryIs>
</gml:Polygon>
<gml:Point>
  <gml:coordinates>100,200</gml:coordinates>
</gml:Point>
<gml:LineString>
  <gml:coordinates>100,200 150,300</gml:coordinates>
</gml:LineString>
```



Vorteile:

- Ausdrucksstark, erweiterbar und anpassbar
- Austausch komplexer Geodatenmodelle möglich
- Standardisiert & ISO-konform



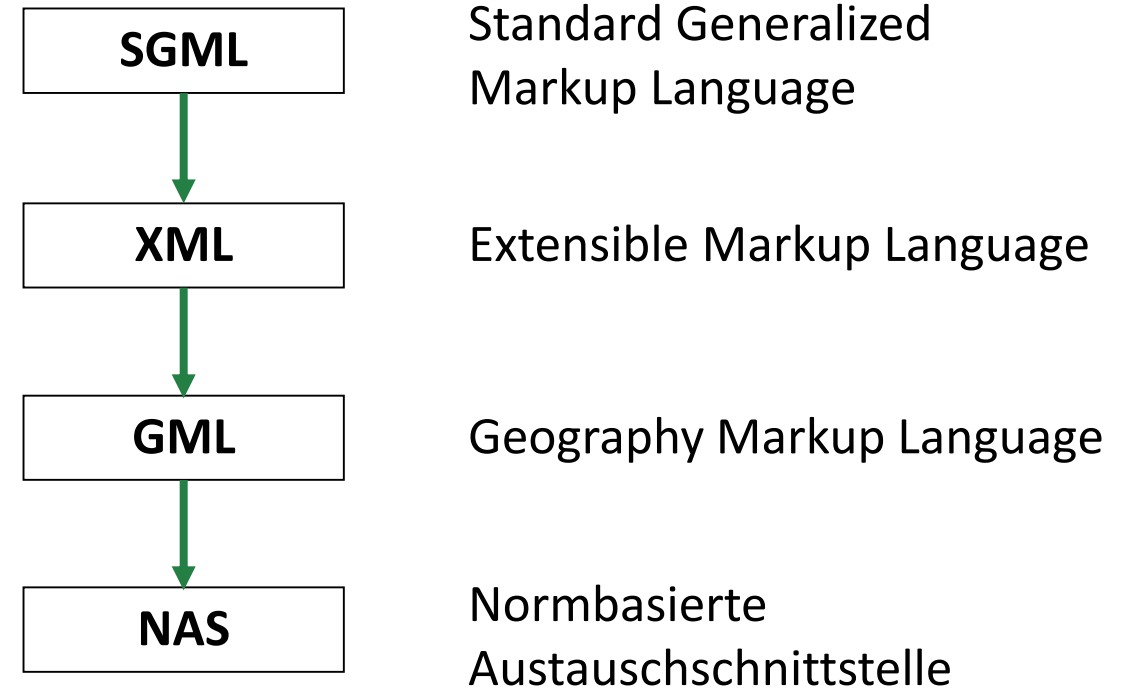
Nachteile:

- Komplexität
- Nicht ideal für große Datenmengen

(4) NAS – Normbasierte Austauschchnittstelle



- Entwickelt für die deutsche Vermessungsverwaltung
- Datenaustauschformat des AAA-Modells
- Realisiert über GML mit zusätzlichem Fachschema
- Sehr **umfangreiches Datenmodell**



(4) KML – Keyhole Markup Language



- Darstellung georeferenzierter Daten in **Google Earth**
- Entwickelt von Google
- seit 2008 OGC-Standard
- **Nutzt nur WGS84 als Koordinatensystem**
- KMZ = komprimierte KML-Datei

Abgrenzung:

- Im Gegensatz zu GML/NAS primär **visualisierungsorientiert**
- Weniger semantisch, aber **einfach nutzbar & weit verbreitet**





Vektorgraphikformat des W3C (kein explizites Geodatenformat)

Anwendungen:

- Webmapping (interaktive Karten)
- Icons & Infografiken
- dynamische Darstellungen mit CSS/JS

Merkmale:

- Unendliche Skalierbarkeit
- Transformationen möglich (Drehen, Zoomen, Spiegeln)
- Offenes, leichtgewichtiges Format



Geodatenspezifikation:

- Definiert, wie Geodatenprodukte strukturiert, beschrieben und bereitgestellt werden sollen
- **“Bauplan für Geodaten”**

UML (Unified Modeling Language):

- Strukturierte Modellierungssprache für die Abbildung realer Objekte in ein digitales Modell
- Klare Definition von Objekten und deren Beziehungen



XML (Extensible Markup Language):

- Auszeichnungssprache zum Austausch digitaler Daten
- Lesbar für Maschinen und Menschen
- Flexibel und universell anpassbar

XML-Schema:

- Erlaubt es, XML für spezifische Anwendungsfälle zu spezialisieren und anzupassen



GML (Geography Markup Language):

- Wichtige XML-basierte **Auszeichnungssprache für Geodaten**
- Wird häufig in Geoinformationssystemen verwendet, um geografische Daten darzustellen und auszutauschen

Weitere XML-Formate für Geodaten:

- NAS, GPX, KML, SVG



Bundesamt für
Kartographie und Geodäsie



Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit.

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Referat GD7 – Hybride Karten
Richard-Strauss-Allee 11
60598 Frankfurt am Main
Hannes Frings
Hannes.Frings@bkg.bund.de
www.bkg.bund.de
Tel. +49 69 6333 – 3512

- Diese Präsentation entstand auf der Grundlage der Präsentationen von Herrn Pross (ehem. BKG, 2014), der Präsentationen von Herrn Walther (BKG, 2015) und Herr Brühl (BKG, 2024).