

**Strukturierung und Adressierung des Gewässernetzes 1:25'000  
nach Modell gwn25-07**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Umwelt BAFU**

Bundesamt für Umwelt BAFU  
Abt. Wasser  
3003 Bern



## Inhaltsverzeichnis

<b>Allgemeines</b>	<b>5</b>
1.1 Ziel dieses Dokumentes	5
1.2 Verwendete Abkürzungen und Akronyme	5
<b>2 Ziele des Projektes</b>	<b>6</b>
<b>3 Das Datenmodell gwn25-07</b>	<b>7</b>
3.1 Die Referenzgeometrie	7
3.1.1 Die Referenzgeometrie gwn	7
3.1.2 Die Referenzgeometrie gwk	8
3.2 Strukturattribute	11
3.2.1 GEWISS-Nummer, Attribut GEWISSNR	11
3.2.2 Laufnummer, Attribut LAUFNR	12
3.2.3 Strukturgebende Instanz, Attribut LINST	12
3.2.4 Gewässerlaufnummer, Attribut GWLNR	13
3.3 Weitere Attribute	13
3.3.1 Bachnummer	13
3.3.2 Namen	13
3.4 Strukturebene	14
3.4.1 Strukturebene Gewässer	14
3.4.2 Strukturebene Gewässerläufe	14
3.5 Adressierung	15
3.6 Konsistenz mit dem Gewässernetz 1:200'000	16
<b>4 Grundsätze der Strukturierung</b>	<b>17</b>
4.1 Einleitung	17
4.2 Strukturierungsregeln	17
4.2.1 Fließgewässer	17
4.2.2 Seen, Seeinseln, Seeachsen	18
4.3 Adressierung	19
4.3.1 Fließgewässer	20
4.3.2 Seen	21



<b>Anhang</b>	<b>22</b>	
<b>A</b>	<b>Ablauf der Gewässerstrukturierung</b>	<b>22</b>
A.1	Überblick	22
A.2	Basisdaten	22
A.3	Rohstrukturierung	23
A.3.1	Strukturtransfer	24
A.3.2	Strukturergänzung	25
A.3.3	Strukturprüfung	26
A.4	Strukturbereinigung	26
A.4.1	Strukturbereinigung Grenzgewässer	26
A.4.2	Strukturbereinigung bei Differenzen	27
A.4.3	Strukturbereinigung auf Objektart Seeachse	27
A.4.4	Strukturbereinigung bei Wechsel Gewässerlauf (Pseudoknoten)	27
A.5	Gewässerbildung	27
<b>B</b>	<b>Produkte</b>	<b>28</b>
B.1	Gewässernetz	28
B.1.1	Linien-Objekte: gwn	28
B.1.2	Knoten-Objekte: Gewässernetzknoten gwn_k	29
B.2	Referenzorte	29
B.3	Derivate	30
B.3.1	Kalibrierungspunkte gwk	30
B.3.2	Gewässerläufe gwI	31
B.4	Konversionstabelle	32
<b>C</b>	<b>Glossar</b>	<b>33</b>
<b>D</b>	<b>Referenzierte Dokumente und homepages</b>	<b>34</b>
<b>E</b>	<b>Regelwerk Gewässerstrukturierung</b>	<b>35</b>
E.1	Fliessgewässerstrukturierung	35
E.2	Strukturierung Seen, Inseln und Seeachsen	36



## Allgemeines

### 1.1 Ziel dieses Dokumentes

Das vorliegende Dokument beschreibt in Kurzform das neue Datenmodell gwn25-07 zum digitalen Gewässernetz der Schweiz. Die damit verbundenen swisstopo-Produkte Gewässernetz und die Derivate gwl und gwk werden vorgestellt.

Hauptteil des Berichtes ist die Dokumentation des Regelwerkes und des Strukturierungsprozesses aus welchen das neue Gewässernetz hervorgegangen ist.

### 1.2 Verwendete Abkürzungen und Akronyme

Abkürzung	Bedeutung
<b>BWG</b>	Bundesamt für Wasser und Geologie, 3003 Bern-Ittigen (bis 31.12.2005; seit 1.1.2006 ist das BWG in das BAFU integriert)
<b>BAFU</b>	Bundesamt für Umwelt, 3003 Bern-Ittigen
<b>VECTOR25-GWN</b>	Bezeichnung für das swisstopo-Produkt 'Gewässernetz' im Massstab 1:25'000-
<b>gwn25-07</b>	Neues Datenmodell für das digitale Gewässernetz der Schweiz, welches mit dem Release 2007 von VECTOR25-GWN zum ersten Mal implementiert wurde
<b>gwn25, gwn200</b>	Kurzform für digitales Gewässernetz 1:25'000 bzw. digitales Gewässernetz 1:200'000 unabhängig vom zugrunde liegenden Datenmodell oder Produzenten.
<b>dgn25, dgn200</b>	Kürzel, die im Zusammenhang mit älteren Versionen des Gewässernetzes verwendet werden und ausdrücken, dass es sich dabei (im Gegensatz zu den Gewässern des Kartenwerkes, die vielfach lückenhaft und stark generalisiert sind) bereits um adressierte und topologisch korrekte und geprüfte Netzwerke handelt.
<b>dgn2599, dgn20099</b>	Das Release 1999 der digitalen Gewässernetze dgn25 bzw. dgn200.
<b>GEWISS</b>	Gewässerinformationssystem Schweiz



## 2 Ziele des Projektes

Im Rahmen der Realisierung des Gewässerinformationssystems Schweiz GEWISS hat das Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) entschieden, das Gewässernetz 1:25'000 als das massgebende Gewässernetz auf Bundesebene zu verwenden. Bisher war dies das Gewässernetz 1:200'000. In früheren Versionen des dgn25 waren deshalb nur jene Gewässer strukturiert, welche auch im dgn200 enthalten waren. Alle übrigen Gewässerabschnitte des dgn25 konnten nur eingeschränkt, z.B. für reine Netzwerkanalysen verwendet werden. Es war nicht möglich, im dgn25 Objekte auf Gewässerabschnitten zu referenzieren, die nicht Teil des dgn200 waren, da für diese Abschnitte noch keine entsprechende Adressierung aufgebaut wurde.

Ziel des Projektes "Strukturierung Gewässernetz 1:25'000" war es deshalb, das Gewässernetz vollständig zu strukturieren und zu adressieren. Alle Gewässer sollten eine Numerierung erhalten, die sich auf deren Struktur abstützt. Als Quelle der Strukturinformation dienten dabei die kantonalen Gewässernetze, wo diese bereits strukturiert sind.

Damit soll unter anderem ermöglicht werden, dass das gesamte Gewässernetz 1:25'000 auf dem Gebiet der Schweiz als linear adressiertes Referenzsystem verwendet werden kann. Vorteile ergeben sich insbesondere dadurch, dass ein schweizweit einheitliches System der Adressierung angewendet wird und ein kantonsübergreifend konsistentes Regelwerk zur Strukturierung zur Anwendung kommt. Der Austausch von gewässerbezogenen Geodaten zwischen Bund und Kantonen wird so erheblich vereinfacht, weil beide Verwaltungsebenen mit gleich strukturierten Gewässernetzen arbeiten.



## **3 Das Datenmodell gwn25-07**

Im Rahmen der Vorarbeiten zum Projekt Strukturierung Gewässernetz 1:25'000 hat das BWG zusammen mit der swisstopo auch das Datenmodell gwn25-07 zum Gewässernetz überarbeitet und bei den Kantonen und anderen Kunden vernehmlasset. In einigen Punkten unterscheidet sich das daraus entstandene Produkt erheblich von früheren Versionen. Nur geringe Änderungen wurden hingegen am Geometrieteil vorgenommen.

Das vorliegende Kapitel beschreibt die wesentlichen Neuerungen am Modell und gewisse Konsequenzen für den Prozess der Strukturierung des Gewässernetzes. Die vollständigen Schemata der darauf basierenden swisstopo-Produkte sind im Anhang zu finden. Das umfassende Regelwerk zur Gewässerstrukturierung ist in Kapitel 4 beschrieben.

### **3.1 Die Referenzgeometrie**

Das neue digitale Gewässernetz besteht einerseits aus der so genannten Referenzgeometrie und andererseits aus mehreren Strukturebenen, welche die aggregierten Objekte Gewässer und Gewässerläufe enthalten.

Zur Referenzgeometrie gehören zwei Geometriedatensätze: Zum einen ein Netz aus gerichteten Kanten (gwn), welches die Fliessgewässerachsen und Seen umfasst und zum anderen die Kalibrierungspunkte (gwk), welche die stabile Adressierung beinhalten.

Aus den Referenzgeometrien gwn und gwk können Objekte der Strukturebene Gewässer und Gewässerläufe gebildet werden, die die Voraussetzung für die lineare Referenzierung sind. Das Geometriemodell des Gewässernetzes hat gegenüber früheren Versionen nur unwesentlich geändert und soll hier deshalb nicht mehr im Detail ausgeführt werden. Eine kurze Umschreibung der Geometrieobjekte ist bereits in Kapitel 3.1 gegeben.

Zu beachten ist allerdings, dass gewisse Anpassungen im Modell auch Auswirkungen auf die Ausprägung der Geometrien haben. So besteht die Liniengeometrie wie bis anhin aus gerichteten Kanten. Diese bilden aber künftig keine Knoten mehr an Schnitt- und Berührungspunkten der Kantonsgrenzen. Der ursprüngliche Zweck der Abschnittswchsel an Grenzen -die Vorgabe einer stabilen Adressierung- wird künftig von den Kalibrierungspunkten der Referenzgeometrie erfüllt. Zu erwähnen ist auch, dass die Strukturebene Gewässerläufe als eigenes Geometrieprodukt verfügbar ist. Dessen Geometrie zeichnet sich dadurch aus, dass die Stützpunkte der Kanten zusätzlich noch die Adressierung tragen.

#### **3.1.1 Die Referenzgeometrie gwn**

Die Ebene gwn beinhaltet die geometrischen Objekte des Gewässernetzes. Sie besteht aus einem Satz von kohärenten, gerichteten Kanten, die die Fliessgewässerachsen oder - im Falle von Seen und Inseln- die Uferlinien abbilden. Bei Fliessgewässern sind die Kanten in Fliessrichtung, bei den Seeuferlinien im Gegenuhrzeigersinn und bei Inselufern im Uhrzeigersinn gerichtet. Zur Referenzgeometrie gehören auch die sog. Seeachsen, die Fortsetzung der Fliessgewässer in den Seen bis zur Achse des Vorfluters, welcher den

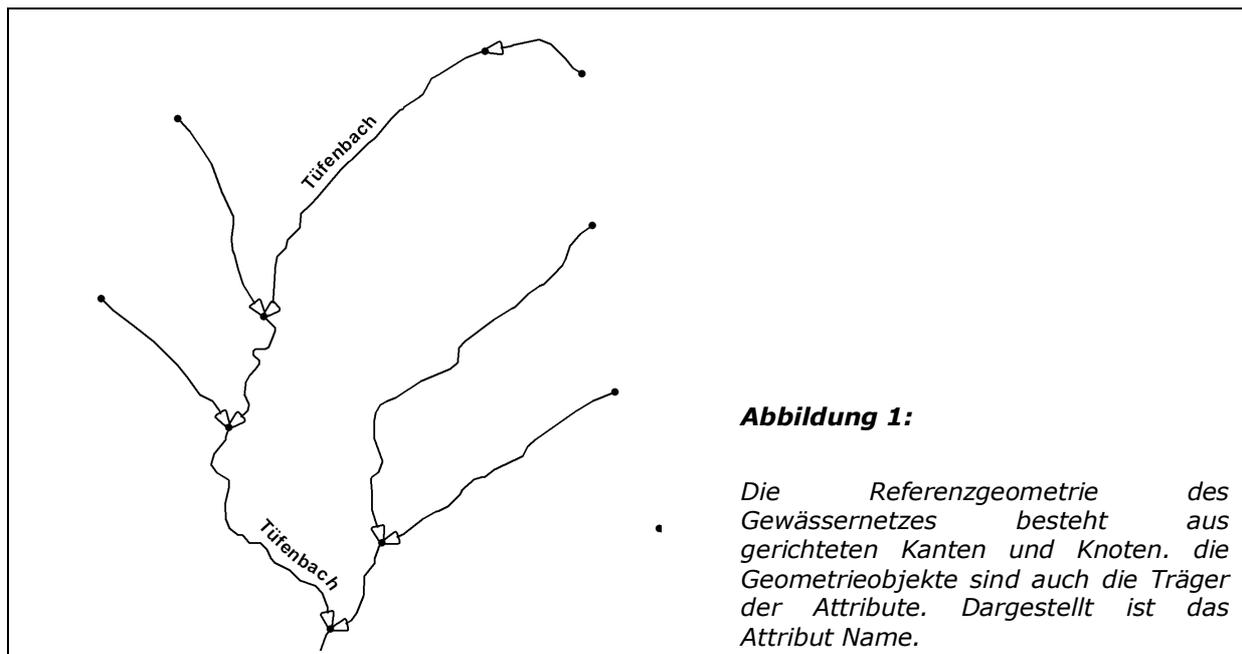


See durchquert. Die Seeachsen garantieren zusammenhängende Fließgewässernetze von der Quelle bis zur Mündung und ein topologisch vollständiges und korrektes Netzwerk.

Ebenfalls zur Ebene gwn gehören die Gewässernetzknoten gwn\_k. Jede Kante weist am Anfang und am Ende einen Knoten auf. Zwischen zwei miteinander verbundenen Kanten existiert jeweils nur ein Knoten, welcher gleichzeitig den Endpunkt der einen Kante und den Anfangspunkt der nächsten Kante darstellt. Diese Gewässernetzknoten dürfen nicht mit der Referenzgeometrie gw\_k verwechselt werden.

Die Geometrieobjekte sind die Träger der Attribute. So enthalten die Linienobjekte unter anderem diejenigen Attribute, die für die Bildung der Strukturobjekte der Ebene gwl notwendig sind. Auch die Objektart (See, Bach, Seeinsel, Kanal etc.) ist als Attributinformation auf den Geometrieobjekten abgelegt. Die Gewässernetzknoten enthalten zudem ein Schlüsselattribut, mit welchem die Verknüpfung zu den Referenzorten hergestellt werden kann.

Schon in früheren Versionen wurden die Gewässernetze für Anwendungen konzipiert, die Netzwerktopologien voraussetzen. Auch die Ebene Gewässernetz alleine erlaubt bereits Netzwerkanalysen. Ein linear adressiertes Referenzsystem ist dazu nicht notwendig.



Ein ausführlicher Beschrieb des Produktes Gewässernetz ist auf der swisstopo-homepage [3] zu finden.

### 3.1.2 Die Referenzgeometrie gw\_k

Ein linear adressiertes Referenzsystem setzt Orte mit stabiler Adresse voraus. Auf dem Gewässernetz nach dem Modell gwn25-07 ist die Adressierung an sogenannten Kalibrierungspunkten festgelegt. Mithilfe dieser Orte gegebener Adressierung und zusammen mit der Gewässerlaufnummer kann auf dem gesamten Gewässernetz ein lineares, adressiertes Referenzsystem erzeugt werden.

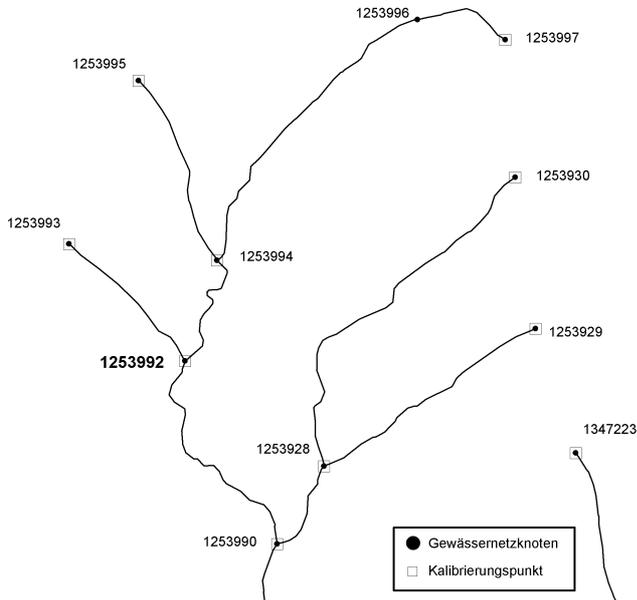
Die für den Kalibrierungspunkt vorgegebene Adresse bleibt nur konstant solange der Punkt seine Lage im Raum nicht ändert. Verschiebt sich ein Kalibrierungspunkt, so muss die korrekte Adresse neu ermittelt werden.



Ein Kalibrierungspunkt wird gebildet durch die Verknüpfung so genannter Referenzorte mit den Gewässernetzknoten. Die Referenzorte werden in einer geometriellosen Tabelle, d.h. ohne Angabe von Koordinaten, gehalten. Diese beinhaltet lediglich die Adresse und die Kennung des Gewässerlaufs für welchen diese Adresse gilt.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, beschreibt ein Referenzort ausserdem die Rolle eines Gewässernetzknotens gegenüber den mit ihm verknüpften Gewässerkanten. So umfasst ein Gewässernetzknoten an der Mündung eines Fließgewässers in einen Vorfluter typischerweise zwei Referenzorte: Für das Seitengewässer einen Ort mit der Rolle 'Start einer Fließgewässerachse' und der Adresse Null, und für den Vorfluter einen Ort mit der Rolle 'Zufluss auf Fließgewässerachse' und einer Adresse grösser Null.

Der Referenzort, d.h. die Beschreibung der Rollen und der Adresse, sind massstabsunabhängig. Die Lage des zugehörigen Gewässernetzknotens kann zwischen den Gewässernetzen gwn200 und gwn25 aufgrund unterschiedlich starker Generalisierung jedoch variieren. "



**Abbildung 2:**

**Links:** Die meisten der Gewässernetzknoten stellen einen oder mehrere Kalibrierungspunkt der. Diese bilden die Grundlage der Adressierung des Gewässernetzes.

**Unten:** Die Kalibrierungspunkte entstehen durch die Verknüpfung der Gewässernetzknoten mit den Referenzorten.

### Gewässernetzknoten

GEOMETRY	OBJECTID	OBJECTVAL	OBJECTORIG	YEAROFCHAN
Punkt	17848417		GN25	2002
<b>Punkt</b>	<b>1253992</b>	<b>Kalibrierungspunkt</b>	<b>LK25</b>	<b>1998</b>
Punkt	1244590		LK25	1998
...	...	...	...	...

### Referenzorte-Tabelle

N_OBJECTID	GEWISSNR	LAUFNR	LINST	GWLNDR	MEASURE	TOPORT
1253993	285	0	SG	SG0002850015	242	Ende von Fliessgewässerachse
<b>1253992</b>	<b>285</b>	<b>0</b>	<b>CH</b>	<b>CH0002850000</b>	<b>1043</b>	<b>Zufluss auf Fliessgewässerachse</b>
<b>1253992</b>	<b>285</b>	<b>15</b>	<b>SG</b>	<b>SG0002850015</b>	<b>0</b>	<b>Start Fliessgewässerachse</b>
1253990	285	0	CH	CH0002850000	847	Zufluss auf Fliessgewässerachse
...	...	...	...	...	...	...



## 3.2 Strukturattribute

Die wesentlichen Neuerungen im Datenmodell gwn25-07 beschränken sich auf die so genannten Strukturattribute (Gewissnummer, Nebenarmnummer bzw. neu Laufnummer und die strukturgebende Instanz) und auf ein neues Konzept zur Verwaltung und Pflege der Adressierung. Die von der swisstopo verwalteten Attribute (GEOMETRIE, OBJECTVAL, OBJECTID etc.) werden im Rahmen der Realisierung des topografischen Landschaftsmodells überarbeitet und bleiben vorerst unverändert. Das komplette Regelwerk zur Vergabe der Gewissnummern, Laufnummern und Strukturinstanzen ist in Kapitel 4 ausgeführt.

### 3.2.1 GEWISS-Nummer, Attribut GEWISSNR

Die in den früheren Gewässernetzen dgn25 und dgn200 etablierte Struktur beschränkte sich auf die Objekte der Landeskarte 1:200'000. Nur für die darin enthaltenen Gewässer wurde durch das damalige BWG eine Struktur festgelegt. Diese wurde traditionell über die Namen der Gewässer definiert, während die dazu verwendete GEWISS-Nummer willkürlich nach dem Bearbeitungszeitpunkt gewählt wurde.

Im neuen gwn25 werden die kantonalen Strukturen abgebildet. Zur Strukturierung des Gewässernetzes wurden aus Gründen der Einheitlichkeit zwar die kantonalen Gewässernetze und Gewässerlaufnummern herangezogen, nicht aber deren eigentliche Codierungen. Stattdessen wurden kantonsspezifisch zusätzlich GEWISS-Nummern vergeben. Die pro Kanton zur Verfügung stehenden Nummernbereiche sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die bisher durch den Bund strukturierten Gewässer belegen die GEWISS-Nummer 1 bis 10005. Neu durch den Bund strukturierte Gewässer erhalten eine GEWISS-Nummer ab 11000.

GEWISSNR	Kanton	BfSNr	GEWISSNR	Kanton	BfSNr
100'000-129'999	ZH	1	430'000-449'999	SH	14
130'000-179'999	BE	2	450'000-469'999	AR	15
180'000-209'999	LU	3	470'000-489'999	AI	16
210'000-239'999	UR	4	490'000-519'999	SG	17
240'000-269'999	SZ	5	520'000-569'999	GR	18
270'000-289'999	OW	6	570'000-589'999	AG	19
290'000-309'999	NW	7	590'000-609'999	TG	20
310'000-329'999	GL	8	610'000-629'999	TI	21
330'000-349'999	ZG	9	630'000-659'999	VD	22
350'000-379'999	FR	10	660'000-699'999	VS	23
380'000-399'999	SO	11	700'000-719'999	NE	24
400'000-409'999	BS	12	720'000-739'999	GE	25
410'000-429'999	BL	13	740'000-769'999	JU	26

**Tabelle 1:** Nummernbereiche für das Attribut GEWISSNR gemäss Datenmodell zum gwn25-07



### 3.2.2 Laufnummer, Attribut LAUFNR

Das Konzept Nebenarme und Nebenarmnummer früherer Versionen des Gewässernetzes wurde im neuen Modell durch die sogenannte Laufnummer ersetzt. Nicht nur Nebenarme, die zu einem Hauptgewässer parallel verlaufen, haben eine Laufnummer grösser Null, sondern neu alle Fließgewässer, die kürzer als 250m sind. Auch für Seen mit einem Umfang kleiner als 250m ist die Laufnummer grösser Null. Das Attribut Laufnummer darf nicht mit der Gewässerlaufnummer GWLNR verwechselt werden.

Laufnummer	Bedeutung
0	Hauptgewässer mit eigener Gewisnummer
> 0	Nebengewässer, Kleinseen oder Seeinseln ohne eigene Gewisnummer.
- 1	Gewässer mit schnell ändernder Geometrie oder Gewässer im benachbarten Ausland; ohne Adressierung
999	Seeachsen

Die Laufnummer -1 dient der Definition von Nebenarmen, für welche eine Adressierung nicht angebracht oder nicht sinnvoll ist, z.B. bei dynamischen Nebenarmen mit schnell ändernder Geometrie.

### 3.2.3 Strukturgebende Instanz, Attribut LINST

Das Attribut LINST wurde im Modell gwn25-07 neu eingeführt. Es bezeichnet die strukturgebende Instanz. Wenn beim Aufbau des Gewässernetzes die kantonale Strukturinformation übernommen wurde, ist der entsprechende Kanton der Strukturgeber. In allen anderen Fällen ist dies der Bund. Das Attribut kann die Werte aller 26 Kantonskürzel und den Wert 'CH' annehmen oder es kann -bei Gewässern im benachbarten Ausland- leer bleiben. Kantonsüberschreitende Gewässer werden grundsätzlich vom Bund strukturiert und haben deshalb immer den Attributwert 'CH'.

LINST	Bedeutung
'AG', 'AI', ... , 'ZH'	Die strukturgebende Instanz ist ein Kanton oder Liechtenstein.
'CH'	Die Struktur wurde durch den Bund definiert.
leer	Es wurde keine Struktur definiert (Ausland).

Hat ein Gewässer den Bund als strukturgebende Instanz, so muss dies nicht bedeuten, dass sich die Struktur zwischen Bund und Kanton unterscheidet.



### 3.2.4 Gewässerlaufnummer, Attribut GWLNR

Der bisherige Strukturgeber der Gewässerläufe -die Kombination aus GEWISS-Nummer und Nebenarmnummer- wurde mit einigen Modifikationen übernommen. Die Gewässerlaufnummer setzt sich neu aus den Attributen LINST, GEWISSNR und LAUFNR zusammen und ist im Attribut GWLNR abgelegt. Sie ist wie folgt aufgebaut:

Position 1-2 : LINST  
Position 3-8 : GEWISSNR  
Position 9-12 : LAUFNR

Benötigt die GEWISS-Nummer weniger Stellen als in der Gewässerlaufnummer vorgesehen, wird sie linksseitig mit Nullen ergänzt. Analog wird die Laufnummer ergänzt.

Beispiel	Formatiert	GWLNR
LINST = „AG“ GEWISSNR = 3422 LAUFNR = 3	AG 003422 0003	AG0034220003

Waren bis anhin Gewässerläufe mit identischer Gewisnummer aber unterschiedlicher Nebenarmnummer eher die Ausnahme, so sind sie im neuen Gewässernetz, aufgrund der neuen Definition der Laufnummer recht häufig. Zahlreiche Gewässerläufe können dieselbe Gewisnummer tragen und sich nur in der Laufnummer unterscheiden. Dies bedeutet, dass das Attribut GEWISSNR auf keinen Fall mehr alleine als Identifikator für einen Gewässerlauf oder ein Ereignis am Gewässer verwendet werden soll, sondern dass unbedingt mit der Gewässerlaufnummer GWLNR gearbeitet werden muss.

## 3.3 Weitere Attribute

### 3.3.1 Bachnummer

Als Reaktion auf die Rückmeldungen und Anpassungswünsche der Kantone wurde auch ein Attribut 'BACHNR' in das Modell aufgenommen, welches dasjenige kantonale Attribut (bzw. dessen Ausprägungen) enthält, welches zur Strukturierung des Gewässernetzes herangezogen wurde. Aufgrund der Strukturierungsregeln (s. Kapitel 4) ist es möglich, jedem Geometrieobjekt der Referenzgeometrie gwn genau eine -oder keine- Bachnummer zuzuordnen.

### 3.3.2 Namen

Im gwn25 sind die Gewässernamen weiterhin als Attribut jedes Geometrieobjektes der Ebene gwn modelliert. Auf der Strukturebene Gewässerlauf besteht aber wie bisher die Einschränkung, dass höchstens ein Name zulässig ist. Dies führt insbesondere an den Sprachgrenzen, aber auch bei regionalen Bezeichnungen zu Inkonsistenzen.

Ausserdem wurden bei der Strukturierung des Gewässernetzes die Gewässernamen nicht bearbeitet. Wo aufgrund der kantonalen Strukturinformation die bereits etablierte Struktur des Gewässernetzes angepasst werden musste, besteht deshalb vorerst eine



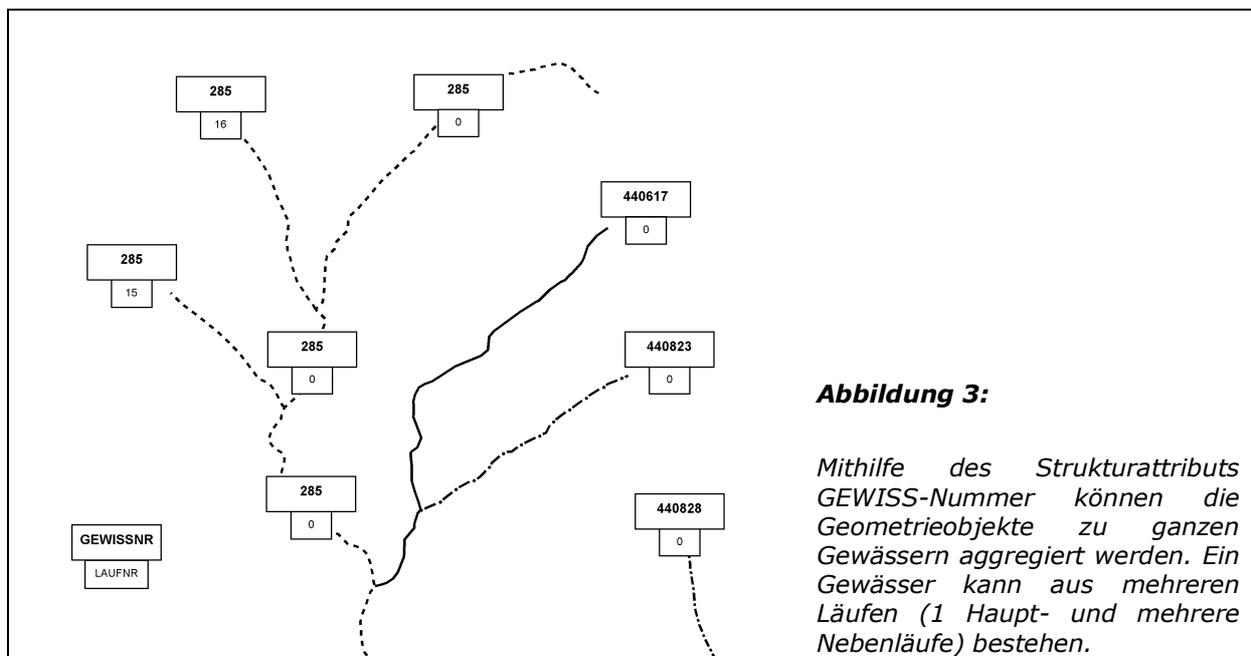
Abweichung zu den Namen der Gewässer. Dies äussert sich z.B. darin, dass ein Fließgewässer entlang seines Laufes den Namen ändern kann.

Weil die Namen-Problematik im Rahmen des Topographischen Landschaftsmodells (TLM) 1:25'000 themenübergreifend angegangen wird, wurde im Rahmen des Projektes Gewässernetzstrukturierung keine eigene Lösung gesucht.

### **3.4 Strukturebene**

Über die Attributausprägungen der Geometrieobjekte aus gwn können die Strukturobjekte Gewässer und Gewässerlauf abgeleitet werden. Diese werden in den gleichnamigen Strukturebenen verwaltet.

#### **3.4.1 Strukturebene Gewässer**

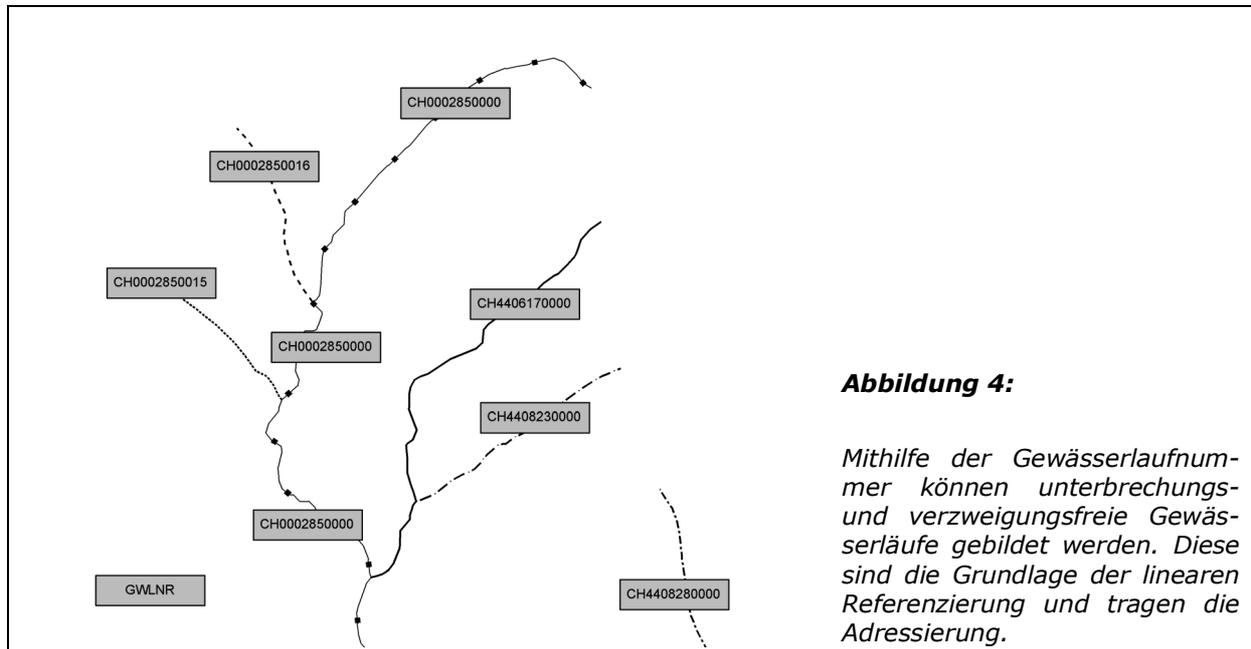


Basierend auf dem Attribut GEWISS-Nummer können die Geometrieobjekte der Ebene gwn zu Strukturobjekten, d.h. zu ganzen Gewässern aggregiert werden. Geometrieobjekte mit unterschiedlichen Objektarten (Fluss, Bach, Seeachse) und unterschiedlichen Laufnummern ergeben somit ein Gewässer.

Die Strukturebene Gewässer wird nicht als eigener Datensatz vertrieben, kann bei Bedarf jedoch mit Hilfe eines GIS problemlos erzeugt werden.

#### **3.4.2 Strukturebene Gewässerläufe**

Über die Ausprägungen des Attributs GWLNR können die Linienobjekte der Referenzgeometrie zu ganzen Gewässerläufen aggregiert werden. Das Strukturattribut GWLNR garantiert dabei, dass die daraus aggregierten Gewässerläufe verzweigungs- und lückenfrei sind. Ein Objekt der Ebene Gewässerlauf gehört immer auch einem Objekt der Ebene Gewässer an.



Zusätzlich kann mit den Kalibrierungspunkten gwk (geeignete Werkzeuge vorausgesetzt) auf den Gewässerläufen eine schweizweit konsistente und kantonsübergreifende Adressierung erzeugt werden. Diese ist die Grundvoraussetzung, um Objekte auf dem Gewässer eindeutig verorten zu können.

Gewässerläufe werden mit dem Attribut OBJECTVAL in die Typen 'Hauptlauf', 'Nebenlauf', 'Seeanschluss', 'Seeufer' und 'Inselufer' untergliedert, für die jeweils eigene Regeln in Bezug auf Adressierung und Attributvergabe gelten. Wie diese Objektarten erzeugt werden, ist in Kap. A.5 genauer beschrieben.

Da die Struktur des Gewässernetzes wegen der Anpassung an die kantonalen Daten geändert hat, können Ereignisthemen, die vor 2007 erstellt wurden, nicht direkt auf das neue Gewässernetz übertragen werden. Dies ist aber schon deshalb nicht möglich, weil die neue Gewässerlaufnummer GWLNR einen völlig anderen Aufbau als das bisherige Attribut GWL25 besitzt.

### **3.5 Adressierung**

Die Adresse dient der räumlichen Referenzierung von Objekten an Gewässern. Sie beschreibt die Lage eines Objektes auf einem Gewässerlauf, beispielsweise als Entfernung von der Mündung über ein Distanzmass.

Für die Gewässer des dgn20099 und dgn2599 wurde die Adressierung basierend auf der Länge der Geometrieobjekte, Stand 1999 berechnet. Sie entsprach somit genau dem Gewässerkilometer, d.h. dem Abstand von der Mündung. Die Kilometrierung wurde über die Gewässerabschnitte und deren Attribute VON\_ADRESSE und ZU\_ADRESSE zur Verfügung gestellt. Die Grenzen der Gewässerabschnitte stellten Orte stabiler Kilometrierung dar, an denen die Werte obiger Attribute unveränderlich gehalten wurden.

Dies ermöglichte einfache, abschnittsbasierte Analysen ohne GI-Systeme und eine grobe Lokalisierung gewässerbezogener Informationen. Umgekehrt war aber eine Umwandlung dieser Abschnittsdaten in eine Adressierung notwendig, bevor lineare Referenzierung möglich wurde.



Mit dem neuen Datenmodell gwn25-07 fallen die Gewässerabschnittsnummern wie auch die Attribute VON\_ADRESSE und ZU\_ADRESSE weg. Die Fixpunkte der Adressierung werden über die in Kapitel 3.1.2 erläuterten Kalibrierungspunkte geführt. Über die Kalibrierungspunkte der Referenzgeometrie gwk wird zudem sichergestellt, dass in den Gewässernetzen gwn25 und gwn200 dieselbe Adressierung verwendet wird.

Die 1999 festgelegte Adressierung für die Gewässer des dgn25 ist in eingeschränktem Masse weiterhin gültig. Aufgrund der Veränderungen in der Geometrie der Gewässerläufe und der Struktur des Gewässernetzes weicht die Adressierung stellenweise von einer 'echten' Kilometrierung, d.h. von der realen Distanz zur Mündung, ab.

Geeignete Werkzeuge vorausgesetzt, können mit den Kalibrierungspunkten und der Ebene gwn adressierte Gewässerläufe erzeugt werden. Mit dem Produkt gwL von swisstopo stehen solche Gewässerläufe allerdings bereits im proprietären (ESRI-) Format PolyLineM zur Verfügung. Die fixen Adressen der Kalibrierungspunkte sind darin als M-Werte auf die Knoten der Linien übertragen und dazwischen auf die Stützpunkte linear interpoliert.

### **3.6 Konsistenz mit dem Gewässernetz 1:200'000**

Während das Gewässernetz gwn200 bereits 2005 im Rahmen der Umstellung auf das neue topographische Landschafts-Modell (TLM) migriert wurde, ist das gwn25 erstmals im Release 2007 auf Basis des neuen Modells gwn25-07 erhältlich.

Wo aufgrund der kantonalen Gewässernetze die etablierte Struktur des gwn25 angepasst wurde, besteht zumindest vorübergehend eine Inkonsistenz zur Struktur des gwn200. Entsprechende Differenzen wurden identifiziert und an swisstopo weitergeleitet, wo sie im Rahmen der üblichen Nachführung teilweise bereinigt werden. Inkonsistenzen ergeben sich oftmals alleine durch die unterschiedliche Geometrie von gwn25 und gwn200.

'Echte' Strukturdifferenzen, d.h. solche die keinen geometrischen Ursprung haben, werden im Laufe der Nachführung bereinigt, indem die Struktur des gwn200 an die Struktur des gwn25 angepasst wird. Echte Strukturdifferenzen zwischen gwn25 und gwn200 treten beispielsweise an Seeinseln auf. Diese hatten bisher eine eigene GEWISS-Nummer und waren somit eigenständige 'Gewässer'. Neu sind sie als Nebenlauf der Seen modelliert und haben somit dieselbe GEWISS-Nummer wie der Seeperimeter. Von diesem sind sie zu unterscheiden durch die Laufnummer, die grösser als Null ist.



## **4 Grundsätze der Strukturierung**

### **4.1 Einleitung**

Im neuen Gewässernetz wurde die bereits etablierte Struktur des dgn25 durch kantonale Daten systematisch und nach einheitlichen Regeln ergänzt: Überall dort, wo digitale und strukturierte Gewässernetze existieren, wurden diese in das neue Gewässernetz übernommen.

In diesem Kapitel wird die Gesamtheit der Regeln aufgelistet, die bei der Gewässerstrukturierung angewendet wurden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden diese aber losgelöst von den Transformations- und Strukturierungsschritten aufgezeigt, in denen sie effektiv zum Einsatz kommen.

### **4.2 Strukturierungsregeln**

#### **4.2.1 Fliessgewässer**

Die grundsätzlichen und wichtigsten Regeln zur Fliessgewässerstrukturierung lassen sich in untenstehender Liste finden. Ein umfassender Entscheidungsbaum, welcher die Regeln bis zur Vergabe der Attribute GEWISSNR, LAUFNR und LINST aufzeigt, ist in im Anhang gegeben.

- Ein Fliessgewässerlauf reicht von der Quelle bis zur Mündung.
- Die Gewässerläufe der Fliessgewässer werden anhand des Kriteriums oberirdische Länge des Gewässerlaufs in Haupt- und Nebenläufe gegliedert. Ein Hauptlauf besitzt eine oberirdische Länge von > 250m. Nebenläufe sind kürzer als 250 m. Es ist zulässig, dass ein Hauptlauf in einen Nebenlauf mündet.
- Haupt- und zugehörige Nebenläufe werden zu Gewässern aggregiert. Dabei erhalten ein Hauptlauf und die in den Hauptlauf entwässernden Nebenläufe dieselbe GEWISS-Nummer.
- Nebenläufe erhalten keine eigene GEWISS-Nummer.
- Nebenläufe ohne Vorfluter werden je Kanton mit einer einzigen GEWISS-Nummer zusammengefasst. Sie unterscheiden sich durch die Laufnummer. Die GEWISS-Nummer stammt aus dem unteren Nummernbereich des jeweiligen Kantons (s. Tabelle 1).
- Wo eine kantonale Struktur existiert, wird diese übernommen.
- Bereits vom Bund strukturierte Gewässerläufe werden beibehalten, sofern sie mit der kantonalen Struktur übereinstimmen



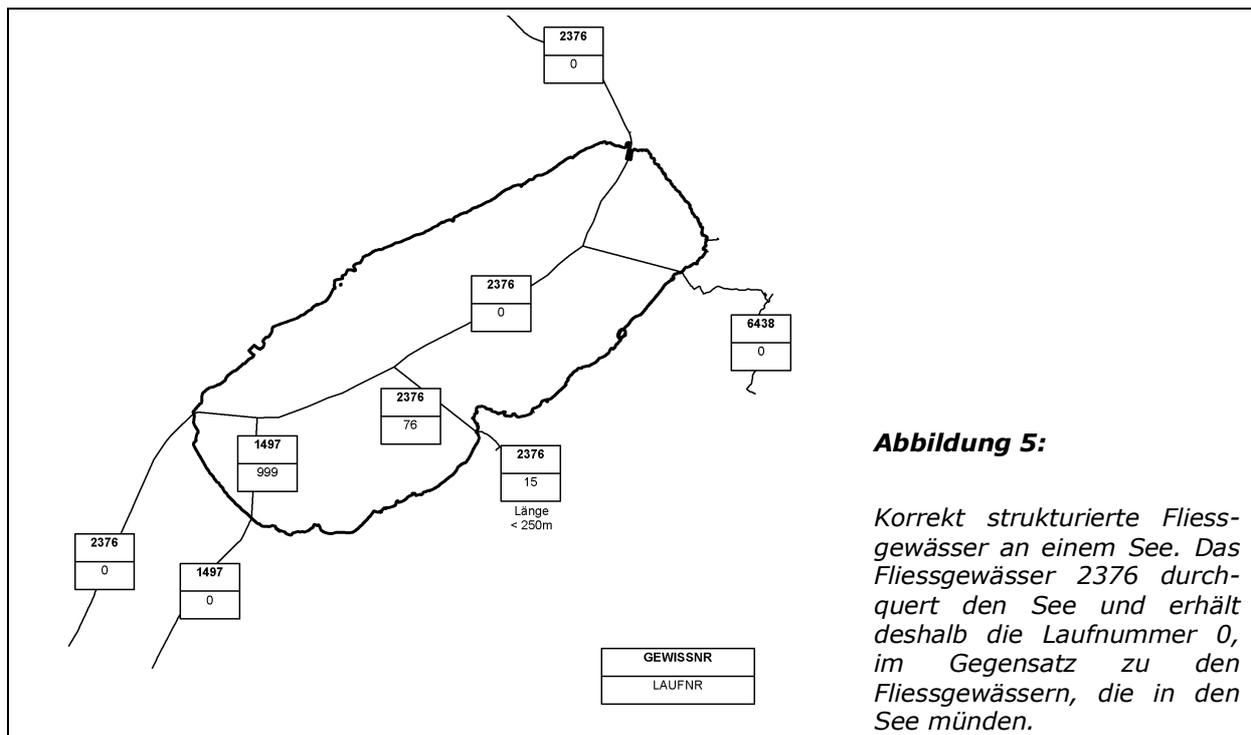
- Wo sich Differenzen zwischen kantonaler und bestehender Bundesstruktur manifestieren, wird der kantonalen Struktur der Vorrang gegeben. Die Struktur wird aber nur übernommen, wenn ein ganzer Gewässerlauf von der Quelle bis zur Mündung entsteht.
- Der Bund übernimmt die Strukturierung von Gewässern, die von den Kantonen nicht strukturiert wurden.
- Kantonsübergreifende Fließgewässer werden vom Bund strukturiert.
- Die Vergabe von GEWISS-Nummern erfolgt durch den Bund nach Kanton festgelegten Nummernbereichen.
- Fließgewässer mit schnell ändernden Rinnen, z.B. dynamische Nebenarme in Auengebieten, erhalten die Laufnummer -1. Sie sind so als Geometrieobjekt einem Gewässer zugeordnet, stellen aber keinen eigenen Gewässerlauf dar und werden nicht adressiert.
- Wenn ein Nebenarm in einen See ohne Abfluss mündet, erbt er die GEWISS-Nummer des Sees
- Wenn ein Nebenarm in einen See mit einem Hauptarm als Abfluss mündet, erbt er die GEWISS-Nummer des Vorfluters
- Fließgewässer, die die Schweiz verlassen, also ihre Quelle oder ihre Mündung im benachbarten Ausland haben, tragen ihre Strukturattribute bis zum Knoten an der Landesgrenze oder höchstens bis zum ersten Knoten im Ausland.

#### **4.2.2 Seen, Seeinseln, Seeachsen**

- Seen mit einer Uferlänge grösser 250 m oder mit Inseln erhalten eine eigene GEWISS-Nummer.
- Seen mit einer Uferlänge kleiner 250m und keinen Inseln erhalten keine eigene GEWISS-Nummer. Sie werden je Kanton mit einer einzigen GEWISS-Nummer zusammengefasst und unterscheiden sich durch ihre Laufnummer.
- Inseln haben dieselbe GEWISS-Nummer wie der umgebende See und sind als dessen Nebenlauf modelliert. Sie haben eine Laufnummer, die grösser als Null ist.
- Seeachsen werden immer vom Bund strukturiert. Sie erhalten die GEWISS-Nummer des oberliegenden Fließgewässerlaufs.
- Seeachsen von Fließgewässern, die einen See durchqueren, erhalten die Laufnummer Null.



- Seeachsen von Fließgewässern grösser 250m, die in einen See münden, tragen die Laufnummer 999.
- Seeachsen von Fließgewässern kleiner 250m, die in einen See münden und (gemäss Kapitel 4.2.1) die GEWISS-Nummer vom Vorfluter übernehmen, erhalten eine Laufnummer grösser 0 und ungleich 999. Die Kombination der Attributwerte GEWISSNR + LAUFNR 999 muss eindeutig sein.
- Bereits etablierte Gewässerläufe, die einen See durchfliessen, werden beibehalten.
- Ist an einem See noch kein Gewässerlauf festgelegt worden, welcher den See durchfliesst, wird unter Einbezug aller oberliegenden Fließgewässer der längste mögliche Fließweg oberhalb des Seeausflussknotens ermittelt. Über die Kanten des längsten Fließwegs innerhalb des Sees (Seeachsen) wird ein Gewässerlauf etabliert.



### 4.3 Adressierung

Grundsätzlich werden alle Gewässer adressiert. Die Adressierung des Gewässernetzes wird weiterhin vom Bund und grösstenteils nach bisherigem Regelwerk vorgenommen.

Für die Gewässer des dgn25 wurde bereits 1999 eine Kilometrierung ausgehend von der damaligen Kantenlänge etabliert. Diese Kilometrierung bleibt auch im neuen Gewässernetz gültig, wo nicht die Struktur angepasst oder Mündungen neu plziert

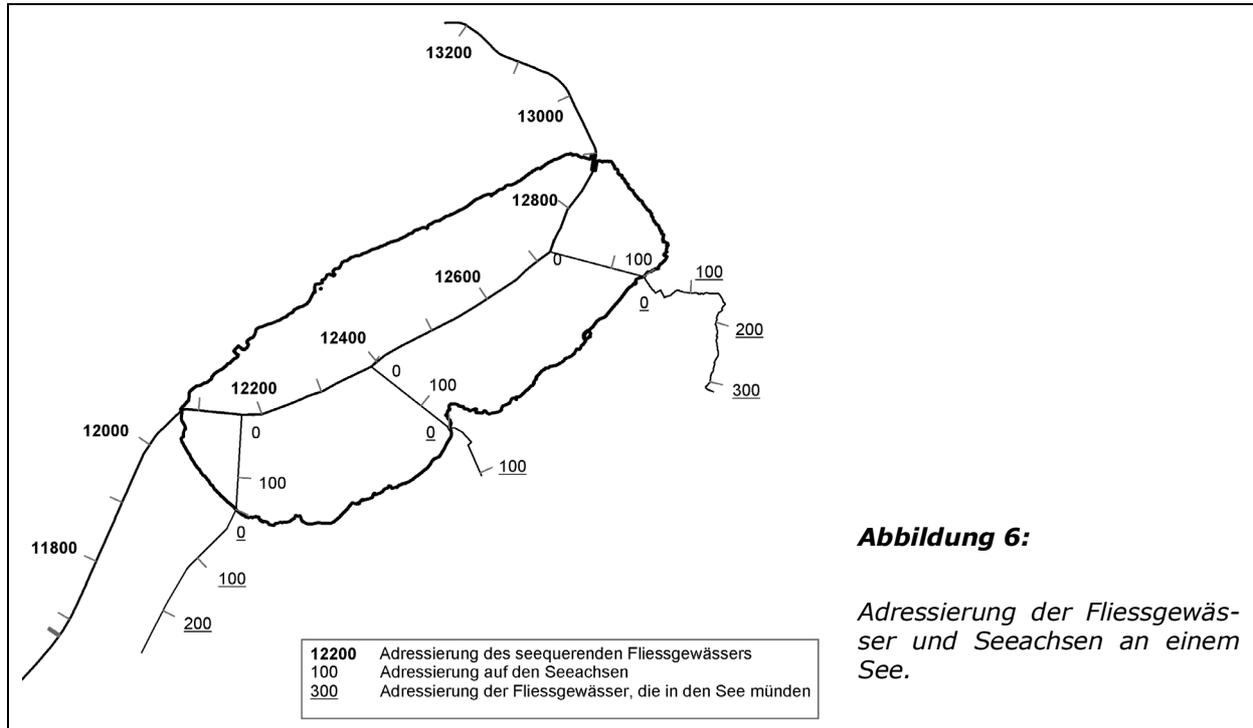


wurden. Aufgrund der Veränderungen in der Geometrie einzelner Fliessgewässer entspricht diese Kilometrierung jedoch nicht mehr der effektiven Länge, bzw. der Summe der Kantenlängen, des Gewässers bis zur Mündung. Diese Abweichungen werden bewusst in Kauf genommen.

Für die bisher noch nicht strukturierten Gewässer und für all jene Gewässer des dgn25, deren Adressierung aufgrund der kantonalen Strukturinformationen angepasst werden musste, gelten die nachfolgenden Regeln.

#### **4.3.1 Fliessgewässer**

- Generell beginnt die Adressierung bei Fliessgewässern am Mündungsknoten des Gewässerlaufs mit dem Wert Null.
- Bei Fliessgewässern, die einen See durchfliessen, läuft die Adressierung auf der Seeachse weiter durch den See.
- Bei Fliessgewässern, die in einen See münden, diesen aber nicht durchfliessen, beginnt die Adressierung des Fliessgewässers auf der Uferlinie mit dem Wert 0.
- Mündung in einen Fluss: Im Gegensatz zu Mündungen in Seen liegt der Nullpunkt der Adressierung auf der Flussachse des Vorfluters, nicht bei der Uferlinie des Flusses.
- Bei Quellen wird die Adresse nicht festgesetzt, da deren Lage ziemlich stark variieren kann. Statt einer fixen Adresse wird die Adresse bei einer Nachführung jeweils aus der Länge des letzten Abschnittes -dem Quellast- neu berechnet.
- Die Adressierung von Nebenarmen ist nicht wie bis anhin auf den Hauptarm eingepasst, sondern beginnt bei jedem Nebenarm (bzw. bei dessen Mündung) mit dem Wert Null.
- Die Adressierung von Seeachsen beginnt auf der Seeachse des Vorfluters mit dem Wert Null.
- Gewässerläufe mit der Laufnummer = -1 werden nicht adressiert.
- Gewässer, die die Schweiz verlassen, haben ihren Adressierungs-Ursprung auf der Landesgrenze.
- Gewässer, welche die Schweiz verlassen und keinen Knoten an der Landesgrenze besitzen, haben ihren Adressierungs-Nullpunkt an der ersten Mündung.
- Von den Kantonen strukturierte Gewässer, deren Mündung im Ausland liegt, haben ihren Adressierungsursprung (Wert Null) nicht auf der Landesgrenze, sondern auf dem untersten Knoten der Struktur.



**Abbildung 6:**

*Adressierung der Fließgewässer und Seeachsen an einem See.*

#### 4.3.2 Seen

- Die Adressierung von Seen beginnt am gemeinsamen Knoten Wegfluss / Seeuferlinie mit dem Wert 0. Sie verläuft im Uhrzeigersinn um den See und endet am Anfangsort.
- Fehlt ein Wegfluss, wird der Adressierungsursprung (Wert Null) des Sees auf einen Zufluss der Referenzgeometrie gwn gelegt.
- Liegt auch kein Zufluss vor, wird der Adressierungsursprung auf einen beliebigen Knoten gesetzt.
- Isolierte Kleinseen (ohne Zu- und Abfluss) werden nicht adressiert.

# Anhang

## A Ablauf der Gewässerstrukturierung

### A.1 Überblick

Das Befüllen des Modells nach Vorgabe der Strukturierungsregeln stellte ein komplexes Unterfangen mit mehreren Teilschritten dar. Die Strukturierung wurde deshalb in Form eines eigenständigen Projektes durchgeführt. In diesem Kapitel wird eine kurze Zusammenfassung zum Ablauf des Projektes gegeben, wobei die GIS-technischen Aspekte und die Datensicht, weniger die projektorganisatorischen Aspekte im Vordergrund stehen.

<b>Rohstrukturierung</b>		
<i>Aufbau einer vollständigen Struktur über das gesamte Gewässernetz 1:25'000.</i>		
Phase	Aktivität	Resultat
<b>Strukturtransfer</b>	Übertragung der kantonalen Strukturinformation -soweit möglich- auf die Kantonsoperat	0-100% strukturiertes Kantonsoperat
<b>Strukturergänzung</b>	Ergänzung der Struktur, dort wo keine Strukturinformationen von den Kantonen vorhanden war	Vollständig strukturiertes Kantonsoperat
<b>Strukturprüfung</b>	Erste Prüfungen der Qualität des Gewässerstruktur	Vollständig strukturiertes, auf Plausibilität geprüftes Kantonsoperat
<b>Strukturbereinigung</b>		
<i>Behebung von Unstimmigkeiten und Lücken im Gewässernetz, die durch das Zusammenfügen der Kantonsoperat und aufgrund fehlender kantonaler Strukturinformationen entstanden sind.</i>		
<b>Grenzwässer</b>	Bildung einer eindeutigen Struktur für kantonsübergreifende Gewässerläufe	
<b>Existierende Gewässerläufe</b>	Anpassung existierender (v200)-Gewässerläufe an die kantonalen Strukturen und Schaffung einer eindeutigen Beziehung	
<b>Seeachsen</b>	Bildung von durchgängigen Gewässerläufen in Seen	
<b>Pseudoknoten</b>	Elimination von Pseudoknoten und weitere Aggregation verbundener Gewässerläufe	
<b>Gewässerbildung</b>		
<i>Befüllen des Datenmodells mit den definitiven Werten für die Attribute GEWISSNR, LAUFNR, LINST.</i>		
<b>Adressierung</b>		
<i>Berechnung der Adressierung auf den neu definierten Gewässerläufen und Übertrag auf die Referenzorte.</i>		

### A.2 Basisdaten

Als Grundlage für die Strukturierung des Gewässernetzes und die Migration in das neue Datenmodell dienten einerseits das gwn25 der swisstopo mit Stand 2006 und andererseits die kantonalen Gewässernetze mit ihrer jeweiligen Strukturinformation.



Die von den Kantonen gelieferten Gewässernetze haben grösstenteils einen Datenstand zweite Hälfte 2005. Von 22 Kantonen war ein Gewässernetz mit Strukturdaten erhältlich. Bei vier Kantonen -Wallis, Fribourg, Graubünden, Zug- war die Strukturierung zum Zeitpunkt der Anfrage gerade im Gange, oder abgeschlossen und nur ein Teil der Gewässer strukturiert.

Erfreulicherweise waren zum Zeitpunkt der Anfrage bei 22 Kantonen die Gewässerläufe strukturiert (nicht nur Gewässer), was die Weiterverwendung für die Strukturierung wesentlich vereinfachte. Zwölf Kantone verwendeten eine Gewässer-ID, welcher der GEWISS-Nummer entsprach und meistens auch so benannt wurde.

### **A.3 Rohstrukturierung**

Die kantonalen Gewässernetze sind in verschiedener Hinsicht (Datenmodell, Masstab, Strukturierungskonzept etc.) heterogen. Zudem bilden sie in sich abgeschlossene Systeme, was zur Folge hat, dass grenzüberschreitende Gewässer in jedem Kanton eine andere Nummer und eine eigene Adressierung haben. Diese Tatsache erforderte für die Rohstrukturierung ein kantonsweises Vorgehen.

Die Rohstrukturierung wurde deshalb mit so genannten Kantonsoperaten bewerkstelligt, d.h. mit Auszügen aus dem gwn25, die jeweils dem zu bearbeitenden Kanton entsprachen. Die kantonalen Originaldaten wie auch das Kantonsoperat wurden als geometric network aufbereitet und mit einer Reihe von temporären Hilfsattributen versehen. Für den Transfer der kantonalen Strukturdaten auf das gwn25, die Ergänzung und Bereinigung der Strukturdaten sowie die Strukturprüfung wurde ausserdem ein GIS-Werkzeug entwickelt. Dieses ermöglichte eine effiziente und vollständige Abarbeitung der Rohstrukturierung.



Bei den Vorarbeiten zur Strukturierung von v25-gwn zeigten sich gewisse Fehler und Lücken in der Geometrie des swisstopo-Gewässernetzes. So existierten noch vereinzelt Kanten mit falscher Digitalisierichtung oder Unterbrüche auf Fliessgewässern. Ausserdem bestanden grössere Differenzen zu kantonalen Gewässernetzen bei unterirdischen Bachläufen. Diese Fehler und Differenzen wurden in Absprache mit swisstopo durch das BAFU noch vor der Rohstrukturierung bereinigt.

Abgesehen von diesen Korrekturen wurden an der Geometrie keinerlei Änderungen vorgenommen. Die Strukturierung des gwn25 beschränkte sich im Wesentlichen auf das Befüllen der Attribute GEWISSNR, LAUFNR, LINST und die Adressierung. Die Attribute ObjectID, ObjectOrigin, ObjectVal, YearofChange behielten entsprechend ihre Werte.



### A.3.1 Strukturtransfer

Ziel dieses Teilprozesses war die vollständige Übertragung der Strukturinformation aus dem kantonalen Gewässernetz auf das jeweilige Kantonsoperat. Nacheinander wurden dazu die kantonalen Objekte selektiert und deren Gewässerlauf-Information, d.h. der Inhalt des kantonalen Gewässerlaufattributs, auf den 'entsprechenden' Lauf des gwn25 übertragen. Aufgrund der teilweise grossen Abweichungen in der Geometrie des gwn25 und des kantonalen Gewässerlaufs liessen sich mehrere Fälle der 'Entsprechung' bzw. 'Nicht-entsprechung' unterscheiden. Diese sind in Kap. 0 festgehalten.

Pro Gewässerlauf des kantonalen Gewässernetzes wurde ein Status bezüglich des Transfers festgehalten (vollständig, teilweise, nicht möglich, Probleme, kein kant. gwn vorhanden). Der Teilprozess war jeweils dann abgeschlossen, wenn alle kantonalen Gewässerläufe einen Status erhalten haben.

Umgekehrt wurde auf den Kantonsoperaten (d.h. den Ausschnitten des v25-gwn für den jeweiligen Kanton) für jede Gewässerkante ein Status festgehalten (pendent, ok, bearbeitet aber Geometriefehler, sonstige). Auf den Kantonsoperaten war nach Abschluss des Strukturtransfers jeweils ein Anteil zwischen 0% und 100% aller Gewässer strukturiert.

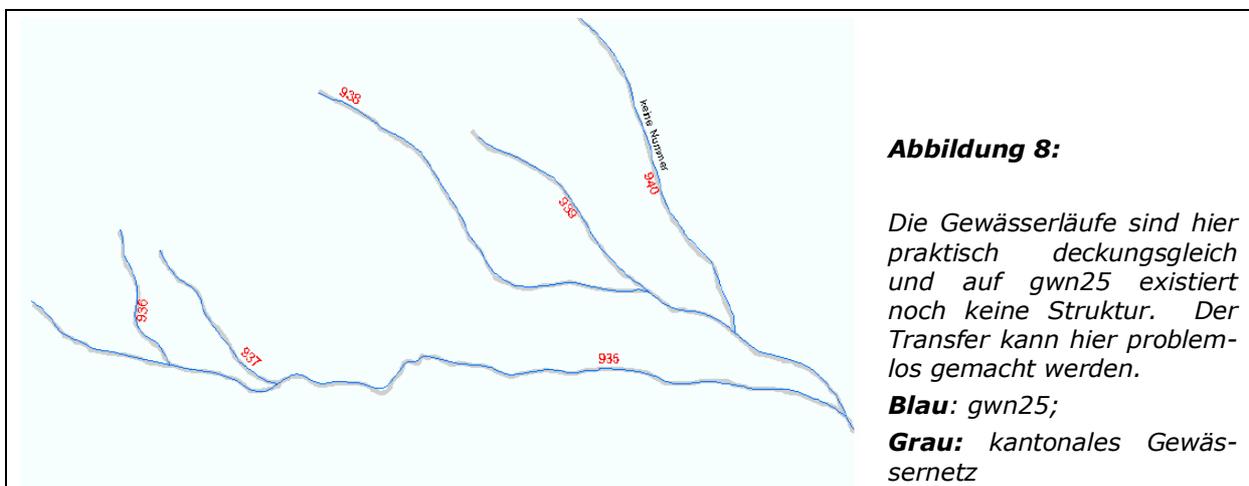
Es handelte sich bei diesem Arbeitsschritt um einen halbautomatischen Prozess, der sehr auf der Erfahrung und den Sachkenntnissen des Bearbeiters beruhte. Angesichts der vielen, teils sehr komplexen Transferfälle wurde mit Dokumentationen, Schulungen und Diskussionen versucht, einheitliche Bearbeitungsregeln zu schaffen, so dass gleiche Fälle auch gleich gehandhabt werden. Trotzdem kann nicht ganz ausgeschlossen werden, dass sich Unterschiede finden lassen, wie gewisse Situationen gehandhabt wurden.

Problematische Fälle waren insbesondere unterirdische Gewässerabschnitte, Nebenarme und Seeachsen. Bei den Seezuflüssen/Seeachsen entstanden Schwierigkeiten, weil nicht alle Kantone die Seen als Teil des Gewässernetzes führen und deshalb auch keine Seeachsen verwalten.

#### **Transfer-Fälle**

Beispielhaft werden hier nur der Idealfall und eine der möglichen komplexeren Situationen aufgezeigt.

#### **Idealfall**



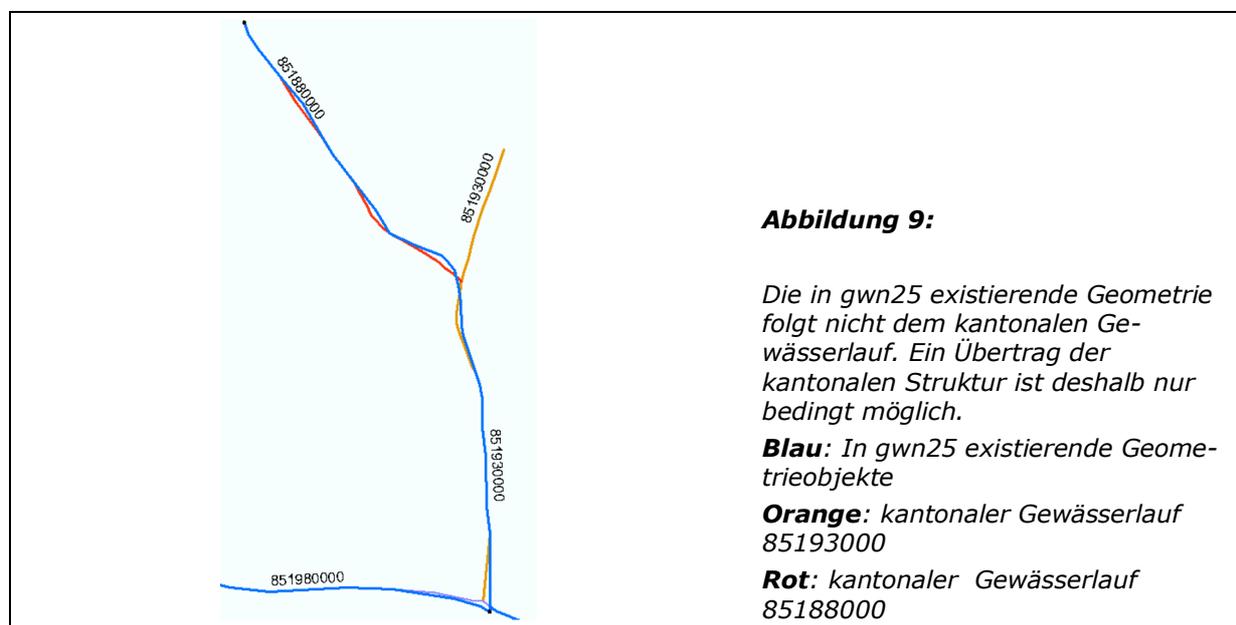


Die Struktur des kantonalen Gewässernetzes konnte jeweils dann vollständig übertragen werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt waren:

1. Der kantonale Gewässerlauf ist in gwn25 vorhanden.
2. Die beiden Gewässerläufe sind deckungsgleich oder in ihrer Struktur gleich.

Gleiche Struktur bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Gewässer den gleichen Vorfluter haben und der kürzere Gewässerlauf zumindest bis zum obersten Zufluss des längeren Gewässerlaufes reicht.

### **Spezialfall Gewässerläufe mit abweichender Geometrie**



In diesem Fall folgt die in gwn25 existierende Geometrie nicht durchwegs dem kantonalen Gewässerlauf (orange), sondern wechselt im oberen Teil auf einen zweiten Lauf (rot). Die kantonale Struktur kann nicht vollständig übernommen werden, da sonst auf dem gwn25 ein unterbrochener Gewässerlauf entstehen würde und die Grundregel, dass ein Gewässerlauf von der Quelle bis zur Mündung reicht, verletzt würde.

Als Lösung erhält der ganze Lauf aus gwn25 die Struktur des gelben kantonalen Gewässerlaufes, während dem roten kantonalen Lauf kein Objekt auf gwn25 zugeordnet wird.

### **A.3.2 Strukturergänzung**

Bei der Strukturergänzung wurden all jene Gewässer bearbeitet, bei welchen keine Strukturinformation aus den kantonalen Gewässernetzen übertragen werden konnten. Für die Kantone Wallis, Freiburg, Graubünden und Zug betraf dies sämtliche Gewässer der zugehörigen Kantonsoperete.

Die Strukturergänzung konnte halbautomatisch mittels des bereits vorgestellten Tools vorgenommen werden. Dieses konnte einzelne selektierte Gewässer durch Vergabe einer



Nummer oder ganze Einzugsgebiete, d.h. ganze Baumstrukturen automatisch strukturieren. Grundlage für die Definition von Gewässerläufen war die Länge der Geometrieobjekte.

Die Strukturergänzung war dann abgeschlossen, wenn das Gewässernetz eine vollständige Rohstruktur besass, d.h. wenn 100% der Gewässer eine (zumindest vorläufige) Nummer erhalten haben.

### **A.3.3 Strukturprüfung**

Die Strukturprüfung diente einer ersten Qualitätssicherung. Kantonsweise wurden folgende Punkte geprüft:

- Prüfung der Plausibilität der Objektarten (ObjectVal) innerhalb eines Gewässerlaufs. Pro Gewässerlauf waren nur Objektarten einer der Gruppen ‚Seen‘, ‚Seeinseln‘ oder ‚Fließgewässer‘ (Objektart = Bach, Fluss, Seeachse, Bach\_U etc.) erlaubt.
- Prüfung der Topologie. Unterbrüche, Verzweigungen, konvergierende oder divergierende Fließrichtungen innerhalb eines Gewässerlaufes wurden als Fehler markiert.
- Prüfung der Topologie auf potentielle Dangling nodes.

## **A.4 Strukturbereinigung**

Nach Abschluss der Rohstrukturierung lagen 26 Kantonsoperate vor, deren Strukturinformation auf gwn25 zu transferieren war. Durch die Kombination der 26 unabhängigen Operate ergaben sich gezwungenermassen Unstimmigkeiten, die zu beheben waren. Dies wurde in der Phase Strukturbereinigung bewerkstelligt.

Die Strukturbereinigung wurde von einer zentralen Stelle vorgenommen. Sie umfasste folgende Teilschritte:

1. Strukturbereinigung Grenzgewässer
2. Strukturbereinigung Differenzen zum gwn200
3. Strukturbereinigung auf Objektart Seeachse
4. Strukturbereinigung beim Wechsel des Gewässerlaufs

Diese Bereinigungsphase betraf nur die Strukturattribute des gwn25. Die Geometrie wurde dabei nicht verändert.

### **A.4.1 Strukturbereinigung Grenzgewässer**

Entsprechend den in Kapitel 4 beschriebenen Grundsätzen kantonsübergreifenden Gewässerläufen vom Bund eine eindeutige Struktur festgelegt werden.

Dies wurde bewerkstelligt, indem geprüft wurde, welche Objekte mehrere (provisorische) Gewässerlaufnummern, als Produkt unterschiedlicher Kantonsoperate, erhalten haben. Hierbei handelte es sich mit einigen Ausnahmen um Kanten von Gewässern, welche durch mehrere Kantone fließen. Über diese Gewässer wurden anschliessend neue Gewässerläufe mit eindeutiger Gewässerlaufnummer gebildet.



#### **A.4.2 Strukturbereinigung bei Differenzen**

Im Rahmen der Strukturbereinigung wurden auch Differenzen zwischen den bereits bestehenden, Gewässerläufen des gwn25 und den neuen Gewässerläufen aus dem Strukturtransfer identifiziert und anschliessend bereinigt. Die Struktur der kantonalen Gewässerläufe war dabei massgeblich. Differenzen existierten überall dort, wo keine eindeutige Beziehung zwischen kantonalen und Bundes-Strukturobjekten herstellbar war.

Eine eindeutige Beziehung ist dann erreicht, wenn ein kantonaler Gewässerlauf als ganzes immer genau zu einem einzigen Gewässerlauf aus gwn25 (und nur zu diesem) gehört. Umgekehrt kann ein Gewässerlauf aus dem gwn25 jedoch mehrere kantonale Gewässerläufe umfassen. Dies entspricht beispielsweise der Situation der kantonsübergreifenden Gewässer, die in jedem Kanton ein eigenes Strukturobjekt -mit eigener, kantonsspezifischer Laufnummer- darstellen, im gwn25 aber als ein einziger Gewässerlauf definiert sind.

Die Anpassung an die kantonale Struktur wurde nicht durchgeführt, wenn im gwn25 ein 'unterbrochener' Gewässerlauf entstehen würde, der nicht von der Quellen bis zur Mündung reicht. Eine solche Situation kann zum Beispiel dann eintreten, wenn der in Kapitel 0 geschilderte Spezialfall vorliegt.

#### **A.4.3 Strukturbereinigung auf Objektart Seeachse**

Um die Konnektivität des digitalen Gewässernetzes auch durch die Seen gewährleisten zu können, mussten auf den Geometrieobjekten des Typs 'Seeachse' neu ebenfalls Gewässerläufe etabliert werden. Da die kantonalen digitalen Gewässernetze oft keine solchen Strukturobjekte in Seen beinhalten, mussten diese bei der Bereinigung erst erzeugt werden.

Das Regelwerk zur Vergabe von GEWISSNR, Laufnr und LINST ist bereits in Kap. 4.2.2 umschrieben.

#### **A.4.4 Strukturbereinigung bei Wechsel Gewässerlauf (Pseudoknoten)**

Die Übertragung der kantonalen Struktur auf das gwn25 und die Zusammenführung mit der bereits bestehenden Struktur führte in gewissen Fällen zu so genannten Pseudoknoten, d.h. zu einem (Struktur-)Objektwechsel entlang des Gewässerlaufs ohne dass ein Zusammenfluss oder eine Verzweigung vorliegt. Das Gewässernetz wurde auf solche Situationen untersucht und, wo nötig bereinigt.

### **A.5 Gewässerbildung**

Im Anschluss an die Strukturbereinigung wurden im Arbeitsschritt Gewässerbildung die Attribute GEWISSNR, LAUFNR, LINST nach dem Regelsatz aus Kapitel 4 befüllt.

Die Gewässerbildung wurde von zentraler Stelle, für das Gewässernetz als ganzes durchgeführt. Auch in diesem Arbeitsschritt wurden keinerlei Veränderungen an der Geometrie des Gewässernetzes vorgenommen. Die Attributvergabe wurde im Wesentlichen mit einer Reihe von SQL-Anweisungen bewerkstelligt.



## B Produkte

### B.1 Gewässernetz

Von swisstopo wird die Referenzgeometrie gwn derzeit als thematische Ebene Gewässernetz der Produktereihe VECTOR25 vertrieben. Die Knoten der Referenzgeometrie werden als Ebene Gewässernetzknoten oder gwn\_k umschrieben und können je nach Lieferformat integraler Teil des Gewässernetzes gwn sein oder als separater Datensatz geliefert werden.

#### B.1.1 Linien-Objekte: gwn

Das Produkt gwn enthält die Referenzgeometrie gwn, d.h. Fließgewässerachsen, Seeumrisse, Bissen, Druckleitungen etc.

Attribut	Datentyp/Wertebereich	Erläuterung
<b>GEOMETRIE</b>	Netzkante_gerichtet	
<b>OBJECTID</b>	Integer(4 Bytes)	Eindeutiger und stabiler Identifikationsschlüssel zum Geometrieelement
<b>OBJECTVAL</b>	Text(20) Aufzählung	Objektart
<b>OBJECTORIGIN</b>	Text(20)	Herkunft der Daten
<b>YEAROFCHANGE</b>	Integer: 1900..9999	Nachführungsjahr des Objektes
<b>GEWISSNR</b>	Integer: 0..999999	GEWISSNR, auf 6 Stellen erweitert
<b>LAUFNR</b>	Integer: 0..999	LAUFNR = 0: Hauptlauf LAUFNR > 0: Nebenlauf LAUFNR = -1: das Geometrieobjekt ist nicht Bestandteil von GWL (z.B. dynamische Nebenarme in Auengebieten, Bissen etc.)
<b>LINST</b>	Text (2), Aufzählung	Strukturgebende Instanz für den Gewässerlauf Bund ("CH") für: Gewässer der LK200, Grenzgewässer, Gewässer, ohne kantonale Strukturinformation Kantone (<Kantonskürzel>) für: Struktur aus kantonalem Gewässernetz übernommen
<b>GWLNR</b>	Text (25)	Eindeutige Gewässerlauf-Nummer. Schlüssel: LInst + (GEWISSNR * 10'000 + LaufNr, rechtsbündig gefüllt mit Nullen). Position 0-2: Linst Position 3-8: GEWISSNR Position 9-12: LaufNr GWLNR wird nur gerechnet, wenn GEWISSNR <> 0 und LaufNr <> -1
<b>BachNr</b>	Text(30)	ID-Nummer des kantonalen Gewässerlaufs
<b>Unterirdisch</b>	Text(20), Aufzählung	Beschreibt die Art des Laufs bei unterirdischen Gewässern: eingedolt, versickert, Karst, Leitung, unbestimmt.



<b>NAME</b>	Text(50)	Name des Gewässers aus der Landeskarte 1:25'000, ist identisch mit demjenigen aus dem hydrologischen Atlas. Nur ein Name pro Gewässerlauf ist möglich.
-------------	----------	--

### B.1.2 Knoten-Objekte: Gewässernetzknoten gwn\_k

Das Produkt gwn\_k enthält die Knoten der Referenzgeometrie. Je nach Format kann es sich dabei um eine eigenständige Datenschicht (z.B. ESRI shapefiles) handeln oder aber die Knoten sind integraler Bestandteil der Datenschicht gwn (ESRI coverages).

Attribut	Datentyp/Wertebereich	Erläuterung
<b>OBJECTID</b>	Integer(4 Bytes)	Eindeutiger und stabiler Identifikationsschlüssel zum Geometrieelement
<b>OBJECTVAL</b>	Text(20), Aufzählung	Objektart
<b>OBJECTORIGIN</b>	Text(20)	Herkunft der Daten
<b>YEAROFCHANGE</b>	Integer: 1900..9999	Nachführungsjahr des Objektes

## B.2 Referenzorte

Von swisstopo werden die Referenzorte in Form einer Tabelle 'Referenzorte' vertrieben und können über das darin befindliche Attribut 'N\_objectid' an die Knoten gwn\_k der Referenzgeometrie geknüpft werden. Die Kalibrierungspunkte sind auch als Derivat gwk erhältlich.

Attribut	Datentyp/Wertebereich	Erläuterung
<b>N_OBJECTID</b>	Integer(4 Bytes)	Fremdschlüssel der Beziehung mit gwn_k. Objekt-ID der Gewässernetzknoten
<b>GEWISSNR</b>	Integer: 0..999999	GEWISSNR des zugehörigen Gewässers
<b>LAUFNR</b>	Integer: 0..999	LAUFNR = 0: Hauptlauf LAUFNR > 0: Nebenlauf LAUFNR = -1: das Geometrieobjekt ist nicht Bestandteil von GWL (z.B. dynamische Nebenarme in Auengebieten, Bissen etc.)
<b>LINST</b>	Text (2) Aufzählung	Strukturgebende Instanz für den Gewässerlauf Bund ("CH") für: Gewässer der LK200, Grenzgewässer, Gewässer, ohne kantonale Strukturinformation Kantone (<Kantonskürzel>) für: Struktur aus kantonalem Gewässernetz übernommen
<b>GWLNR</b>	Text (25)	Eindeutige Gewässerlauf-Nummer. Schlüssel: LInst + (GEWISSNR * 10'000 + LaufNr, rechtsbündig gefüllt mit Nullen). Position 0-2: Linst Position 3-8: GEWISSNR Position 9-12: LaufNr GWLNR wird nur gerechnet, wenn GEWISSNR <> 0 und LaufNr <> -1



**Bundesamt für Umwelt BAFU**

<b>MEASURE</b>	Integer	Gewässerkilometer (Adresse). Die Werte werden von den bisherigen Attributen VON_ADRESSE und ZU_ADRESSE übernommen und auf Meter gerundet.
<b>Unterirdisch</b>	Text(20), Aufzählung	Beschreibt die Art des Laufs bei unterirdischen Gewässern: eingedolt, versickert, Karst, Leitung, unbestimmt.
<b>TOPOORT</b>	Text(60), Aufzählung	Topologie ("Rolle") des Referenzortes gegenüber den Gewässern.

### **B.3 Derivate**

Zusätzlich zur Referenzgeometrie werden von swisstopo zwei abgeleitete Produkte als so genannte Derivate vertrieben.

#### **B.3.1 Kalibrierungspunkte gwK**

Das Derivat gwK ist das Produkt der Verknüpfung der Gewässernetzknoten gwn\_k mit den Referenzorten und wird als unabhängiges Produkt vertrieben.

<b>Attribut</b>	<b>Datentyp/Wertebereich</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>GEOMETRIE</b>	Punkt	Abgeleitet aus Gewässernetzknoten
<b>OBJECTID</b>	Integer(4 Bytes)	Eindeutiger und stabiler Identifikationsschlüssel zum Geometrielement
<b>OBJECTVAL</b>	Text(20) Aufzählung	Abgeleitet aus Gewässernetzknoten - Kalibrierungspunkt
<b>ORTID</b>	Integer	ID-Nummer des Referenzortes.
<b>GEWISSNR</b>	Integer: 0..999999	GEWISSNR des zugehörigen Gewässers.
<b>LAUFNR</b>	Integer: 0..999	LAUFNR = 0: Hauptlauf LAUFNR > 0: Nebenlauf
<b>LINST</b>	Text (2), Aufzählung	Strukturegebende Instanz für den Gewässerlauf
<b>GWLNR</b>	Text (25)	Eindeutige Gewässerlauf-Nummer.
<b>MEASURE</b>	Integer	Gewässerkilometer (Adresse). Die Werte werden von den bisherigen Attributen VON_ADRESSE und ZU_ADRESSE übernommen und auf Meter gerundet.
<b>TOPORT</b>	Text (60), Aufzählung	Topologie ("Rolle") des Referenzortes gegenüber den Gewässern.



### B.3.2 Gewässerläufe gwl

Das swisstopo-Produkt gwl entspricht der Strukturebene Gewässerläufe des Modells gwn25-07.

Attribut	Datentyp/Wertebereich	Erläuterung
<b>GEOMETRIE</b>	NetzkanteM_gerichtet	PolylineM
<b>OBJECTID</b>	Integer(4 Bytes)	Eindeutiger und stabiler Identifikationsschlüssel zum Geometrieelement
<b>OBJECTVAL</b>	Text(20) Aufzählung	Abgeleitet aus GWN und zum Teil zusammengefasst: Fließgewässerroute; Zusammenfassung aller Fließgewässer-Objektarten aus GWN (Bach, Bach_U, Seeachse, Fluss, Fluss_U, Kanal) Seeuferroute Seeinselroute
<b>GEWISSNR</b>	Integer: 0..999999	GEWISSNR
<b>LAUFNR</b>	Integer: 0..999	LAUFNR = 0: Hauptlauf LAUFNR > 0: Nebenlauf
<b>LINST</b>	Text (2) Aufzählung	Strukturgebende Instanz für den Gewässerlauf - Bund ("CH") für: Gewässer der LK200, Grenzgewässer, Gewässer, ohne kantonale Strukturinformation - Kantone (<Kantonskürzel>) für: Struktur aus kantonalem Gewässernetz übernommen
<b>GWLNR</b>	Text (25)	Eindeutige Gewässerlauf-Nummer.
<b>NAME</b>	Text (50)	Name des Gewässerlaufs



## **B.4 Konversionstabelle**

Neben dem bereinigten Gewässernetz wurde beim Strukturierungsprozess auch eine Konversionstabelle erzeugt, welche den Bezug zwischen den kantonalen Gewässerläufen und den v25-Gewässerläufen herstellt. Diese steht interessierten Stellen zur Verfügung und kann beim BAFU bezogen werden.

Ausgehend von einem kantonalen Gewässerlauf kann der zugehörige Lauf des gwn25 mithilfe der Kreuztabelle eindeutig identifiziert werden. Auch umgekehrt können alle kantonalen Objekte basierend auf einer Bundes-Gewässerlaufnummer ausfindig gemacht werden.

<b>Attribut</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>LAUFNRKT</b>	Kantonale Gewässerlaufnummer
<b>GEWISSNR</b>	GEWISS-Nummer des entsprechenden gwn25 Gewässerlaufs
<b>LAUFNR</b>	Laufnummer des entsprechenden gwn25 Gewässerlaufs
<b>LINST</b>	Strukturgebende Instanz für den Gewässerlauf "CH" (Bund) für: Gewässer der LK200, Grenzgewässer, Gewässer, ohne kantonale Strukturinformation <Kantonskürzel> für: Struktur aus kantonalem Gewässernetz übernommen



## C Glossar

<b>Begriff</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>GEWISS-Attribute</b>	Strukturattribute auf den Gewässernetzen GWN25 und GWN200. Mit den GEWISS-Attributen werden die Strukturobjekte (Gewässer, Gewässerläufe) gebildet.
<b>Seeanschluss</b>	Verbindungsstück vom Seezufluss (= Fließgewässer, das den See nicht durchfließt) auf die Seeachse des seedurchfließenden Vorfluters.
<b>Gewässer</b>	Der Begriff Gewässer wird im Dokument als „Strukturobjekt der Ebene Gewässer“ verstanden. Gewässer reichen von der Mündung bis zur Quelle (Fließgewässer) oder bilden geschlossene Uferlinien (See). Das Strukturattribut für die Ebene Gewässer ist die GEWISSNR. Ein Gewässer kann mehrere Gewässerläufe enthalten.
<b>Gewässerlauf</b>	Der Begriff Gewässerlauf wird im Dokument als „Strukturobjekt der Ebene Gewässerlauf“ verstanden. Ein Gewässerlauf ist verzweigungs- und lückenfrei. Mehrere Gewässerläufe können zu einem Gewässer aggregiert werden. Sie haben dann dieselbe GEWISSNR, aber unterschiedliche LAUFNR (bisher: NEBENARMNR). Auf der Strukturebene Gewässerlauf wird auch zwischen Seeufern und Inselufern unterschieden. Inselufer gehören zum gleichen Gewässer wie der See, bilden aber ein eigenes Objekt der Ebene Gewässerlauf
<b>Lineare Referenzierung</b>	Basiert eine Anwendung auf der Verwaltung und Analyse von Daten auf adressierten linearen Referenzsystemen, muss die Geometrie kohärent sein und verzweigungsfreie, gerichtete und korrekt adressierte Routen aufweisen. Die Adressierung kann über einen separaten Datensatz von Kalibrierungspunkten festgeschrieben werden.
<b>Adressierung</b>	<p>Die Adressierung der Gewässerläufe dient der räumlichen Referenzierung von Objekten auf die Gewässer. Mit der Adressierung kann die Lage eines Objektes (Linie oder Punkt) auf einem Gewässerlauf als Entfernung in Metern von der Mündung beschrieben werden. Bei Seeufern erfolgt die Adressierung vom Seeausfluss im Uhrzeigersinn um den See, bei den Inselufern im Gegenuhrzeigersinn.</p> <p>Die Adressierung ermöglicht die räumliche Darstellung von Daten mit direktem Bezug zum Gewässernetz (z.B. ökomorphologische Erhebungen) mittels linearer Referenzierung.</p>



## D Referenzierte Dokumente und homepages

Nr	Beschreibung
1	Gewässerinformationssystem Schweiz GEWISS, Struktur und Adressierung digitaler Gewässernetze, 2001
2	Gewässernetze Vector25 und Vector200, Datenmodell gwn BWG, Dezember 2004
3	Homepage der swisstopo <a href="http://www.swisstopo.ch">www.swisstopo.ch</a>
4	Hydrologischer Atlas der Schweiz, HADES



## E.2 Strukturierung Seen, Inseln und Seeachsen

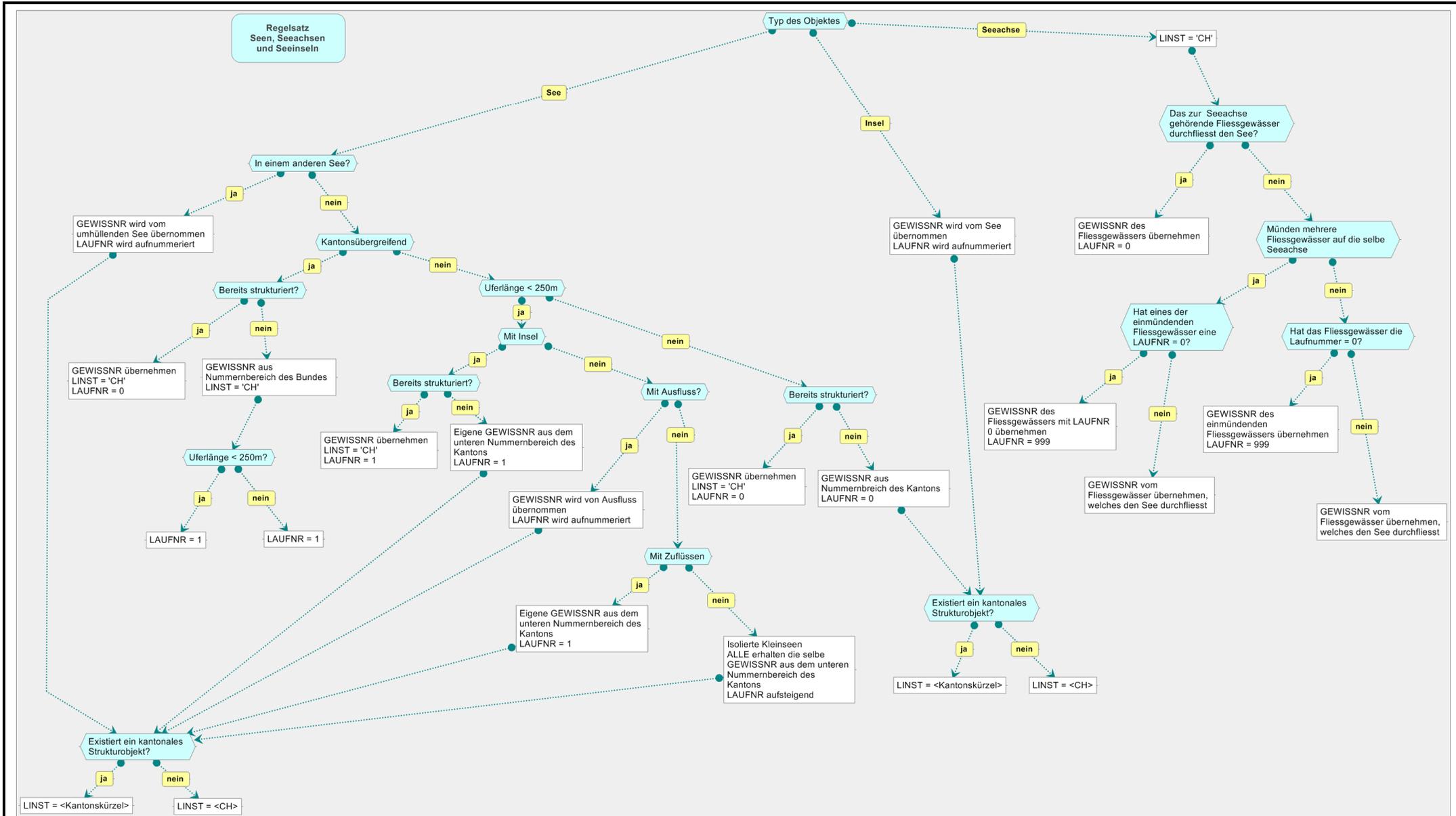


Abb. 2: Darstellung des Regelsatzes zur Strukturierung von Seen, Inseln und Seeachsen, ausgehend von einem beliebigen Gewässerlauf (stehende Gewässer) des gwn25.