

Siling Chen, Tim G. Hoffmann, Dietmar Mehl

Digitale Gewässerkataster

Grundlage von system- und prozessorientierter Raumanalyse und -planung

Raumanalyse und -planung bedarf nicht nur in der Wasserwirtschaft der sachgerechten Integration von Gewässern. Ein GIS-gestütztes Gewässerkataster ermöglicht es, Gewässernetze und deren Einzugsgebiete prozess- und ordnungsgerecht abzubilden und die analytischen Vorteile algorithmischer Systeme zu nutzen.

Siling Chen, 1993, M. Sc.,
wiss. Mitarbeiterin, biota
– Institut für ökologische
Forschung und Planung
GmbH, Bützow



Tim G. Hoffmann, 1976, Dr.
rer. nat., Abteilungsleiter
Geo- und Hydromodellie-
rung, biota – Institut für
ökologische Forschung
und Planung GmbH,
Bützow



Dietmar Mehl, 1965, Dr. rer.
nat., Dr. agr., Dipl.-Hydr.,
ö.b.v.SV für Gewässer-
schutz, ö.b.v.SV für Na-
turschutz u. Landschafts-
pflege, biota – Institut für
ökologische Forschung und
Planung GmbH, Bützow



Was in Hydrologie, anderen Geowissenschaften und Wasserwirtschaft selbstverständlich ist – das Denken in räumlichen Systemen, die durch Abflussprozesse bestimmt sind – das ist nach wie vor in der Raumplanung (Stadt- und Regionalplanung) eher von untergeordneter Bedeutung. Raumgliedernde Ansätze sind regelmäßig landschaftlich, biotop- und nutzungstypenbezogen, wirtschafts- und sozialgeographisch oder politisch-administrativ determiniert. Das ist gerechtfertigt, sofern nicht mit Wasserflüssen verbundene Prozesse betrachtet werden müssen. Liegt hier ein Schwerpunkt – so wie bei der Entwicklung eines GIS- und ökosystemleistungs-basierten Entscheidungs-Unterstützungs-Systems (GIS-EUS) für die Flächennutzungsplanung im urbanen sowie suburbanen Stadt-Umland-Raum Rostock (Mehl, Hoffmann, Chen, Iwanowski & Mehl, 2021) – dann müssen spezifische System- und Prozessstrukturen wie etwa die Bereitstellung von Trink- und Brauchwasser, Hochwasserregulation oder Niedrigwasserregulation bestimmt und integriert werden.

Bundeseinheitliche Systematik der Gewässerverschlüsselung

Eine der wichtigsten morphometrischen und hydrologischen Kenngrößen ist die oberirdische Einzugsgebietsfläche. Sie ist definiert als Horizontalprojektion der Gesamtfläche, die ihren Oberflächenabfluss einem Fließgewässerabschnitt einer bestimmten Ordnung einschließlich seiner Zuflüsse niedriger Ordnung zuführt (Dyck et al., 1980, S. 149). Der Begriff der Ordnung ist dabei der Flusskunde entlehnt; bedeutsame Prinzipien für Flussordnungen wurden u. a. von Horton (1932; 1945) und Strahler (1964) entwickelt.

Gewässernetze und Einzugsgebiete bilden als Gegenstand digitaler Informationssysteme die Basis der modernen und gesetzlich vorgeschriebenen Gewässerbewirtschaftung nach Flussgebieten (§ 7 WHG), insbesondere im Hinblick auf die Bewirtschaftungsziele und die -planung (§§ 27 ff., § 83 WHG).

Ein praktikables Ordnungskonzept wurde von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) als bundeseinheitliches System für die systematische Bezeichnung von oberirdischen Einzugsgebieten und Fließgewässern festgelegt (LAWA, 1970; 1993). Diese Richtlinie wurde und wird im Kontext der Wasser Rahmenrichtlinie (WRRL) aktualisiert (LAWA, 2005), wobei vor allem die Anwendung bei der elektronischen Datenverarbeitung im Vordergrund steht (insbesondere GIS). Die LAWA-Vorgaben berücksichtigen die den natürlichen bzw. naturidentischen Gewässerstrukturen inwohnenden Eigenschaften weitestgehend maschinenlesbar; die wichtigsten Eigenschaften im Sinne der Graphentheorie (Sedláček, 1968) sind Planarität, Gerichtetheit und Azyklizität. Zudem kann das Gewässernetz eines Gebietes ohne oder mit meist geringfügigen Modifikationen in eine Baum- bzw. Waldstruktur im Sinne der Graphentheorie überführt werden. Den Einzugsgebieten wird hierzu als eindeutige Bezeichnung die zumeist mehrstellige Gebietskennzahl (GBK), den Fließgewässern die adäquate Gewässerkennzahl (GWK) zugeordnet.

Die sechs Hauptstromgebiete sowie die Küstenregion Deutschlands werden mit je einer Ziffer (1 bis 6 bzw. 9) bezeichnet: 1 – Donau, 2 – Rhein, 3 – Ems, 4 – Weser, 5 – Elbe, 6 – Oder, 9 – Küste. Die weiteren Ziffern der GBK geben Unterteilungen der Stromgebiete in zunehmend feineren Gliederungs- bzw. Maßstabsebenen wieder. Die zweite Ziffer kennzeichnet in der Regel überregional bedeutende Neben- und Zwischengebiete der Ströme, die wiederum in der dritten und danach in jeder weiteren Ziffer feiner gegliedert werden. Weitere wesentliche Bildungsregeln für die GBK:

- Gebiete entlang des Hauptgewässers (Quell-, Zwischen- und Mündungsgebiete) werden, in Richtung Quelle beginnend, mit den ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 bis 9 in Richtung Mündung gekennzeichnet.
- Teileinzugsgebiete der Nebenfließgewässer (Nebengebiete) erhalten in identischer Richtung die geraden Zahlen 2, 4, 6 und 8.
- Die Teileinzugsgebiete einer Ebene sollten in etwa gleich groß sein. Dafür können auch einzelne Ziffern ausgelassen werden.

Die GWK ist die numerische Verschlüsselung der Fließgewässer. Sie ist identisch mit der GBK des gesamten Einzugsgebietes. Das oberirdische Einzugsgebiet bildet bei allen mit oberirdischen Wasserflüssen verbundenen Fragestellungen (Abflüsse, Stofftransporte, aquatische/semiterrestrische Lebensräume usw.) das relevante Geosystem; es ist damit auch „selbstverständlicher“ Planungsraum der wasserwirtschaftlichen Analyse und Bewirtschaftung. Die fundamentale Bedeutung z. B. für den Hochwasserschutz, die Abwasserbehandlung (Niederschlags- und Schmutzwasser), die Trink-

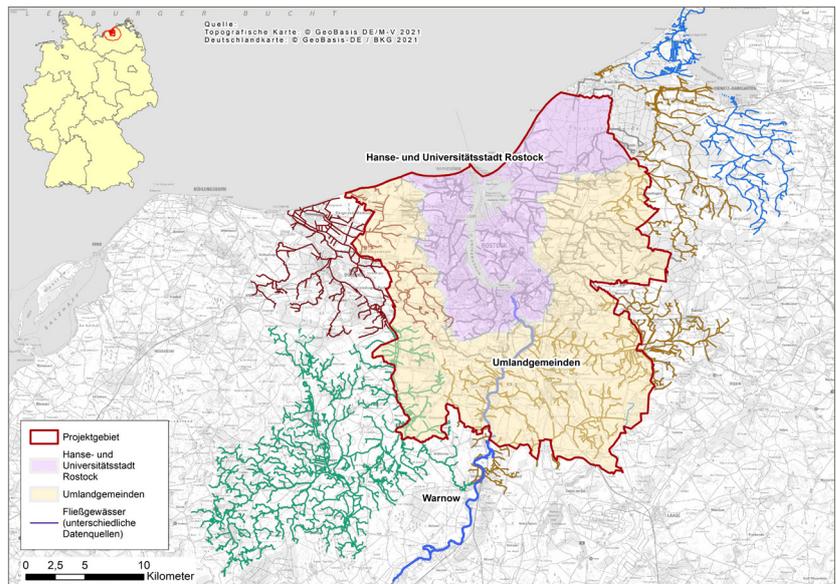


Abb. 1: Stadt-Umland-Raum der Region Rostock - Projektgebiet und erweiterter Analyse Raum

und Brauchwasserversorgung oder auch für die Gewässer als Lebens- und Erholungsraum u. v. m. ist hervorzuheben – hier besteht die Schnittstelle zu den Aufgaben von Stadt- und Raumplanung und zu Fragestellungen der Ökosystemleistungen von Gewässern und Auen (Podschun et al., 2018).

Projektgebiet, Ausgangsbedingungen und Datengrundlagen

Das unmittelbare Projektgebiet bildet der raumordnerisch definierte Stadt-Umland-Raum der Region Rostock im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern: 1. Regiopole Rostock, 2. direkte Umlandgemeinden mit einer gemeinsamen Gemeindegrenze mit Rostock, 3. sonstige Umlandgemeinden, die starke räumliche Verflechtungen zur Kernstadt aufweisen (suburbaner Charakter). Dieses Projektgebiet umfasst die Hanse- und Universitätsstadt Rostock sowie 16 Gemeinden des Stadt-Umland-Raumes mit insgesamt ca. 253.000 Einwohner*innen auf einer Fläche von rund 550 km². Zu betrachten ist aber wegen der landschaftlichen bzw. hydrologischen Systembezüge auch ein erweiterter Projekt- bzw. Analyse Raum, da die zu- oder abfließenden Gewässer mit ihren Einzugsgebieten bei der Analyse der Ökosystemleistungen und bei wasserwirtschaftlichen Fragestellungen zu beachten sind (Abb. 1).

In Mecklenburg-Vorpommern basiert die Umsetzung der LAWA-Richtlinie zur Gebiets- und Gewässerverschlüsselung auf einer landesspezifischen Vorgabe der Landesverwaltung (LAUN M-V, 1996); zudem mussten einige hydrogeographische Besonderheiten der Fließgewässersysteme und ihrer Einzugsgebiete im nordöstlichen Tiefland gelöst werden (Wolff, Mehl & Klitzsch, 2000). Alle bis zu einer ungefähren Raum-/Einzugsgebietsdifferenzierung bis rund 10 km² und dem Darstellungs- und Genauigkeitsanspruch für das Gewässernetz des Kartenmaßstabes von 1:25.000 (untere Betrachtungsgrenze)

erstellten Daten finden sich im digitalen Fachinformationssystem (FIS) Wasser des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V, 2021), das damit eine wesentliche Datengrundlage bildete.

Für die Stadt Rostock lag zudem bereits aus einem vorlaufenden Forschungsvorhaben ein digitales Gewässer- und Feuchtgebietskataster vor, das nicht nur komplett integriert werden konnte. Vielmehr wurden hier bereits wesentliche methodische Grundlagen gelegt (Mehl & Hoffmann, 2017). Als wesentliche weitere Datenquellen wurde auf die Daten (Gewässergeometrien und -attribute) der vier räumlich relevanten Wasser- und Bodenverbände (WBV) „Hellbach-Conventer Niederung“, „Recknitz-Boddenkette“, „Untere Warnow-Küste“ und „Warnow-Beke“ zurückgegriffen.

Zusammenführung der Daten, Topologieprüfung und -korrekturen

Nach Zusammenführung der Daten aus den o. g. verschiedenen Datenquellen wurden die Gewässergeometrien mit dem ArcGIS-Tool „Check Geometry“ und einem in Python entwickelten Geoprozessierungsalgorithmus geprüft und im Sinne der Erzeugung eines Graphens in Waldstruktur korrigiert (Tab. 1).

Einzugsgebietsberechnung für Gewässersegmente

Die Einzugsgebiete der Gewässersegmente wurden mit Hilfe eines Digitalen Geländemodells (DGM) nach der in Mehl & Hoffmann (2017, S. 295-296) beschriebenen Methodik berechnet. Die wesentlichen Schritte waren hierbei:

1. Übertragung der Einzugsgebietsgrenzen des FIS Gewässers auf das DGM als (relative geodätische) Überhöhung relevanter Rasterzellen (künstliche Aufwölbung zur „Erzwingung“ der Wasserscheidenfunktion) zur Wahrung der Kompatibilität zum FIS-Landesdatensatz
2. Übertragen der Fließ- und Standgewässergeometrien als Eintiefung der entsprechenden Rasterzellen des DGM
3. Auffüllung der natürlichen und durch Generalisierung entstandenen Senken mittels „Fill“-Routine im Geoinformationssystem (GIS)
4. Berechnung der Gewässersegmenteinzugsgebiete mit Hilfe der Arc-Hydro-Tools („Flow Direction“, „Flow Accumulation“, „Watershed“) von ArcGIS mit dem Ziel der Verfeinerung des Einzugsgebietsdatensatzes des Landes
5. Randabgleich und -korrektur mit den bereits aus den Vorprojekten vorliegenden Einzugsgebieten

Begriffsdefinitionen

Die im weiteren Verlauf verwendeten Begriffe für einzelne Elemente des Gewässerkatasters werden wie folgt definiert:

Gewässerknoten – End- und Verzweigungspunkte von Gewässersegmenten inklusive Quell- und Mündungspunkte sowie Wechsellpunkte zwischen offenen und verrohrten Gewässerteilstücken (entspricht dem graphentheoretischen Begriff „Knoten“)

Gewässersegment – Teilstück eines Fließgewässers zwischen zwei Gewässerknoten (entspricht dem graphentheoretischen Begriff „Kante“)

Gewässerroute – Zusammenhängender Gewässerverlauf von Mündung zu Quelle mit zugeordneter euklidischer Metrik (Längendefinition)

Gewässerstationierung – Längenunterteilung von Gewässern entgegen der Fließrichtung beginnend mit 0 an der Mündung
Gewässerabschnitt – Teilstück eines Gewässers zwischen zwei 50-m-Stationierungspunkten bzw. zwischen Quellpunkt und benachbartem 50-m-Stationierungspunkt; die einheitliche Segmentierung/Bildung von 50-m-Abschnitten folgt dabei den Vorgaben und Begründungen von Mehl & Hoffmann (2017, S. 294-295)

Eigeneinzugsgebiet (Eigen-EZG) eines Gewässerabschnitts – Ausschnitt der Landoberfläche, der oberflächlich ablaufendes Wasser in den betrachteten Gewässerabschnitt abgibt (ohne Zuläufe bzw. Zustromgebiete)

Kumuliertes EZG eines Gewässerabschnitts – Gesamtheit derjenigen Landoberfläche, die oberflächlich ablaufendes Wasser in den betrachteten Gewässerabschnitt abgibt (einschließlich aller Zuläufe bzw. Zustromgebiete)

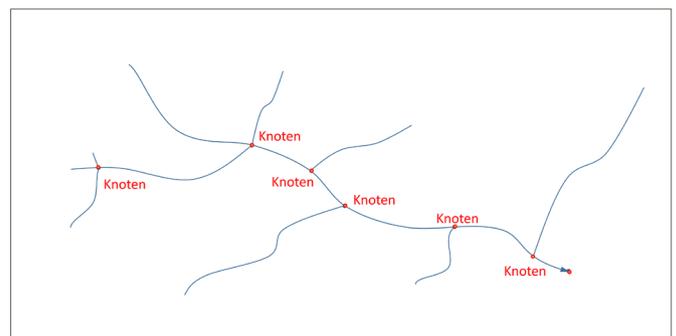
Aufbau der Gewässerhierarchie und automatisierte Vergabe von GWK und GBK

Der nächste und entscheidende Prozessschritt im Aufbau des Gewässerkatasters umfasste den Aufbau der Gewässerhierarchie. Mit diesem gehen einher:

- die Vergabe von GBK für alle zuvor berechneten Eigen-EZG der Gewässersegmente,
- die Bildung von Gewässerrouten und
- die Vergabe von GWK für alle Gewässerrouten.

Wesentliches Ziel beim Aufbau der Strukturen war auch hier die Bewahrung der Kompatibilität zum FIS-Landesdatensatz und die konsistente Übernahme bereits vorhandener GWK und GBK.

a) Ausgangszustand – Topologisch fehlerfreies Gewässernetz aus Gewässerknoten und Gewässersegmenten

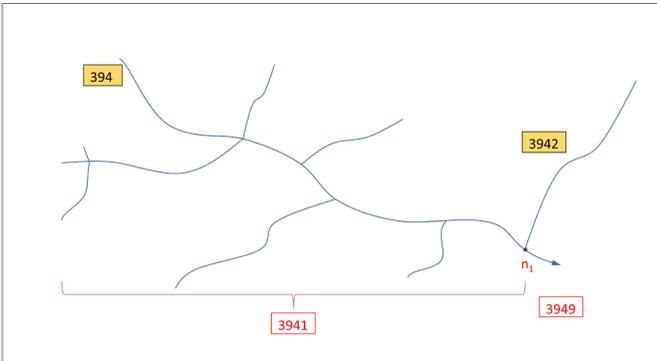


Überprüfungskriterium	Beispiele ← Gewässer ○ Topologiefehler □ Standgewässer
Fehlerhafte Richtung von Gewässersegmenten	
Überschneidung/Überlappung	
Lücke (getrennte Gewässer)	
Nichtkonsistente Gewässerknoten	
Fehlerhafte Einbindung von Standgewässern	

Tab. 1: Topologieprüfung der Gewässergeometrien - Kriterien und Beispiele

Nun wird die Zuweisung der Ordnungsklassen rekursiv für alle Nebengewässer fortgesetzt, bis alle Knoten durchlaufen wurden. Im Ergebnis steht eine Attributtabelle mit einer Ordnungsklassifizierung.

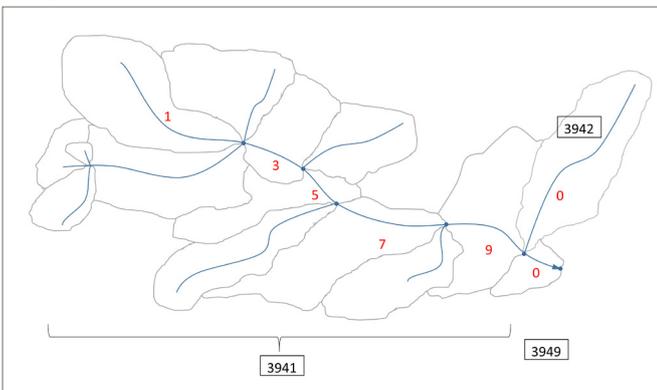
i) Übernahme der bekannten LAWA GBK



Vorhandene LAWA GBK und GWK des FIS Gewässer werden übernommen. Im Beispiel: Segmente Quelle bis Knoten n1: 3941 und n1 bis Mündung: 3949.

Dieser Schritt gewährleistet, dass Kompatibilität zu bereits vorhandenen Gebiets- und Gewässerbezeichnungen besteht. Soll keine Integration in ein vorhandenes Bezeichnungssystem vorgenommen werden, kann an dieser Stelle die führende Stromzahl der GBK manuell festgelegt werden.

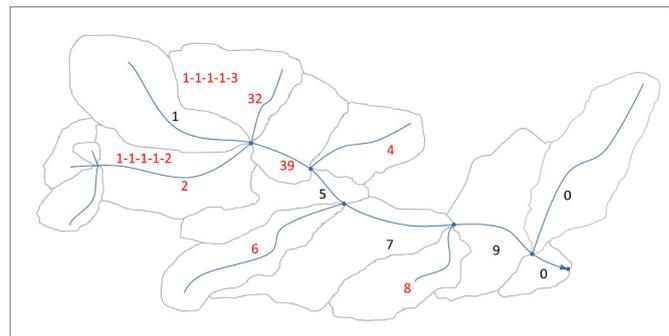
j) Bestimmung der Gewässersegmentkennzahl (GSK) für alle Segmente mit den Attributen $\max(hgw, ngw_1, \dots, ngw_k) = 1$ und $ngw_{k+1} = 0$



HGW mit der gleichen GWK und mehreren Segmenten werden jeweils gemäß der Anzahl der Abschnitte jedes Gewässers wie folgt aufgeteilt:

Abschnittsanzahl	GSK der Segmente
1	0
2	1, 9
3	oberstes Segment: 1 unterstes Segment: 9 mittleres Segment: 3, 5 oder 7 abhängig der kumulierten EZG-Flächen
4	oberstes Segment: 1 unterstes Segment: 9 mittlere Segmente: 3, 5 oder 7 abhängig der kumulierten EZG-Flächen
5	1, 3, 5, 7, 9
>5	Suche nach den fünf größten kumulierten EZG-Flächendifferenzen, Kennzahlvergabe gemäß Fließrichtung; Restliche EZG erhalten die gleiche Kennzahl wie der unterhalb liegende Abschnitt

k) Bestimmung der GSK für alle Nebengewässer 1. Ordnung mit den Attributen $\max(hgw, ngw_1, \dots, ngw_{k-1}) \leq 1$ und $ngw_k \geq 2$ und $ngw_{k+1} = 0$

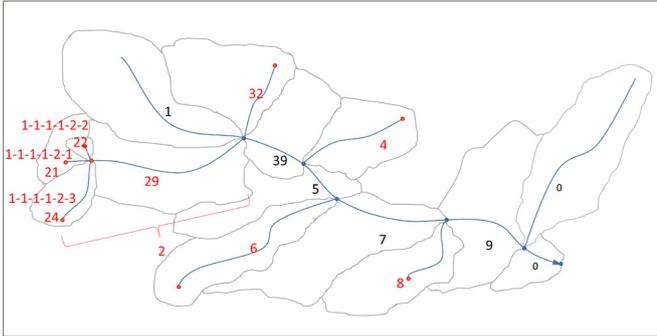


Für die Nebengewässersegmente werden gemäß den Hauptgewässersegmenten gerade GSK vergeben (2, 4, 6 oder 8).

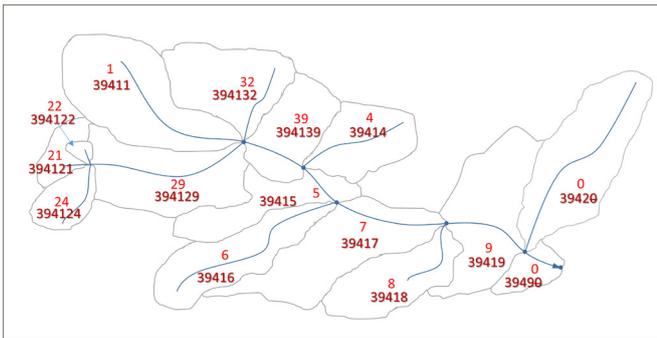
Regeln, wenn Anzahl der Nebengewässer am Knoten >1:

- Gerade Kennzahl wird dem zufließenden Segment des Knotens mit der höchsten Hierarchie vergeben
- Restliche zufließende Segmente am Knoten erhalten gleiche Kennzahl wie das abfließende Segment, zzgl. einer geraden Ziffer am Ende (2; wenn mehr als drei zufließende Segmente: 4, 6, 8)
- Die GSK des unterhalb liegenden Segmentes wird angepasst (die 9 am Ende hinzugefügt)

l) Rekursive Fortsetzung der Aufteilung

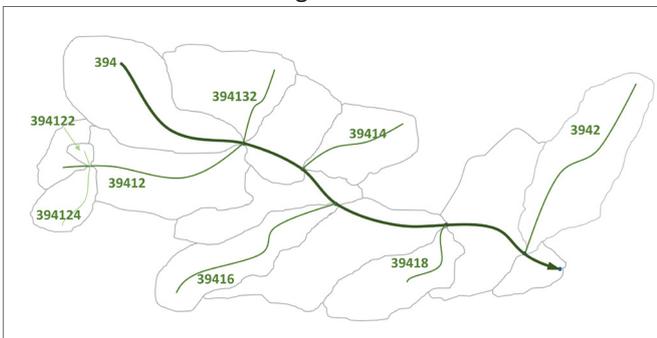


- Wenn Hauptgewässersegmenten die gleiche GSK zugeordnet wurde, werden diese rekursiv weiter unterteilt. - Fortsetzung bei j) auf der nächsttieferen Ebene und Verlängerung der GSK
- Für alle Nebengewässersegmente werden die GSK des untersten Abschnittes übernommen, der Algorithmus auf der nächsttieferen Ebene bei j) fortgesetzt und die GSK verlängert.
- Die Rekursion endet, wenn allen Gewässersegmenten eine eindeutige GSK vergeben wurde.



m) Abschließende Festlegung der GBK

Für alle Eigeneinzugsgebiete werden die GSK mit den übernommenen GBK aus dem Landesdatensatz kombiniert und eine verlängerte GBK erzeugt. Für die Kurzform der GBK werden alle Ziffern 0 am Ende gestrichen.



n) Abschließende Festlegung der GWK

Mit Hilfe der vergebenen GBK werden die Segmente zu Gewässerrouten zusammengefasst und die GWK aus dem einheitlichen Teil der GBK generiert.

Abschnittsbildung und Kumulation von Einzugsgebieten

Anhand der zugewiesenen GWK werden im nächsten Schritt Gewässersegmente zu Gewässerrouten mit Stationierungen (d. h. Entfernungen der Gewässerabschnitte von der jeweiligen Mündung oder dem Zusammenfluss) zusammengeführt und anschließend in 50-m-Abschnitte zerlegt. Auch die Segmenteinzugsgebiete wurden GIS-technisch weiter unterteilt, so dass jedem Abschnitt sein Eigeneinzugsgebiet zugewiesen wird. Die so gebildeten kanonischen Elemente des Gewässerkatasters sind eindeutig über GWK und Station zu identifizieren und sind für alle weiteren Analysen, die im Zusammenhang mit dem Gewässernetz stehen, Träger der Grundinformationen. Um diese Grundinformationen bei Bedarf aggregieren zu können, wurden abschließend anhand der GWK, GBK und Stationierung aus Segment- und Abschnittseinzugsgebieten kumulierte Einzugsgebiete mit Hilfe eigener Pythonskripte errechnet (Abb. 2). Diese ermöglichen zum Beispiel Abflussregionalisierungen oder landnutzungsabhängige Nährstoffimmissionsabschätzungen auf Gewässerabschnittsebene.

Gesamtergebnis

In seiner Gesamtheit umfasst das so gebildete Gewässerkataster letztlich 13.391 Gewässersegmente aus 5.885 offenen und 7.506 verrohrten Gewässerteilstücken mit einer Gesamtlänge von 2.053,7 km. Die zugehörige Landoberfläche wird in 3.527 Segment- und 40.331 Gewässerabschnittseinzugsgebiete unterteilt. Außerdem weist das Kataster 7.341 Standgewässer- und 27.476 Feuchtgebietspolygone auf (Abb. 3).

Das vorliegende digitale Gewässerkataster gestattet es, auf Basis systemischer Raum- und Bezugsebenen eine Kennzeichnung wichtiger Eigenschaften der oberirdischen Gewässer und ihrer Einzugsgebiete für die räumliche Analyse und Planung vornehmen zu können. Die Prinzipien und entwickelten Methoden sind fachlich-inhaltlich und räumlich übertragbar. Erste umfassende Anwendung wird das Kataster bei der Ökosystemleistungsbewertung im Stadt-Umland-Raum Rostock finden. Hierbei ist die Szenariofähigkeit durch die vielfältigen Attributierungsmöglichkeiten (z. B. maßgebliche Flächeneigenschaften für die Abflussbildung und -konzentration) als methodischer Beitrag für die Flächennutzungsplanung hervorzuheben (Mehl et al., 2021). ■

Anmerkungen

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben „Stadt-Land-Plus-Verbundprojekt PROSPER-RO: Prospektive synergetische Planung von Entwicklungsoptionen in Regiopolen am Beispiel des Stadt-Umland-Raums Rostock“ wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert (weitere Informationen: <https://prosper-ro.auf.uni-rostock.de>).

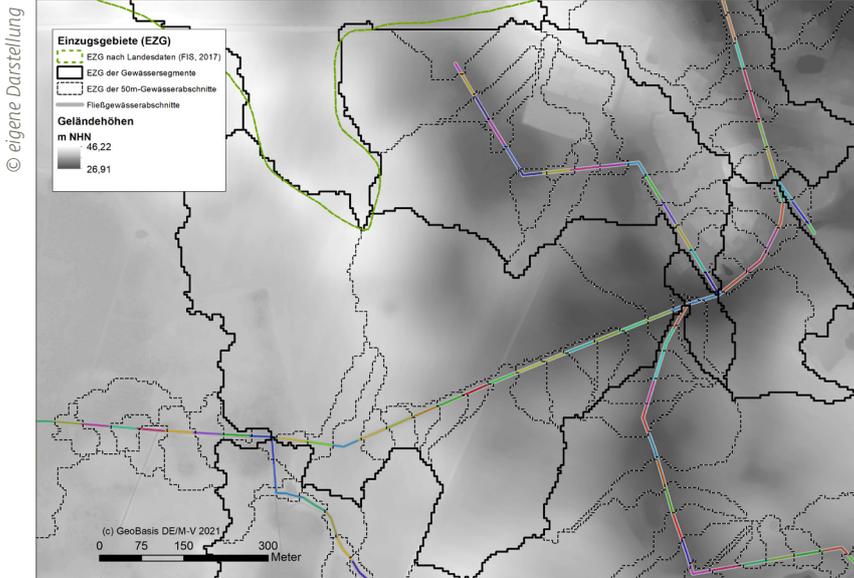


Abb. 2: Ergebnis der Abschnittsbildung; 50-m-Gewässerabschnitte mit Einzugsgebieten

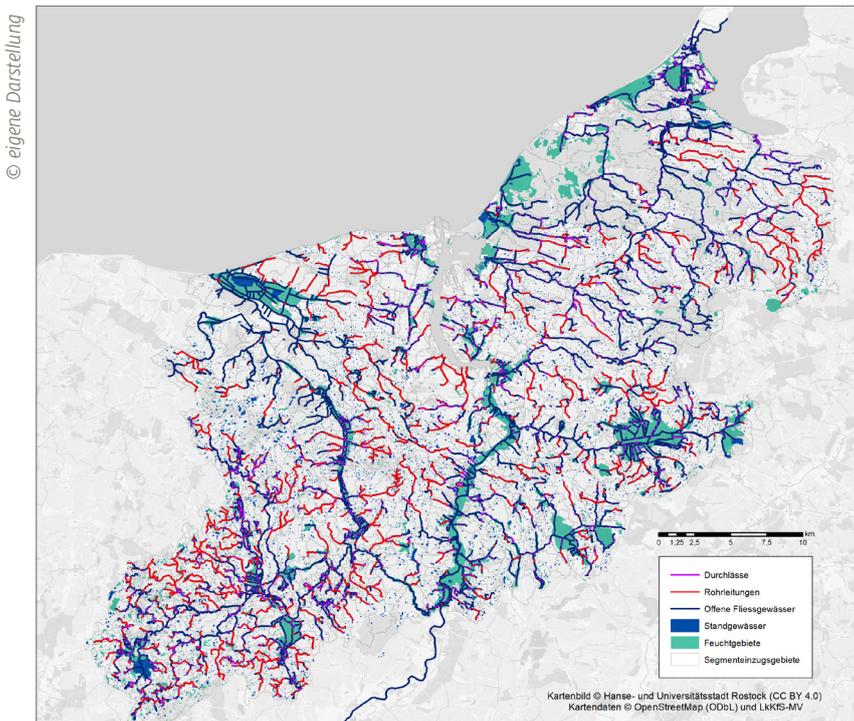


Abb. 3: Gesamtansicht des Gewässerkatasters

Literatur

- > Dyck, S., Becker, A., Flemming, G. et al. (1980): *Angewandte Hydrologie. Teil 2.* (2. überarb. Aufl.). Berlin: VEB Verlag für das Bauwesen.
- > Horton, R. E. (1932): *Drainage basin characteristics.* Transactions American Geophysical Union, H. 13, 350-361.
- > Horton, R. E. (1945): *Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology.* Bulletin of the Geological Society of America, H. 56, 275-230.

- > Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern (LAUN M-V) (Hrsg.) (1996): *Gebietsbezeichnung und Verschlüsselung der oberirdischen Gewässer in Mecklenburg-Vorpommern - Küstengebiet Ostsee, Elbeeinzugsgebiet.* Güstrow.
- > Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg.) (1970): *Richtlinie für Gebietsbezeichnungen.* Beschluss der LAWA in der 51. Sitzung am 3./4.12.1970 in Bremen.
- > Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg.) (1993): *Richtlinie für die Gebietsbezeichnung und die Verschlüsselung von Gewässern.* LAWA-ad-hoc-Arbeitskreis „Verschlüsselung von Fließgewässern“.
- > Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg.) (2005): *Richtlinie für die Gebiets- und Gewässerverschlüsselung.* Berlin: Kulturbuch-Verlag.
- > Mehl, D. & Hoffmann, T. G. (2017): *GIS-Grundlagen einer integrierten Bewertung urbaner Gewässer und Feuchtgebiete am Beispiel der Hansestadt Rostock.* KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 10 (5), 292-299.
- > Mehl, D., Hoffmann, T. G., Chen, S., Iwanowski, J. & Mehl, C. (2021): *Entwicklung eines GIS- und ökosystemleistungs-basierten Entscheidungs-Unterstützungs-Systems zur Bewertung von räumlichen Entwicklungsoptionen in Stadt- und Stadt-Umland-Räumen.* Raumforschung und Raumordnung, eingereicht.
- > Podschun, S. A., Thiele, J., Dehnhardt, A., Mehl, D., Hoffmann, T. G., Albert, C., von Haaren, C., Deutschmann, K., Costea, G. & Pusch, M. (2018): *Das Konzept der Ökosystemleistungen - eine Chance für integratives Gewässermanagement.* Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 62 (6), 453-468.
- > Sedláček, J. (1968): *Einführung in die Graphentheorie.* Leipzig: B. G. Teubner Verlag.
- > Strahler, A. N. (1964): *Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks.* In: V. T. Chow (Hrsg.): *Handbook of Applied Hydrology* (S. 439-476). New York: McGraw-Hill.

- > Wolff, A., Mehl, D. & Klitzsch, S. (2000): *Ausgrenzung und Verschlüsselung oberirdischer Einzugsgebiete: Probleme und Lösungsansätze.* Wasser & Boden, 52 (12), 61-66.

Internetquellen

- > Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V) (Hrsg.) (2021): *Informationen zum Fachinformationssystem (FIS) Wasser.* http://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/wasser/fis_wasser.htm (01.02.2021).