



Merkblatt Nr. 5.4/1

Stand 02/2020

Ansprechpartner: Referat 63

Grundlagen zu Flussaufnahmen und deren Dokumentation

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	4
1.1	Hinweise zur Anwendung	4
1.2	Merkblatt Historie	4
2	Längseinteilung und Flussausstattung	4
2.1	Stationierung und Kilometrierung	4
2.1.1	Flussachse, Nullpunkt	5
2.1.2	Festlegung Kilometrierung	6
2.1.3	Fortschreibung von Kilometrierung und Stationierung bei Lauflängenänderung	6
2.1.4	Flusseinteilungszeichen an Regelprofilen	7
2.2	Zeichen der Flussausstattung	8
2.2.1	Festpunkte	8
2.2.2	Querprofilrichtungspunkte	9
2.2.3	Flusskilometerzeichen (-tafeln)	10
3	Flussaufnahmen	11
3.1	Aufgabe	11
3.2	Voraussetzungen	11
3.2.1	Detailplanung Vermessung	11
3.2.2	Anforderungen an die Vermessungsdaten	12
3.2.3	Dateiformat Vermessung – HIPPO	15
3.3	Durchführung der Flussaufnahme	16
3.3.1	Aufnahme des Gewässers	16
3.3.1.1	Terrestrische Aufnahme	16
3.3.1.2	Echolot	16
3.3.1.3	Bathymetrisches Laserscanning (Grüner Laser)	17
3.3.2	Aufnahme der Vorlandbereiche	17

3.3.2.1 Laserscanning-Verfahren	17
3.3.2.2 Fotogrammetrische Auswertung von Luftbildern	18
3.3.3 Aufnahmezeit und Organisation	18
3.3.4 Wasserspiegelfixierung	19
3.3.4.1 Umfang der Messung	19
3.3.4.2 Aufnahmezeit und Organisation (Wasserspiegelfixierung)	19
3.3.4.3 Durchführung der Messung (Wasserspiegelfixierung)	20
3.4 Feststoffdaten	20
3.4.1 Schwebstoffe	20
3.4.2 Geschiebe	20
3.4.3 Feststoffentnahmen	21
3.5 Fotos	21
4 Datenmanagement und Dokumentation	21
4.1 Aufgabe	21
4.2 Gewässerprofilverwaltung	21
4.2.1 HIS'3D	22
4.2.2 Regeln des Datenmanagements	22
4.3 Zeichnungen und Pläne	23
4.3.1 Manuelle Zeichnungen (historisch)	23
4.3.2 Computergestützte Zeichnungen	23
4.3.3 Flussquerprofil	23
4.3.1 Flusslängsprofile	25
4.3.2 Volumensummenlinienplan	26
4.3.3 Aufnahmenübersicht	26
5 Literaturverzeichnis	27
Anhang: Hinweise zu historischen Dokumenten	28
Lageplan (historisch)	28
Aufnahmekarte (historisch)	28
Flusskataster (historisch)	28
Flusskarte (historisch)	28
Flusslängsschnitt (historisch)	29
Grundplan (historisch)	29
Längsschnittplan (historisch)	30
Flussquerprofil (historisch)	31
Baufortschritts - und Baukatasterplan (historisch)	33
Querprofilverarbeitungsbuch (historisch)	33
Massensummenlinienplan (historisch)	33

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Genauigkeitsanforderungen unterschiedlicher hydraulischer Aufgabenstellungen	13
--	----

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Nullpunkt der Flussachse an der Flussmündung	5
Abb. 2: Fortschreibung der Flusskilometrierung und der kalibrierten GIS-Kilometer (CAL-km)	7
Abb. 3: Ausführungsbeispiele von Höhenfestpunkten in der Landesvermessung	9
Abb. 4: Ausführung eines Grundpfahls bei setzungsempfindlichem Untergrund	10
Abb. 5: Regelausführung der Flusskilometerzeichen (-tafel)	10
Abb. 6: Prinzipskizze zur Positionierung der Messpunkte in einem Querprofil	14
Abb. 7: Vermessung Festpunkt	15
Abb. 8: Hydrographisches Importformat Profile Plus Objekte (HIPPO); Header: Angaben veraltet	16
Abb. 9: Maschinell gezeichnete Flussprofile im HIS'3D Layout „LFU_Zeichnung_mit_Gitternetz“	24
Abb. 10: Maschinell gezeichnete Flussprofile im HIS'3D Layout „LFU_erste_drei_Linien_beschriftet“	25
Abb. 11: Automatisch erstellter Volumensummenlinienplan mit HIS'3D	26
Abb. 12: Flusslängsschnittgrundplan	30
Abb. 13: Manuell gezeichnete Flussprofile	32
Abb. 14: Manuell gezeichneter Volumensummenlinienplan	34

1 Vorbemerkung

Fließgewässer unterliegen ständigen, natürlich oder künstlich hervorgerufenen, Gestaltungsvorgängen, die durch Eintiefung oder Aufhöhung sichtbar werden. Zur langfristigen Erfassung solcher Veränderungen ist es notwendig, die Geometrie von Fließgewässern als Längs- und Querprofile einheitlich und vergleichbar zu erfassen und standardisiert zu dokumentieren. Weitergehend bilden die erhobenen Daten die Grundlage allgemein für wasserwirtschaftliche Planungen und Entscheidungen. Speziell für hydrodynamisch-numerische Modellierungen von Abflüssen und Transportvorgängen im Fließgewässer werden die erhobenen Daten im großen Umfang eingesetzt.

Das Merkblatt Nr. 5.4/1 ersetzt die Vorgängerversion des Merkblatts Nr. 5.4/1 „Flussausstattungen, Flussaufnahmen und deren Dokumentation“ vom 15. Dezember 2008 mit der Zielsetzung, der aktuellen Praxis und Entwicklung in Vermessung und EDV gerecht zu werden.

1.1 Hinweise zur Anwendung

Das vorliegende Merkblatt macht Angaben zu der Erhebung von Daten, Meldepflichten und Datenformen, die eingehalten werden sollen. Die Erhebung der Daten bei Flussaufnahmen ist Grundlage vieler Planungen und Entscheidungen. Sie müssen vertrauenswürdig erhoben, geprüft und beurteilt werden. Fehlende oder fehlerhafte Daten führen mittelfristig zu großen Problemen, eine Nacherhebung ist - wenn überhaupt - nur zeitnah möglich.

1.2 Merkblatt Historie

Die aus dem Jahre 1930 stammende "Vorschrift und Vollzugsanweisung für Flussausstattung, Flussaufnahmen und deren Verarbeitung", hervorgegangen aus den Technischen Vorschriften für den Wasserbau an den öffentlichen Flüssen in Bayern vom Jahre 1878, bildete bis zu ihrer Außerkraftsetzung im Jahre 1958 die rechtsverbindliche Grundlage für die bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung. Sie wurde neben dem 1975 vom Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft herausgebrachten vorläufigen Merkblatt "Flussausstattung" noch hilfsweise als Leitfaden verwendet. 1988 wurde ein erweitertes Merkblatt "Flussausstattung, Flussaufnahmen und deren Dokumentation" eingeführt, das den gewachsenen Anforderungen und Möglichkeiten Rechnung trug, aber auch eine Verwendung der bisherigen Ausstattung und eine Vergleichbarkeit der flussgeschichtlich dokumentierten Beobachtungen weiterhin gewährleistete. Die DV-technische Entwicklung und Querbeziehungen zu anderen technischen Regelwerken erforderte in 2008 eine Neufassung des Merkblattes „Flussausstattung, Flussaufnahme und deren Dokumentation“. Im Anhang zu dem vorliegenden Merkblatt werden die Kapitel zu den Dokumentationen aus dem Merkblatt Nr. 5.4/1 „Flussausstattungen, Flussaufnahmen und deren Dokumentation“ vom 15. Dezember 2008 sinngemäß wiedergegeben. Diese sollen dem Verständnis von historischen Unterlagen zu Flussaufnahmen dienen.

2 Längseinteilung und Flussausstattung

2.1 Stationierung und Kilometrierung

Die manuelle Längseinteilung auf Basis der im Gelände und/oder als digitaler Datensatz vorhandenen Messpunkte (Kilometersteine oder -tafeln), wird Kilometrierung mit Flusskilometern (Fkm) genannt. Die automatisiert ermittelte (nicht kalibrierte) Längseinteilung auf Basis der digitalen Geodaten wird Stationierung mit GIS-km genannt. Da die Stationierung des Fließgewässernetzes 1:25.000 (FGN25) bei der Fortschreibung (z. B. bei Laufveränderungen) kalibriert wird (Einteilung wird möglichst beibehalten, statt diese neu zu berechnen), liegen am FGN25 kalibrierte GIS-Kilometer (CAL-km) vor.

Mit Flusskilometern zu kilometrieren sind grundsätzlich alle Gewässer erster Ordnung, dem Bedarf entsprechend die Gewässer zweiter Ordnung und in besonderen Fällen auch Gewässer dritter Ordnung. Digital abzulegen sind die Flusskilometer in der Gewässerprofilverwaltung (siehe Kapitel 4).

Bestehende Flusskilometrierungen sind möglichst beizubehalten, um insbesondere frühere Aufnahmen und Messungen auf unmittelbarem Wege miteinander vergleichen zu können.

Die Festlegung der Flusskilometer obliegt den Wasserwirtschaftsämtern. Erstreckt sich ein Gewässer über mehrere Amtsgrenzen, so stimmen sich die Wasserwirtschaftsämter ab. Federführend ist das Amt, dessen neu zu kilometrierende Strecke der Mündung am nächsten liegt. Das Bayerische Landesamt für Umwelt kann fallweise beteiligt werden.

Von den Flusskilometern zu unterscheiden ist die Längseinteilung des Fließgewässernetzes (FGN25), also die Stationierung mittels kalibrierten GIS-Kilometern (CAL-km). Das FGN25 liegt als Geodatenatz am LfU vor. Im FGN25 ist die stationierte Gewässerachse als Gewässerroute bezeichnet. Liegen sowohl CAL-km als auch Fkm vor, so sind diese in der Regel nicht identisch. Für die Donau liegt im oberen Lauf eine Differenz von über 5 km zwischen beiden Längseinteilungen vor.

2.1.1 Flussachse, Nullpunkt

Für die Längseinteilung ist die Gewässerachse maßgebend. Die Gewässerachse wird im Allgemeinen als Mittellinie zwischen den Uferlinien (i. d. Regel Linie des Mittelwasserstands) gebildet. Uferbereiche, die sich in Umbildung befinden oder bei denen eine solche zu erwarten ist, sind jedoch bei der Bestimmung der Mittellinie bzw. der Flussbettbreite zu berücksichtigen, damit eine möglichst langfristige Gültigkeit der über die Mittellinie herzustellenden Querprofillinien (s. 2.1.3) gewährleistet ist.

Bei Flussverzweigungen mit Inselbildung ist die Gewässerachse bevorzugt durch den Hauptarm zu legen. Der Nullpunkt der Gewässerachse ist im Regelfall ihr Schnittpunkt mit der Uferlinie des Hauptgewässers (Vorfluter) auf der Mündungsseite (s. Abb. 1). Im FGN25 ist die Gewässerachse bis zur Gewässerachse des Vorfluters gezogen, um ein topologisch geschlossenes Gewässernetz zu erzeugen. Zwischen Uferlinie und Gewässerachse des Vorfluters treten daher negative CAL-km auf (s. Abb. 1).

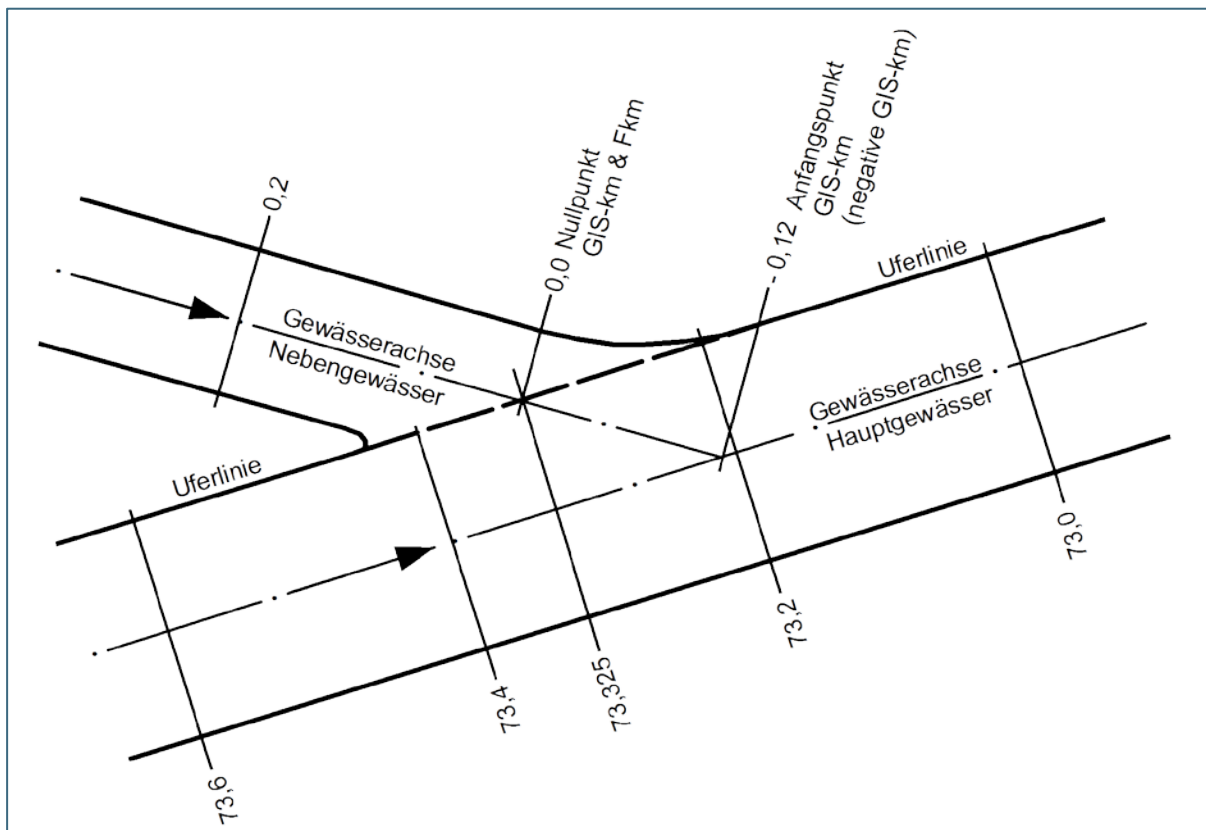


Abb. 1: Nullpunkt der Flussachse an der Flussmündung

2.1.2 Festlegung Kilometrierung

Grundlage für die festzulegende Längseinteilung sind die amtlichen Flur- oder Luftbildkarten mit Flurstücksgrenzen im Maßstab 1:5000, 1:2500 oder 1:1000, das FGN25 und weitere digitale Grundlagen wie z. B. ein Digitales Geländemodell.

Bei größeren Abweichungen zwischen den amtlichen Daten und den Verhältnissen im Gelände ist die Datengrundlage erforderlichenfalls mit Hilfe von entzerrten Luftbildern und Feldvermessungen auf den aktuellen Stand zu bringen.

2.1.3 Fortschreibung von Kilometrierung und Stationierung bei Lauflängenänderung

Die Gewässerachse (s. 2.1.1) wird für Flusskilometer regelmäßig in Abständen von 200 m eingeteilt und fortlaufend kilometriert. Bei Flussstrecken mit lebhafter oder zu erwartender Umbildung, wie etwa in der Nähe von Einbauten im Flussbett, am Beginn und am Ende von merklichen Flussbettaufweitungen oder -einschnürungen (z. B. an Engstellen oder Flussinseln), kann im Einzelfall eine weitergehende Unterteilung angebracht sein. In solchen Fällen ordnet man zweckmäßig einen Zwischenpunkt flussaufwärts am Beginn und einen weiteren Zwischenpunkt am Ende der möglichen Unregelmäßigkeiten an.

Aus früherer Zeit bestehende Einteilungen im Abstand von 500 m sind durch eingeschaltete Zwischenpunkte auf 250 m Abstände weiter zu unterteilen. Ändert sich die Länge der Flussachse z. B. infolge von Ausbaumaßnahmen um mehr als 10 % bzw. mindestens 200 m, so ist bei einer Neueinteilung des Flusslaufes am flussabwärts gelegenen, unveränderten Einteilungspunkt zu beginnen. Schließt flussaufwärts an eine Ausbaustrecke eine bereits eingeteilte Strecke an, so soll deren Einteilung einschließlich der Querprofilbezeichnungen (Flusskilometer) im Allgemeinen unverändert bleiben. Entstehende Längendifferenzen – Flusslaufverlängerung oder -verkürzung sind bei der Planlegung deutlich erkennbar als Fehlkilometer zu bezeichnen und zu berücksichtigen (s. Abb. 2).

Die Gewässerachsen im FGN25 sind durchgehend mit kalibrierten GIS-Kilometern (CAL-km) stationiert. Ähnlich zu den Flusskilometern werden die CAL-km bei Flusslaufverlängerung oder -verkürzung sowie einer Überarbeitung des Verlaufs (z. B. bei Erstvermessung) der Gewässerachse im FGN25 an bestimmten Punkten (Kalibrierungspunkten) festgehalten. Im Gegensatz zur Fortschreibung der Flusskilometrierung kommt es bei der Fortschreibung der Stationierung im FGN25 aber nicht zu Fehlkilometerstrecken. Zwischen den Kalibrierungspunkten gibt es stattdessen im veränderten Bereich eine proportional gleichmäßig interpolierte „Stauchung“ oder „Streckung“ („Gummibandlösung“) der GIS-Kilometer (GIS-km), die nach der Kalibrierung als kalibrierte GIS-Kilometer (CAL-km) bezeichnet werden (s. Abb. 2) Die Kalibrierung erfolgt auf Basis der Stationierung des FGN25 in der Version von 2013.

CAL-km weichen i. d. R. von der tatsächlichen Länge der Gewässerrouten im FGN25 ab. Eine Ableitung von Fließlängen durch die Differenzbildung von CAL-km kann nicht erfolgen. Für diese Abfrage werden die Routen mit der automatisiert nach Lauflänge gerechneten GIS-km benötigt. Um Verwechslungen zu vermeiden, wird das FGN25 mit nach Lauflänge gerechneten GIS-km nicht zentral zur Verfügung gestellt. Es kann aber bei der LfU-Datenstelle angefordert werden.

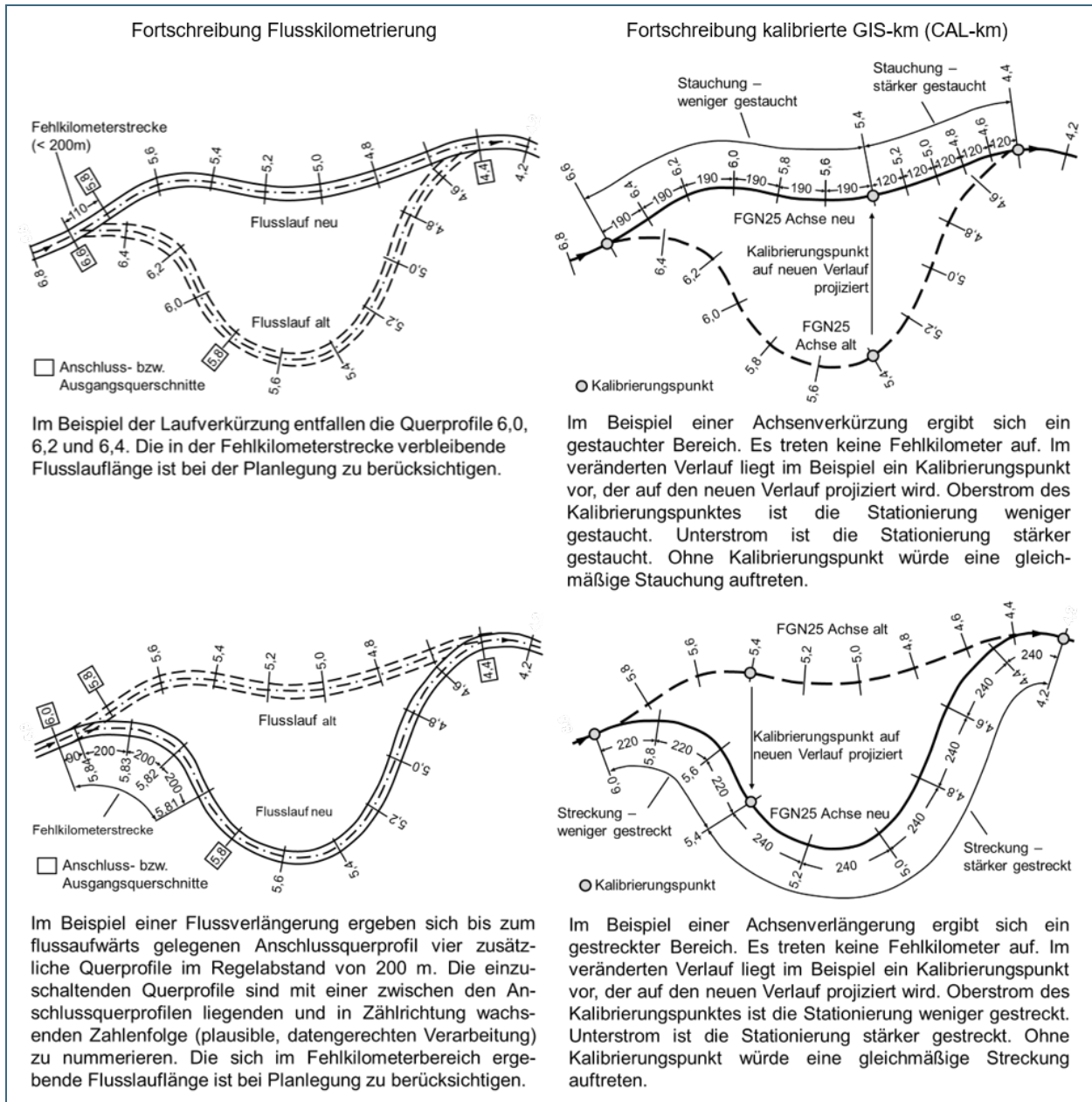


Abb. 2: Fortschreibung der Flusskilometrierung und der kalibrierten GIS-Kilometer (CAL-km)

2.1.4 Flusseinteilungszeichen an Regelprofilen

Gewässerprofile bei vermarkten Festpunkten werden als sogenannte Regelprofile bezeichnet. Die Regelmäßigkeit einer Vermessung wird hingegen über diesen Begriff nicht vorgegeben. Gewässerprofile können ebenfalls regelmäßig vermessen werden. Für die Flussausrüstung an Regelprofilen ist wie folgt vorzugehen. Die zunächst anhand der Kartengrundlage getroffene Längseinteilung ist in das Gelände zu übertragen. Zu diesem Zweck ist in der Karte durch jeden Einteilungspunkt der Gewässerachse die Lotrechte (Querprofilinie) auf die Gewässerachse zu ziehen, und zwar über die örtlichen Uferlinien bzw. Bettbegrenzungen hinaus landeinwärts bis zum Schnitt mit einer sowohl in der Karte als auch im Gelände zwischen zwei Festpunkten (Grenzsteine, Bauwerke und dergleichen) eindeutig herstellbaren Verbindungsgeraden (Messlinie). Die Messlinien sind dann im Gelände herzustellen, wobei die aus der Karte ermittelten Maßabstände für die betreffenden Schnittpunkte in der Örtlichkeit zu überprüfen sind.

In die in das Gelände übertragenen Querprofilinien werden die Flusseinteilungszeichen (Markierungen nach 2.2) aufgestellt. Dabei ist auf einen möglichst sicheren Standort der Einteilungszeichen außerhalb des absehbaren Einflussbereiches von Flussbett- bzw. Geländeänderungen sowie von einwirkenden Fremdnutzungen zu achten.

2.2 Zeichen der Flussausrüstung

Zeichen der Flussausrüstung (Markierungen) sind Festpunkte, Querprofilrichtungspunkte und Flusskilometerzeichen. Der Umfang der Flussausrüstung sollte sich vor allem an der wasserwirtschaftlichen Bedeutung und an der Tendenz zu Gestaltungsvorgängen des betreffenden Gewässers orientieren. Anzustreben ist eine bedarfsgerechte und dauerhafte Ausführungsart der Flussausrüstungszeichen. Örtliche Gegebenheiten (Gewässer, Geländenutzung, Landschaft) sind hierbei nach Möglichkeit zu berücksichtigen. Alle Zeichen der Flussausrüstung sind, soweit die örtlichen Verhältnisse dies zulassen, auf öffentlichen Grund zu setzen.

Bestehende Flussausrüstungszeichen sollen gepflegt, neue Zeichen nur in Ausnahmefällen errichtet werden.

2.2.1 Festpunkte

Die Anordnung von beidseitigen Festpunkten in jedem Regelprofil der Flusseinteilung ist anzustreben, aber mit Hintergrund der heutigen GPS-Vermessung nicht notwendig. Vor allem an breiten Flüssen sind aber auf beiden Ufern Festpunkte zweckmäßig. Mindestens sollte ein nach Möglichkeit auf dem linken Flussufer gesetzter Festpunkt je Messquerprofil vorhanden sein.

Für die Festpunkte sind die gebräuchlichen Vermarktungsarten des Landeshöhennetzes (z. B. die Typen PN und F (siehe Abb. 3) oder in Mauerwerk eingelassene und vom Landesvermessungsamt typisierte Bolzen (MB, LB, KB, SB, NT) nach den Vorschriften für den Aufbau und die Erhaltung des Nivellementpunktfeldes in Bayern - Bayer. NivP-Erlass -FMBI S. 681/74) zu verwenden.

Abweichend von der in der Landesvermessung üblichen Vermarktungsart können die Festpunktsteine der Flussausrüstung auch mehr als 20 cm über das Gelände hervorragen, damit sie leichter auffindbar sind. Aufgrund örtlicher Gegebenheiten kann fallweise eine Höherstellung (z. B. bei Auflandungstendenzen, Kennzeichnung und dgl.) oder eine Tieferstellung (z. B. bei Eisstoßgefahr) vorteilhaft und begründet sein. Gegebenenfalls ist die Höherstellung der Steine durch eine entsprechende Gründung auszugleichen.

Für Festpunkte ist immer das Lage- und Höhenbezugssystem anzugeben. Die Höhen sollen auf das aktuelle System der Landesvermessung bezogen sein. Für die Höhenbestimmung ist eine Genauigkeit im unteren Zentimeterbereich einzuhalten. Die Wasserwirtschaftsämter führen ein Verzeichnis über die Festpunkte in HIS'3D. Die Höhenlage dieser Festpunkte ist mindestens alle 10 Jahre sowie nach Hochwasser und Eisereignissen, Baumaßnahmen u. ä. nachzuprüfen und in HIS'3D zu dokumentieren.

Festpunkte dürfen nicht zum Spannen von Peilleinen herangezogen werden. Hierfür sind gesonderte Einrichtungen (Spannschienen) vorzuhalten. Festpunkte sollen nicht auf setzungsempfindliches Gelände gestellt werden. Wenn eine Verschiebung auf sicheres Gelände ausscheidet, ist ein Grundpfahl zur Aufnahme des Festpunktes zu verwenden (s. Abb. 4).

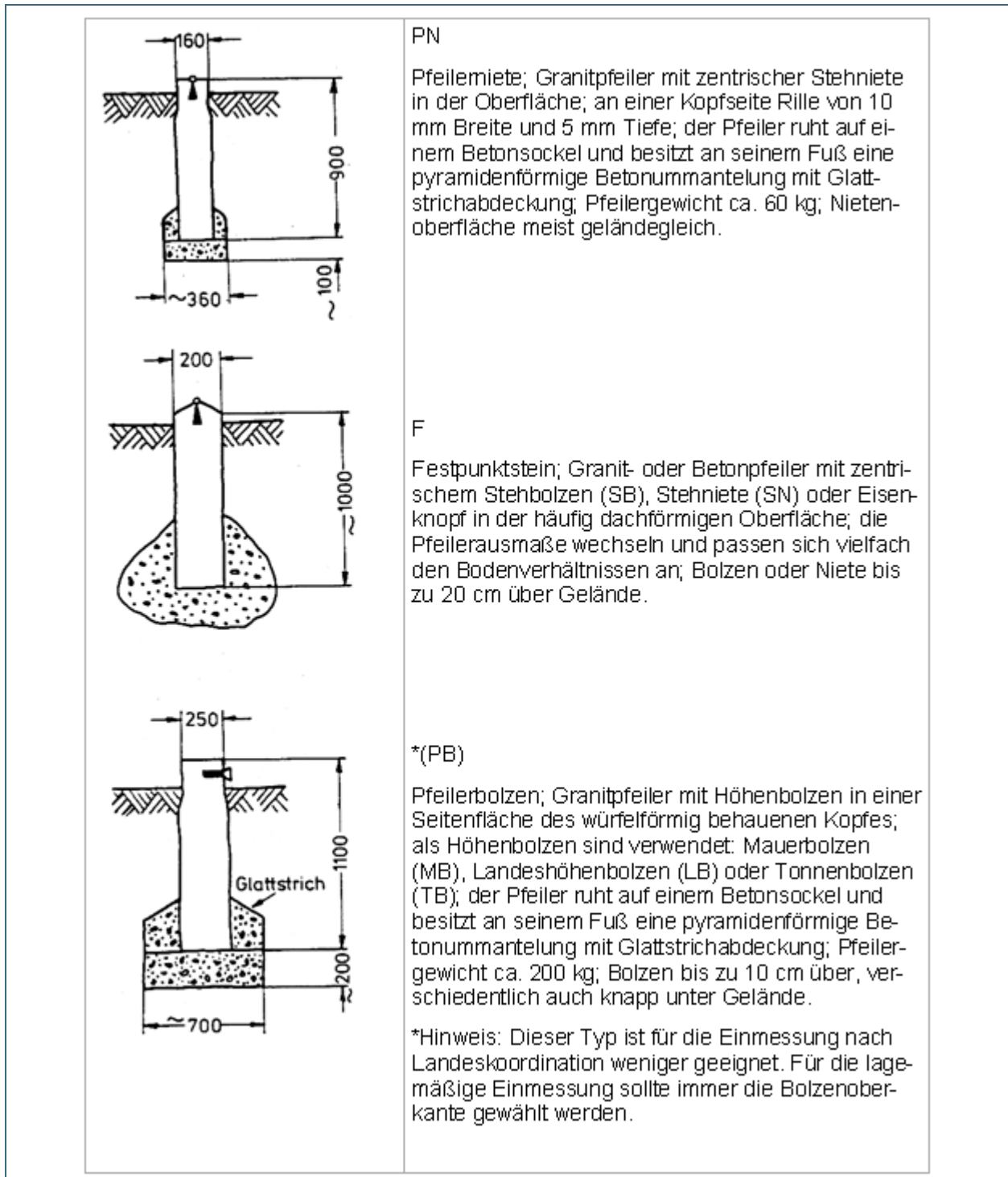


Abb. 3: Ausführungsbeispiele von Höhenfestpunkten in der Landesvermessung

2.2.2 Querprofilrichtungspunkte

Flussquerprofile sind Senkrechte zur Flussachse. Die Richtung von Querprofilen, an denen regelmäßig Aufnahmen durchgeführt werden, wie z. B. an Gewässern erster Ordnung, soll im Regelfall durch je einen Festpunkt am linken und am rechten Ufer festgelegt werden. An Profilstandorten ohne Flussausrüstung dienen in der Regel der erste und der letzte Profilpunkt als sogenannte Hauptpunkte, welche die Profilachse aufspannen. Eine Verortung der im Gelände nicht gekennzeichneten Hauptpunkte kann in dem Fall über GPS erfolgen. Ist die Querprofilrichtung an einem Ufer nicht festlegbar, so ist sie aus-

nahmsweise durch zwei Punkte am anderen, geeigneteren Ufer durch rückwärtige Verlängerung der Querprofilinie festzulegen.

Früher wurden häufig an einem Ufer sogenannte Richtungssteine, die mit dem am anderen Ufer vorhandenen Festpunktstein die Querprofilrichtung markierten, gesetzt. Alte vorhandene Richtungssteine sollen, soweit sie nicht den Anforderungen nach 2.2.1 für Festpunkte entsprechen, Zug um Zug durch Festpunktsteine ersetzt werden.

2.2.3 Flusskilometerzeichen (-tafeln)

Im Allgemeinen, insbesondere bei neuer Längseinteilung, ist der volle Flusskilometer am linken Ufer durch ein Flusskilometerzeichen gut sichtbar zu kennzeichnen. Bei Bedarf können die Zeichen auch in entsprechend kürzeren Abständen gesetzt werden.

Zur Erneuerung vorhandener Flusskilometerzeichen kommt die Regelausführung nach Abb. 5 in Betracht. In begründeten Fällen kann auf die Aufstellung der Flusskilometerzeichen verzichtet werden. Das Flusskilometerzeichen soll insbesondere bei Ersatz- und Neuausstattungen rechtwinklig und oberstrom zur Querprofilinie in einem Abstand von mindestens einem halben Meter zum Festpunktstein aufgestellt werden, damit der notwendige Platz für Vermessungsarbeiten (u. a. Stativaufstellung) gewährleistet ist. Sofern das Flusskilometerzeichen nicht als Ständertafel errichtet werden soll, ist die Querprofilbezeichnung ersatzweise am betreffenden Festpunkt (s. 2.2.1) selbst dauerhaft anzubringen.

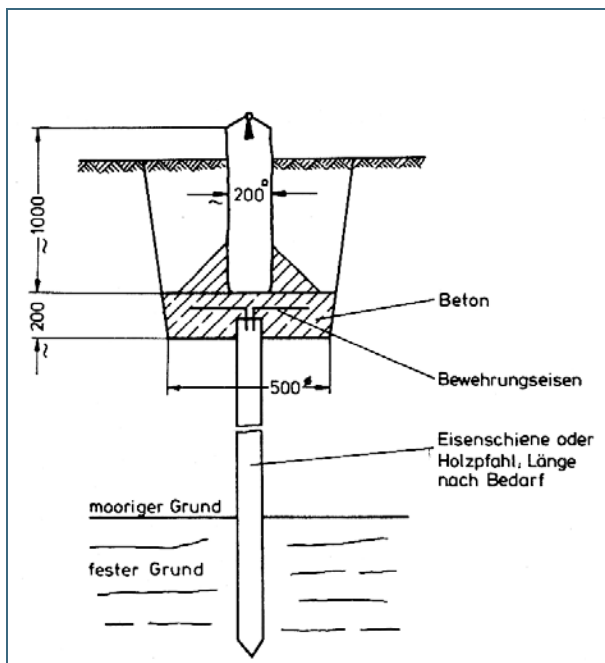


Abb. 4: Ausführung eines Grundpfahls bei setzungsempfindlichem Untergrund

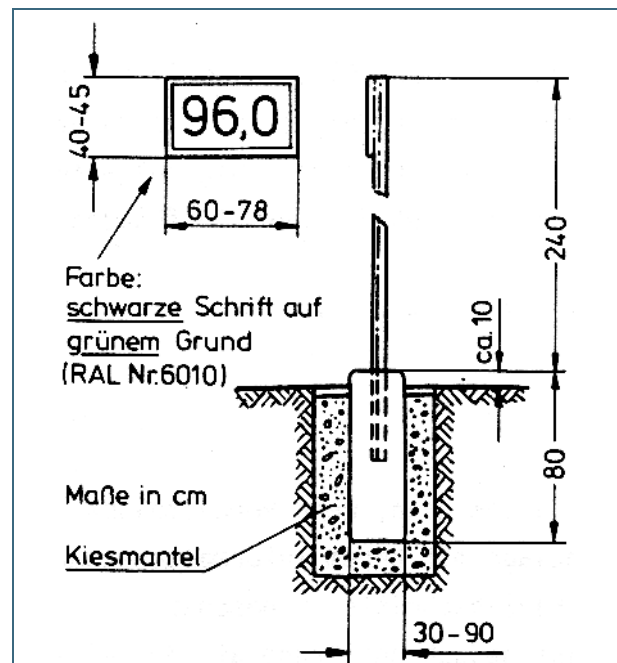


Abb. 5: Regelausführung der Flusskilometerzeichen (-tafel)

3 Flussaufnahmen

3.1 Aufgabe

Die Flussaufnahmen dienen dazu, den Bestand eines Flusses sowie seine morphologischen Veränderungen innerhalb bestimmter Zeitabschnitte zu erfassen und je nach Erfordernis auch hydrodynamisch-numerisch zu modellieren. Zu diesem Zweck werden die Strukturen des Gewässers und der angrenzenden Bereiche lage- und höhenmäßig aufgenommen und relevante Wasserspiegel erfasst. Bei feststoffführenden Gewässern wird auch der Feststoffhaushalt für morphologische Fragestellungen bilanziert.

3.2 Voraussetzungen

3.2.1 Detailplanung Vermessung

Grundsätzlich sollte vor jeder Flussaufnahme, sprich Vermessung, eine Detailplanung Vermessung (siehe auch wasserwirtschaftsinterne Musterleistungsbeschreibung Hydraulik) erfolgen, in der das gesamte neu zu vermessende Bearbeitungsgebiet erfasst ist. Bestandteile der Detailplanung Vermessung sind:

- Prüfung des zeitlichen Ablaufs der Vermessung und der Durchführbarkeit
- Festlegung der zu vermessenden Profile und Festlegung des Profiltyps
- Überprüfung der Gewässerachse
- Festlegung der ggf. zu vermessenden Längsstrukturen, einschließlich Hochwasserschutz- und Stauanlagen
- Arbeitskarten, einschließlich Übersichtskarte, für den Vermesser im Außendienst
- Endberichtsteil Detailplanung Vermessung, u.a. mit folgenden Angaben:
 - Erläuterungen zum räumlichen Umfang der Vermessungsarbeiten
 - Erläuterungen zum zeitlichen Ablauf der Vermessung
 - Beschreibung der an den Vermesser übergebenen Dokumente zur Durchführung der Vermessung
 - Voraussichtliche Mengen der Vermessung
 - sonstige Anmerkungen für den Vermesser
 - Im Rahmen der Detailplanung gewonnene Erkenntnisse über das Arbeitsgebiet (z. B. Baumaßnahmen, Begründungen für Vermessungslücken etc.).

Vorgaben in Bezug auf den Vermessungsumfang, auf die Lage der Querprofile und auf die Shape-Dateien der Vermessungsplanung sind der jeweils aktuellen wasserwirtschaftsinternen Musterleistungsbeschreibung Vermessung zu entnehmen sowie in Einzelfällen nach hydraulischen Gesichtspunkten durch den Hydrauliker festzulegen. Zu verwendende Bestandsdaten der Vermessung sollten berücksichtigt werden.

Sollten bei der Detailplanung Vermessung grundsätzliche Defizite bei der Kilometrierung bzw. Stationierung und/oder der Flussausrüstung (s. 2) festgestellt werden, müssen diese vor einer weiteren Bearbeitung behoben werden.

3.2.2 Anforderungen an die Vermessungsdaten

Die Querprofilaufnahmen für morphologische Erhebungen sowie für hydrodynamisch-numerische Modellierungen erfolgen an den durch die Profilhauptpunkte festgelegten Querprofilinien (s. 2.1.3). Die Querprofile sind die wichtigste Grundlage für das zu modellierende Gewässerbett. Der Abstand zwischen den Profilen wird vom Hydrauliker in der Detailplanung Vermessung festgelegt, um die Geometrie des Gewässers richtig und möglichst realitätstreu zu erfassen. Dabei sollte immer die Fragestellung - z. B. handelt es sich um eine morphologische Studie oder die Ermittlung von Hochwassergefahrenflächen - bzw. die hydraulische Relevanz darüber entscheiden, welche Vermessungsobjekte mit welcher Datendichte aufgenommen werden.

In diesem Zusammenhang wird empfohlen, das Merkblatt DWA-M 543, Band 1 und 2 (DWA, 2019) zu studieren und speziell die bedarfsgerechte Datenaufnahme zu berücksichtigen. Im Regelwerk heißt es dazu: *„Die konkrete Spezifizierung der Anforderungen an die Geodatengrundlage der Fließgewässermodellierung hängt in direkter Weise vom Genauigkeitsanspruch und der Methodik der hydraulischen Modellierung ab. Zudem sind die individuellen morphologischen Eigenschaften und Vegetationszustände des Gewässers und der angrenzenden Vorlandflächen für die Festlegung der notwendigen Daten und die Auswahl bedarfsgerechter Aufnahmeverfahren ausschlaggebend.“*

Tab. 1 aus dem Merkblatt (DWA, 2019) gibt für die wichtigsten und gängigsten wasserbaulichen Aufgabenstellungen eine grobe Zuordnung zu den jeweils geeigneten Geodatengenauigkeiten an (s. u.). Soll ein Modell für verschiedene Zwecke zum Einsatz kommen, ist im Allgemeinen die jeweils höchste Genauigkeit anzusetzen. Das o. g. Merkblatt enthält zudem für jede Gebietskategorie (z. B. Flussschlauch, Uferbereich, Vorland) ein Tabellenblatt mit den wesentlichen Angaben zu den empfohlenen Daten, Höhen- und Lagegenauigkeiten, der Datendichte und beispielhaften Vermessungskonzepten sowie zum Teil einige praktische Hinweisen.

Tab. 1: Genauigkeitsanforderungen unterschiedlicher hydraulischer Aufgabenstellungen

Aufgabenstellung	Genauigkeitsanforderungen in den einzelnen Bereichen				
	Fluss-schlauch	Bauwerke im Abfluss-querschnitt	Ufer/Wasser-wechselzonen	Vorland	Vorland-bauwerke
Hochwasserschutz					
Flurstückscharfe Abgrenzung, z. B. im Rahmen der Erstellung von Hochwassergefahrenkarten	<i>mittel</i>	<i>hoch</i>	<i>mittel bis hoch</i>	<i>mittel bis hoch</i>	<i>hoch</i>
Bemessungswasserstände Schutzanlagen	<i>mittel bis hoch</i>	<i>hoch</i>	<i>mittel bis hoch</i>	<i>mittel</i>	<i>hoch</i>
Mesoskalige Risikopotenzialanalysen	<i>mittel</i>	<i>mittel</i>	<i>mittel</i>	<i>mittel</i>	<i>mittel</i>
Großräumige Betrachtung (z. B. Wellenablauf)	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>mittel</i>
Operationelle Vorhersagemodelle	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>mittel bis hoch</i>
Flussbau					
Schiffbarkeit/fahrdynamische Fragestellungen	<i>mittel bis hoch</i>	<i>hoch</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	-	-
Bauwerksanalysen (Buhnen, Leitwerke, Brückenstau)	<i>mittel bis hoch</i>	<i>hoch</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	-	-
Flussrenaturierung	<i>mittel bis hoch</i>	<i>mittel bis hoch</i>	<i>niedrig bis hoch</i>	<i>mittel bis hoch</i>	-
Bauwerksuntersuchungen (Wehre, Schleusen, Wasserkraftanlagen)					
Bauwerksanalysen/-optimierung Nahbereich	<i>mittel-hoch</i>		<i>mittel</i>	-	-
Fernbereich	<i>niedrig-mittel</i>	<i>hoch</i>	<i>niedrig</i>		
Ökologische Fragestellungen (Leitströmung von Fischaufstiegsanl.)	<i>mittel bis hoch</i>	<i>mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	-	-
Transportmodellierung					
Morphodynamische Prozesse	<i>mittel bis hoch</i>	<i>mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>
Ausbreitungsprozesse	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>niedrig</i>	<i>niedrig bis mittel</i>	<i>niedrig bis mittel</i>

Der Querprofilabstand zwischen zwei Profilen und die Punktdichte innerhalb der Querprofile sind demnach so zu wählen, dass die geometrischen, morphologischen und hydraulischen Eigenschaften bezüglich eines beliebigen Abflusses des Gewässers hinreichend genau wiedergegeben werden (s. Abb. 6).

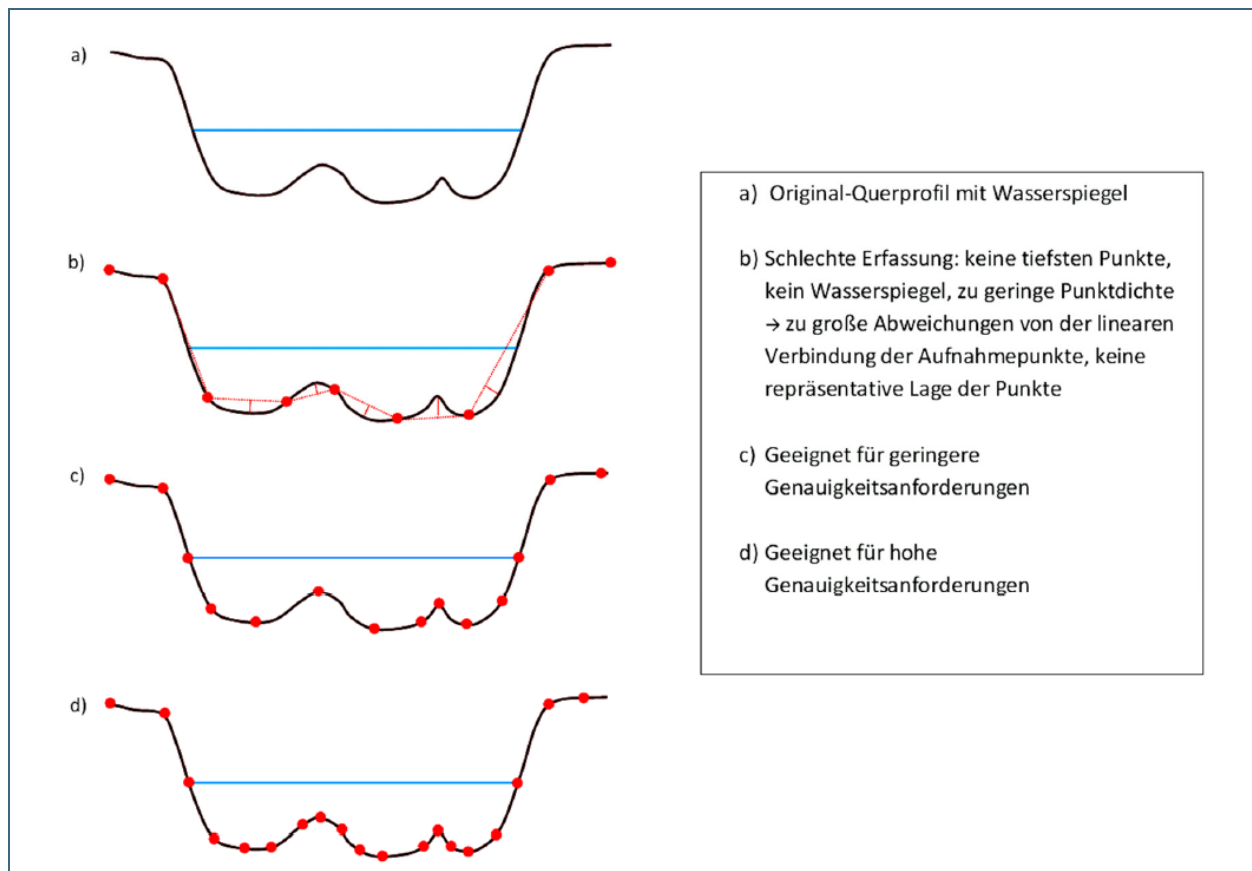


Abb. 6: Prinzipiskezze zur Positionierung der Messpunkte in einem Querprofil

Darüber hinaus ist an den folgenden Stellen mindestens ein Gewässerprofil aufzunehmen:

- bei hydraulisch relevanten Änderungen der Gerinnegeometrie oder der Oberflächenbeschaffenheit des Gerinnes
- jeweils kurz vor und nach einer Gewässereinmündung und einer Ausleitung aus dem Gerinne
- an Hektometersteinen – sofern vorhanden (Regelprofile)
- in Krümmungen
- bei Querbauwerken werden systematisch Gewässerprofile 10 bis 15 m im Ober- und Unterwasser des Bauwerkes aufgenommen.

Die Gewässerprofile werden senkrecht zur Gewässerachse aufgenommen.

Mit der EDV-Bearbeitung wurde der Profilvernullpunkt, heutige Bezeichnung: Profilstationierungspunkt, eingeführt. Der Profilstationierungspunkt (Parameter 5001) entspricht i.d.R. dem linken Fest- bzw. Hauptpunkt. Er dient u. a. dazu, die Jahresreihen der Querprofilaufnahmen übereinander lagerichtig einpassen zu können, falls Querprofilaufnahmen vorhanden sind, die noch nicht georeferenziert sind.

Bei vermarkten Festpunkten (z. B. Hektometersteinen) sind jeweils ein Punkt unmittelbar vor dem Stein, der Festpunkt selbst und ein Punkt unmittelbar nach dem Stein aufzunehmen (s. Abb. 7). Gewässerprofile bei vermarkten Festpunkten werden als sogenanntes Regelprofil bezeichnet.

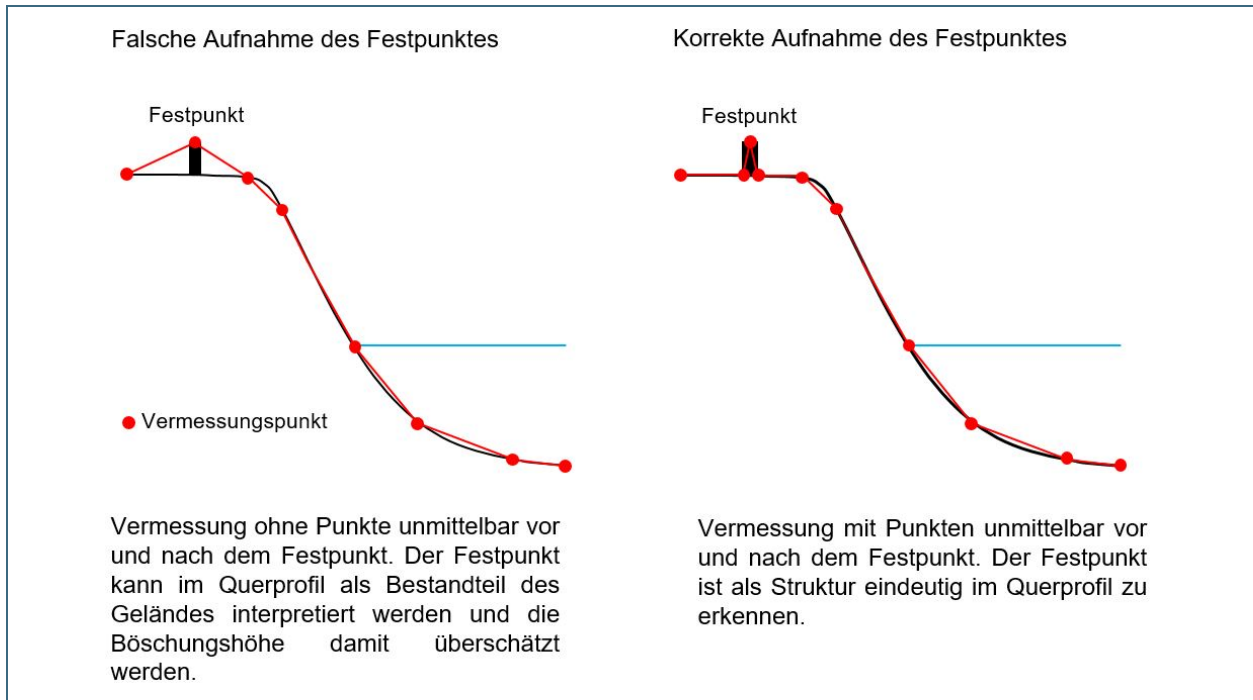



Abb. 7: Vermessung Festpunkt

Die Regel- bzw. Gewässerprofile erstrecken sich über das gesamte Flussbett einschließlich seiner Böschungen und angemessen breiten Uferstreifen. Die Uferstreifen schließen ggf. noch den Bereich der Rehenbildung (uferbegleitender Wall aus Feinsedimenten, meist bewachsen) ein. Soweit das Gewässerprofil eine Hochwasserschutzanlage (HWSA) schneidet, sollte im Querprofil der gesamte Querschnitt der HWSA bis zum luftseitigen Fußpunkt abgebildet werden. Die Querprofilaufnahmen erfassen ebenso, wenn vorhanden, die nach Kap. 2.2 eingerichteten Zeichen der Flussausrüstung unter Einbeziehung der ggf. zu definierenden Begrenzungslotherechten (Berechnungsgrenzen).

Die aufzunehmenden Vermessungspunkte sowie weitere Anforderungen an Gewässerprofile, Bauwerke, Längsstrukturen (Uferlinien, Böschungsober- und -unterkanten, Deichober- und -unterkanten, etc.) und die begleitende Dokumentation sind in der jeweils aktuellen wasserwirtschaftsinternen Musterleistungsbeschreibung Vermessung erläutert. Diese beschreibt alle Arbeiten des Vermessers im Außendienst sowie die Anforderungen und den Umgang mit den Vermessungsdaten im Innendienst, insbesondere für die Erstellung der sog. HIPPO-Dateien und die Übergabe der Vermessungsergebnisse über das HIS'3D-System. Die jeweils auszuführenden Leistungen sind im zugehörigen Leistungsverzeichnis Hydraulik/Vermessung definiert.

3.2.3 Dateiformat Vermessung – HIPPO

Im Jahr 2015 wurde das HIPPO-Format (s. wasserwirtschaftsinterne Musterleistungsbeschreibung Vermessung) eingeführt, das seither zum Austausch von Vermessungsdaten in der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung dient und das EWaWi+ bzw. IWaWi+ Format abgelöst hat. Beim HIPPO-Format  handelt es sich um eine einzige spaltentreue ASCII-Datei, in der alle Informationen georeferenziert und mit einem Header in der ersten Zeile abgelegt sind (s. Abb. 8).


```
DHDN90DHHN12GNSS33DONProjektHWGK/HWRK D22 VE3202VermessungsbüroBemerkung
11589200000000_00102006100201210164373089.1305364986.0910458.427000000111120705Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373093.9765364985.9410458.5830000002005120825Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373097.1655364985.8430458.5360000003005120915Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373102.0575364985.6920457.9960000004005121101Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373104.4585364985.6170456.4800000005000121151Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373104.4765364985.6170456.0260000006004121233Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373106.0645364985.5680455.7100000007004121301Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373107.5495364985.5220455.7750000008004121321Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373109.4805364985.4620456.0820000009004121401Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373109.7495364985.4540456.4800000010000121411Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373111.6405364985.3950457.2550000011005121521Bemerkung
11589200000000_00102006100201210164373117.7695364985.2060457.7310000012000121607Bemerkung
```

Abb. 8: Hydrographisches Importformat Profile Plus Objekte (HIPPO); Header: Angaben veraltet

3.3 Durchführung der Flussaufnahme

An dieser Stelle wird ein kurzer, zusammenfassender Überblick über die Vermessung des Gewässers, der Uferbereiche und des Vorlands und den jeweils zur Verfügung stehenden Messmethoden gegeben. Eine ausführliche Darstellung der einzelnen Verfahren, deren Einsatzgebiete und erzielbaren Genauigkeiten gibt das Merkblatt DWA-M 543, Band 1, Grundlagen und Verfahren sowie Band 2, Bedarfsgerechte Datenerfassung und -aufbereitung (DWA, 2019).

3.3.1 Aufnahme des Gewässers

Zur Aufnahme der Flussschlauchgeometrie bei kleineren bzw. flachen Gewässern kommt i.d.R. die Tachymetrie zum Einsatz. Bei tieferen Gewässern sind Echolotmessungen zumeist wirtschaftlicher. Außerdem wird auf das bathymetrische Laserscanning (sog. Grüner Laser) eingegangen, bei dem Informationen sowohl unterhalb als auch oberhalb der Wasseroberfläche erhoben werden können.

3.3.1.1 Terrestrische Aufnahme

Für kleinere oder leicht zugängliche Flussabschnitte kommt im Allgemeinen die tachymetrische Aufnahme in Betracht. Hierfür eignen sich besonders automatisch registrierende, elektronische Tachymeter. Gleichzeitig können die Festpunktsteine der Flusseinteilung der Lage nach mittels Polygonzug und unter Einhaltung der Fehlergrenze eingemessen werden. Bei freier Sicht aus der Luft und guter Empfangsqualität ist hier auch GPS sehr wirtschaftlich einsetzbar, vorausgesetzt die Geräteausstattung liefert die Genauigkeit im Zentimeterbereich.

Die bislang beschriebene Methode zur Erfassung der Flusssohle, die Stangenpeilung mit Messseil hat heute kaum noch eine Bedeutung, da die Streckenmessung in den meisten Fällen elektronisch erfolgt und die Daten digital gespeichert werden. Für diese Aufnahmen wird ebenfalls meist ein selbstregistrierendes Tachymeter eingesetzt. Bei kleineren Gewässern findet auch das Nivelliergerät noch Verwendung. Bei geringen Wassertiefen können die Sohlenpunkte unmittelbar durch Nivellement aufgenommen werden. In vielen Fällen ist aber das Messseil als Halteleine für die Messung der Sohle im Strömungsbereich der Gewässer zur Bootsfixierung erforderlich. Für die Aufnahme von Geländepunkten ist bei freier Sicht aus der Luft und guter Empfangsqualität auch GPS geeignet.

Der Abstand der Messpunkte ergibt sich immer aus dem Geländere Relief, so soll die Formänderung durch ein angeschmiegtetes Polygon beschrieben werden. Der Abstand der Peilabstiche sollte je nach Flussbreite und Ebenheit bzw. Veränderlichkeit der Sohle zwischen 1 und 5 m betragen, 10 m aber nicht überschreiten. Bei hoher Reliefenergie (Uferböschungen, Kolke) sind u. U. Abstände im Dezimeterbereich erforderlich. Der links- und rechtsufrige Wasserspiegel wird mit aufgenommen.

3.3.1.2 Echolot

Die oftmals in stehenden Gewässern eingesetzte Methode der Relieferfassung mittels Echolot eignet sich auch für die Flussvermessung. Der Einsatz dieser Methode führt aber durch das unterschiedliche Reflexionsniveau zwangsläufig zu einem Bruch in der Vergleichbarkeit mit konventionell aufgenomme-

nen Daten. Ein Umstieg auf diese Technologie ist nur dann sinnvoll, wenn bei der Erstmessung mit Echolot konventionelle Vergleichsquerprofile gemessen werden und die Echolotung künftig beibehalten wird. Das gleiche gilt für den Grünen Laser, mit dessen Laserstrahl ebenfalls die Sohle des Gewässers durch den Wasserkörper flächig erfasst werden kann.

Untersuchungen mittels Echolot haben einen Niveauunterschied nachgewiesen, erlauben aber keine systematische Umrechnung der Messpunkte. Ferner ist auf eine vergleichbare Gerätespezifikation (Schwingerfrequenz und Öffnungswinkel) zu achten. Die Aufnahme mittels Echolot erfordert eine konsequente Nachbearbeitung der Daten hinsichtlich Fehlerchos. Die Erfassung von Uferpunkten und Nasspunkten bei einer Wassertiefe unter 0,5 m muss mit anderen Methoden erfolgen. Auf eine ausreichende Überlappung beider Methoden (0,5 bis 1,0 m Wassertiefe) ist zu achten.

3.3.1.3 Bathymetrisches Laserscanning (Grüner Laser)

Mit herkömmlichen Systemen zur Laserscan-Befliegung können keinerlei Information über die Geländehöhe unterhalb der Wasseroberfläche gewonnen werden, da die Laserstrahlen mit dem normalerweise verwendeten Infrarotlicht nicht tief genug in das Wasser eindringen können, um genügend Informationen zum Sensor zurück zu liefern. Beim grünen Laser wird das Licht jedoch am wenigsten vom Wasser absorbiert so dass ein Teil des Lichtsignals vom Gewässergrund reflektiert wird.

Unter günstigen Bedingungen können Flachwasser-Laser-Bathymetrie-Systeme eine Tiefengenauigkeit von ca. $\pm 0,1$ m-0,5 m und eine Lagegenauigkeit von ca. $\pm 0,25$ -0,5 m erzielen (KINZEL, LEGLEITER, & NELSON, 2013/49). Mit zunehmender Wassertiefe steigt die Unsicherheit der Lagebestimmung aufgrund der Strahlablenkung im Wasser. Ein limitierender Faktor bei der Vermessung von Fließgewässern ist außerdem die Wassertrübung. Im Tiefenbereich von 3 m bis 10 m ist eine Messung nur unter sehr günstigen Bedingungen möglich. Damit ist diese Technik bislang ausgewählten Gewässern und Einsatzbereichen vorbehalten und sollte daher, z. B. über eine parallele terrestrische Vermessung, entsprechend qualitätsgesichert werden. Die Laser-Bathymetrie könnte für den flächenhaften Vergleich der Gewässersohle an unterschiedlichen Zeitpunkten jedoch künftig zu einer wertvollen Hilfe zu allen morphologischen Fragestellungen werden.

3.3.2 Aufnahme der Vorlandbereiche

Die aktuell gängigste, weil wirtschaftlichste Methode für die flächenhafte Erhebung von Höheninformationen der Vorlandbereiche ist das (flugzeuggestützte) Airborne Laserscanning (ALS). Die fotogrammetrische Auswertung von Luftbildern (Orthophotos) ist eine weitere mögliche Methode, um großflächig Höhenmodelle abzuleiten. Beide Methoden werden im Folgenden näher vorgestellt.

3.3.2.1 Laserscanning-Verfahren

Beim Airborne Laserscanning (ALS) erzeugen die von einem am Flugzeug angebrachten oszillierenden Laser ausgesandten Strahlen Reflexionen, welche die Messung der Laufzeit der Strahlen zwischen Emission und Ankunft am Sensor am Flugzeug erlauben.

Es entsteht so eine, je nach Messsystem, Flughöhe und Fluggeschwindigkeit, unterschiedlich dichte Punktwolke, welche die Erdoberfläche repräsentiert. Im Bereich fester Oberflächen werden die ausgesandten Laserstrahlen komplett reflektiert, während im Bereich lichtdurchlässiger Oberflächen wie etwa von Vegetation eine Aufspaltung des Laserstrahls geschieht. Ein Teil des auftreffenden Strahls wird an der obersten Schicht der Vegetation reflektiert (First Pulse), während ein weiterer Teil tiefer in die Vegetation und ein nochmals kleinerer Teil bis an den Boden dringt (Last Pulse). Diese unterschiedlichen Laufzeiten des gleichen Impulses erlauben die Extraktion (Filterung) der Information über die Höhe der Erdoberfläche, sogar unterhalb von Vegetation. Daraus ergeben sich die beiden Produkte digitales Geländemodell (DGM; Oberfläche ohne Bebauung und Vegetation) und digitales Oberflächenmodell (DOM; mit Bebauung und Vegetation).

Digitale Geländemodelle auf der Basis von Laserscandaten bieten eine hohe Punktdichte und damit auch flächig einen hohen Informationsgehalt bei relativ hohen Genauigkeiten in der Lage und der Höhe der Messpunkte. Dazu verläuft der Prozess der DGM-Erstellung weitgehend automatisiert, da keine manuellen Punktauswertungen oder terrestrischen Vermessungen von Referenzpunkten nötig sind. Jedoch ist es je nach Fragestellung oftmals notwendig, die Daten zu aggregieren oder auszudünnen, um die Datenmenge zu reduzieren.

Laserscandaten beinhalten keine Geländebruchkanten, die für die hydraulische Modellierung von großer Bedeutung sind. Diese können jedoch aus hoch aufgelösten Laserscandaten durch entsprechende Algorithmen extrahiert werden. Automatisch generierte Bruchkanten bieten im Vergleich zur Luftbildauswertung (Fotogrammetrie) jedoch nicht immer dieselbe Genauigkeit. Sie sollten daher im Rahmen der Modellerstellung überprüft und in hydraulisch relevanten Bereichen gegebenenfalls auch mit terrestrisch vermessenen Daten abgeglichen werden.

Aufgrund der Genauigkeitsanforderungen an hydraulische und morphologische Ermittlungen kommen für diesen Zweck insbesondere Rasterweiten von 1 x 1 m (DGM 1) in Betracht, die bayernweit über das LDBV zur Verfügung gestellt und in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden. Bei der Vorplanung einer Modellierung sollte rechtzeitig geprüft werden, wie lange die letzte Befliegung zurückliegt. Ggf. lässt sich mit einiger Vorlaufzeit eine aktuellere Befliegung des Projektgebietes organisieren.

3.3.2 Fotogrammetrische Auswertung von Luftbildern

Bei der fotogrammetrischen Auswertung werden DGMs durch die Auswertung sich überlappender Luftbilder (Messbilder) erstellt. Dabei werden die Einzelbilder in ein gemeinsames Koordinatensystem überführt (relative Orientierung) und dieses wiederum in das jeweilige Koordinatensystem des Untersuchungsgebiets transformiert (absolute Orientierung). Dazu werden terrestrisch vermessene und im Luftbild eindeutig identifizierbare Pass- und Verknüpfungspunkte verwendet. Aus diesen absolut orientierten Luftbildern können Punkte gemäß ihrer räumlichen Lage (x-, y- Koordinaten) und dazugehörige Höhenwerte (z-Koordinaten) ermittelt werden. Aus der Gesamtheit der ausgewerteten Höhenpunkte kann schließlich ein digitales Geländemodell aufgebaut werden.

Die fotogrammetrische Auswertung von Luftbildern erfolgt in der Regel halbautomatisch. Sie erfordert in Abhängigkeit der geforderten Punktdichte einen hohen manuellen Arbeitsaufwand. Der Vorteil dieser Auswertungsmethode gegenüber den rasterbasierten Laserscandaten besteht darin, dass die Strukturerkennung manuell durch den jeweiligen Bearbeiter erfolgt und daher Bruchkanten und sonstige für die hydraulische Modellierung wichtige Strukturen gezielt und mit einer hohen Zuverlässigkeit vermessen werden können.

In der Örtlichkeit bereits vorhandene Zeichen der Flussausrüstung sind für den Bildflug zu signalisieren, damit sie im Luftbild miterfasst und lagemäßig bestimmt werden können. Für die Befliegung eignet sich am besten das Frühjahr gegen Ende der Vegetationsruhe kurz vor Austrieb der Belaubung.

3.3.3 Aufnahmezeit und Organisation

Querprofilaufnahmen sind eine unverzichtbare Datengrundlage für morphologische Auswertungen sowie hydraulische Berechnungen, ebenso für Feststofftransportsimulationen und ggf. physikalische Modelle und bedürfen einer laufenden Aktualisierung, u.a. zur Überprüfung des Hochwasserschutzes. Querprofilaufnahmen sind im Allgemeinen bei Niedrigwasserverhältnissen (außer beim Echoloteinsatz) durchzuführen. Treten während der Aufnahme geschiebeführende Abflüsse (> 1,5 bis 2-faches MQ) auf, so ist die Aufnahme abubrechen und für den gesamten Aufnahmebereich zu geeigneter Zeit zu wiederholen. In jedem Querprofil sind die unterschiedlichen Punktcodes lt. der Schlüsselliste des HIPPO-Formats für die einzelnen Vermessungspunkte aufzunehmen.

Die Häufigkeit von Querprofilaufnahmen wird hauptsächlich von der wasserwirtschaftlichen Bedeutung des jeweiligen Fließgewässers, insbesondere auch im Hinblick auf die EG - Hochwasserrisikomanage-

mentrichtlinie, der Dynamik seiner Gestaltungsvorgänge sowie der durch Gewässerausbaumaßnahmen hervorgerufenen Veränderungen bestimmt. Der zeitliche Abstand sollte bei den geschiebeführenden Gewässern jedoch 8 Jahre nicht überschreiten, bei anderen Gewässern wird die doppelte Zeitspanne (bis 16 Jahre) empfohlen, sofern keine nennenswerten Veränderungen der Flusssohle eingetreten sind. In staugeregelten Flüssen kann ein zeitlich dichter Abstand (u. U. jährlich) erforderlich werden, insbesondere bei Maßnahmen zur Sedimentbewirtschaftung (Spülungen), die den Hochwasserschutz beeinflussen. Bei einer Flussstrecke mit starker Eintiefungstendenz (> 3 cm/Jahr) sollte ein zeitlicher Abstand von 3 bis 4 Jahren eingehalten werden. Unbeschadet dessen ist wiederholt zu prüfen, ob Veränderungen erkennbar sind oder sonstige Anlässe vorliegen, die eine Wiederholung von Querprofilaufnahmen erforderlich machen.

Für einen Flusslauf ist die durchgehende Querprofilaufnahme in einem Zug anzustreben, deren Länge von natürlichen (See) oder anthropogenen (Talsperre) Zäsuren begrenzt wird. Bei Flüssen, deren Lauf sich über mehrere Amtsbereiche erstreckt, ist der Zeitpunkt der Querprofilaufnahme untereinander abzustimmen.

In zeitlichem Zusammenhang mit der Querprofilaufnahme eines Flusslaufes oder einer Flussstrecke sollte möglichst eine Niedrigwasserspiegelfixierung (Kap. 3.3.4.2) durchgeführt werden.

3.3.4 Wasserspiegelfixierung

3.3.4.1 Umfang der Messung

Wasserspiegelfixierungen (der bisher verwendete Begriff Wasserspiegelfestlegung ist nicht mehr gebräuchlich) erfassen möglichst die ganze Länge des Flusslaufes oder ausnahmsweise nur Flussabschnitte, wenn diese beispielsweise durch die Einmündung größerer Nebenflüsse, Seen oder Stauseen begrenzt sind. Wasserspiegelfixierungen sind für flussmorphologische Belange vor allem bei Niedrigwasser, im Bedarfsfall bei Mittelwasser und zusätzlich bei größeren Hochwasserereignissen (mindestens ab dem jährlichen Hochwasser) durchzuführen. Zur Kalibrierung hydrodynamisch-numerischer Modelle für die Ermittlung von Hochwassergefahrenflächen und Überschwemmungsgebieten sind vor allem *Hochwasserspiegelfixierungen* eine unverzichtbare Datengrundlage, die wesentlich die Qualität der Ergebnisse beeinflusst. Da der Fließwiderstand über das gesamte Abflussspektrum variiert, sind Wasserspiegelfixierungen aller drei Wasserführungen (Niedrig-, Mittel- und Hochwasser) vor allem für Langzeitsimulationen des Feststofftransports von Bedeutung.

Mit jeder Wasserspiegelfixierung sollen zeitgleich Abflussmessungen an den dafür eingerichteten Pegeln bzw. an geeigneten Messstellen durchgeführt werden.

Im Gegensatz dazu dienen Wasserstandsmarken abgelaufener bzw. beobachteter Hochwasserereignisse eher der Ereignisdokumentation und Hochwasservorsorge. Unterstützend können sie aber ebenfalls zur Plausibilisierung von hydrodynamisch-numerischen Modellierungen verwendet werden.

3.3.4.2 Aufnahmezeit und Organisation (Wasserspiegelfixierung)

Durch Wasserspiegelfixierungen bei Niedrigwasser können mit überschaubarem Aufwand morphologische Gestaltungsvorgänge am Gewässer erkannt werden. Mit diesem Wissen können die Verantwortlichen dann über einen vertieften Erkundungsbedarf (Querprofilaufnahme) entscheiden. Sie können bei Flüssen, die starken morphologischen Veränderungen unterliegen, in einer Bandbreite von NQ bis zum zweifachen MNQ wiederholt werden, damit man sie unmittelbar untereinander vergleichen kann.

Bei geschiebeführenden Gewässern sind Niedrigwasserspiegelfixierungen mindestens alle 8 Jahre zu wiederholen, sofern Querprofilaufnahmen nicht oder nur in großen zeitlichen Abständen vorliegen. Bei einer Flussstrecke mit starker Eintiefungstendenz (> 3 cm/Jahr) sind Querprofilaufnahmen erforderlich. Bei nicht geschiebeführenden Gewässern kann der Zeitraum zwischen den Niedrigwasserspiegelfixie-

rungen doppelt so groß gewählt werden, wenn keine Anzeichen für nennenswerte Veränderungen der Flusssohle bekannt geworden sind.

Sind mehrere Wasserwirtschaftsämter für ein Gewässer zuständig, so übernimmt, wenn im Einzelfall nichts Anderes bestimmt ist, das jeweils am weitesten flussaufwärts zuständige Amt die Organisation der Gesamtmessung. Dieses Amt sorgt auch dafür, dass die gegebenenfalls beteiligten Kraftwerksbetreiber an der Wasserspiegelfixierung, soweit veranlasst, mitwirken. Kann der Abfluss durch den Betrieb von Kraftwerken (Stauanlagen) beeinflusst werden, dann sind deren Betreiber anzuhalten bzw. zu verpflichten, rechtzeitig vor Beginn der Wasserspiegelfixierung für einen gleichmäßigen, möglichst dem natürlichen Zufluss entsprechenden Abfluss an ihren Anlagen zu sorgen und die festgesetzten Stauhöhen für die Dauer der Messung genau einzuhalten.

Die Wasserspiegelfixierung erübrigt sich in Staubereichen, mit Ausnahme der Kontrolle der festgesetzten Stauhöhe unmittelbar oberhalb des Stauanlagenbauwerkes, soweit das Wasserspiegelgefälle weniger als 0,1 ‰ beträgt.

Durchgeführte Wasserspiegelfixierungen sind in die zentrale Gewässerprofildatenbank HIS'3D einzuspielen, zeitnah zu prüfen (vor allem bei Vergabe der Leistungen) und vorzuhalten. Der Zugriff ist für alle Wasserwirtschaftsämter und das LfU sichergestellt. Der Altdatenbestand früherer Erfassungssysteme wurde weitestgehend in HIS'3D übernommen. Für noch fehlende bzw. auf anderen Datenträgern gespeicherte Daten ist das jeweilige Wasserwirtschaftsamt verantwortlich, diese in HIS'3D bereit zu stellen.

3.3.4.3 Durchführung der Messung (Wasserspiegelfixierung)

Der Wasserspiegel wird an den durch die Flusseinteilung festgelegten Querprofilen flussabwärts fortlaufend eingemessen. Die Wasserspiegelhöhen werden dabei von den Festpunkten (siehe Kap. 2.2.1) ausgehend unmittelbar durch Nivellement oder trigonometrische Messung bestimmt oder über im Wasser stehende Abstichpfähle mit Nagelmarkierung, welche aufgenommen werden. In starken Krümmungen bzw. wenn sich als Folge des Quergefälles die Wasserspiegel am linken und rechten Ufer um mehr als 10 cm unterscheiden, sind die Wasserspiegel möglichst beidseitig einzumessen und in der Dokumentation (Planlegung) darzustellen.

3.4 Feststoffdaten

3.4.1 Schwebstoffe

Mit der Schwebstoffmessung wird ein physikalischer Grundparameter des Fließgewässers ermittelt. Die Schwebstofffracht bildet in den bayerischen Flüssen den größten Teil der Feststofffracht. Der nach 1900 zunehmende Ausbau von Gewässern erforderte eine genauere Kenntnis der Schwebstofffrachten, insbesondere um die Verlandungsprozesse von Stauhaltungen abschätzen zu können. Zu weiterführenden Informationen und Zielen zur Schwebstoffmessung in Bayern wird auf folgende Schriftstücke verwiesen:

- Handbuch tGewA
- LfU-Merkblatt 2.4/2 (2012) Schwebstoffmessung (Arbeitsanleitung, Teil A und Teil B sowie Anlagen)

https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil2_gewaesserkundlicher_dienst/index.htm•

3.4.2 Geschiebe

Mit Geschiebemessungen wurden in Bayern seit Beginn des 20. Jahrhunderts Erfahrungen gesammelt. Von systematischen Geschiebemessungen wurde abgesehen, da der Aufwand hoch ist, die Ergebnisse stark streuen, die Infrastruktur an den Pegeln nicht ausreicht und bei Hochwasser dort den Abflussmessungen Vorrang eingeräumt wird. Im Übrigen wird auf die Fachliteratur (DVWK, 1992), (Bundesamt für Wasser und Geologie, 2005) verwiesen.

Die Geschiebezusammensetzung von größeren bayerischen Fließgewässern wird seit rd. 100 Jahren beprobt und bedarfsweise ergänzt. Die Daten werden am LfU vorgehalten.

3.4.3 Feststoffentnahmen

Die Entnahme und Zugabe von Feststoffen aus bzw. in Gewässer ist grundsätzlich genehmigungspflichtig. Die jährliche Meldung der Feststoffentnahmen ist neben der Querprofilatenauswertung ein Eckpfeiler jeder flussmorphologischen Bestandserfassung und Diagnose.

Neben den Entnahmen/Zugaben der Wasserwirtschaftsämter (Ausbauvorhaben und Gewässerunterhaltung) werden auch die Entnahmen Dritter (Forstverwaltung, Kommunen, Verbände, Wasserkraftbetreiber und Privatpersonen) erfasst.

Die Wasserwirtschaftsämter haben die im Kalenderjahr aus den Gewässern I., II. und III. Ordnung entnommenen Feststoffmengen getrennt nach Flussgebieten zu erfassen und bis zum 01.03. des Folgejahres dem Bayer. Landesamt für Umwelt in einem Meldeformblatt per E-Mail mitzuteilen. Die Sammlung und Auswertung der Daten erfolgt durch das LfU. Die Entnahmen aus Seen sind zu melden, wenn im Kalenderjahr mehr als 100 m³ Feststoffe entnommen werden.

Wenn keine Entnahmen durchgeführt wurden, ist dies durch Eingabe von „Fehlanzeige“ in der Datumsspalte des Meldeformblattes zu dokumentieren.

Das Meldeformblatt „Entnommene und zugegebene Feststoffmengen“ wird vom LfU im Intranet bereitgestellt und kann mit folgendem Link aufgerufen werden:

[\\umwelt.bayern.de\lfu-extern\LfU-Public\Abt06\Ref63\14_GEWAESSERMORPHOLOGIE\Feststoffentnahme \(Entnommene_Zugegebene_Feststoffmengen.xlsx\)](\\umwelt.bayern.de\lfu-extern\LfU-Public\Abt06\Ref63\14_GEWAESSERMORPHOLOGIE\Feststoffentnahme (Entnommene_Zugegebene_Feststoffmengen.xlsx))

3.5 Fotos

Bilder (oder Videos) von außergewöhnlichen Ereignissen an den Gewässern - wie besondere Abflusszustände und Eisverhältnisse, Überschwemmungen, bemerkenswerte Uferveränderungen, Umlagerungen, Eintiefungen, Sohlendurchschläge, Baumaßnahmen und Schadensfälle - sind in die Zentrale Mediendatenbank einzustellen. Fotos der vermessenen Objekte (z.B. Querprofile oder Längsstrukturen) werden zusammen mit den Vermessungsdaten in der Gewässerprofilverwaltungsdatenbank HIS'3D abgelegt (s. 4.2.1).

4 Datenmanagement und Dokumentation

4.1 Aufgabe

Aufgabe der gewässerkundlichen Dokumentation ist es, das Ergebnis der Flussaufnahmen mittels EDV zu archivieren, visualisieren, auszuwerten und ggf. zu bearbeiten. Bei wasserwirtschaftlichen Vorhaben für Plandarstellungen sind die Richtlinien „REWas“ und die einschlägigen DIN-Vorschriften zu beachten. Alle zeichnerischen Darstellungen und Pläne, die automatisch aus HIS'3D generiert werden, genügen nicht diesen Anforderungen.

4.2 Gewässerprofilverwaltung

In der Gewässerprofilverwaltung können hydrografische Vermessungsdaten in Form von Querprofilen, Längsstrukturen, Punkt- und Flächendaten abgelegt, verwaltet und abgerufen werden. Bis Ende 2015 wurde die Software GeoCad u. A. für die Gewässerprofilverwaltung eingesetzt. Dieses Programm wurde durch HIS'3D abgelöst.

4.2.1 HIS'3D

HIS'3D ist das zentrale System für die Gewässerprofilverwaltung der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung.

Um auf die zugrundeliegende Datenbank zugreifen zu können, ist kein eigenes Programm erforderlich. Der Zugriff erfolgt direkt über einen Internetbrowser (z. B. Edge, Chrome, Firefox) zu einem Webserver am zentralen IT-Dienstleistungszentrum. Die allgemeine Adresse lautet:

<https://www.his3d.bayern.de/his3diserver/servlet/his3diserver?o=start&s=7>

Die Zugangsberechtigung wird entsprechend des Bearbeitungserfordernisses durch das LfU zugewiesen. Es gibt Berechtigungen für den Import, das Lesen/Recherchieren, Prüfen und das Schreiben/Ändern von Vermessungsdaten.

In HIS'3D werden alle zu einer Querprofilachse oder Längsstruktur gehörenden Daten (z. B. Vermessungshorizonte, Festpunktkoordinaten und Berechnungsgrenzen) in einer Station zusammengefasst. Die Station erhält einen eindeutigen Namen, der als „Adresse“ zum Wiederauffinden der Daten dient. Der Stationsname eines Querprofils setzt sich aus der 15-stelligen Gewässerkennzahl nach dem offiziellen Fließgewässernetz (FGN25), einem Unterstrich und dem Flusskilometer in Meter (7-stellig) zusammen.

Bsp.: 16000000000000000000_0176000 → Fkm 176,0 an der Isar

Bei Längsstrukturen, Einzelpunkten und Querprofilen die nicht direkt am zu vermessenden Gewässer liegen, wird an den Stationsnamen noch ein Suffix mit angehängt. Dies setzt sich zusammen aus der Angabe eines Großbuchstaben zur Kennzeichnung der Uferseite (in Fließrichtung) und einer 4-stelligen Zahl, die den Abstand zur Gewässerachse in Meter (auf den ganzen Meter gerundet) wiedergibt.

Bsp.: 16000000000000000000_0176000_L0123 → Fkm 176,0 an der Isar 123m links (in Fließrichtung) von der Flussachse entfernt

Vermessene Objekte werden in der Regel mit Fotos (einschließlich Standort und Blickrichtung bei der Aufnahme) dokumentiert. Diese Fotos werden zusammen mit der HIPPO-Datei, welche die Vermessungsdaten enthält, in die zentrale Gewässerprofilverwaltungsdatenbank importiert. In HIS'3D können diese Fotos z. B. mit den zugehörigen Profilen angesehen werden. Ein Export der Fotos aus der Datenbank (mit oder ohne zugehörigem Profil) ist mittels HIS'3D ebenfalls möglich.

4.2.2 Regeln des Datenmanagements

Die Ermittlung der Stationsnamen erfolgt in der Regel automatisch mittels des sogenannten Moduls „DetName“. Dieses Werkzeug kann sowohl über die HIS'3D Oberfläche als auch als eigenständiger Link ohne Nutzerkonto aufgerufen werden.

Alle Vermessungsdaten, die von Dritteleistern aufgenommen werden, müssen im HIPPO-Format übergeben werden. In der Regel sind auch die Dritteleister für den Import der Daten in HIS'3D zuständig. Durch die Importroutine werden die Daten einer Prüfung unterzogen. Dadurch soll verhindert werden, dass schwerwiegend fehlerhafte Daten in der Datenbank abgelegt werden. Des Weiteren werden die Daten auch automatisch einer Vermessungsepoche zugewiesen. Hierbei setzt sich der Epochename aus dem Gewässernamen in Großbuchstaben dem Vermessungsjahr und dem Vermessungsmonat, jeweils durch Unterstrich getrennt, zusammen.

Z. B.: ISAR_2019_05

Nach dem erfolgreichen Import werden die Daten zunächst als vorläufige Daten in HIS'3D hinterlegt und können über eine Workflowansicht in HIS'3D ausgewählt werden. Nach einer weiteren Qualitätssiche-

rung (z. B. durch das jeweilige WWA), können die Daten dann abgenommen oder nach Zurückweisung und vor einem erneuten Import wieder gelöscht werden.

Das LfU verantwortet den Betrieb und die technische Infrastruktur der Gewässerprofilverwaltung. Zusätzlich übernimmt das LfU die Organisation und Durchführung von Schulungen und ist beratend und unterstützend tätig. Für den Inhalt der Gewässerprofilverwaltung, also in erster Linie für die Datenqualität und Vollständigkeit, sind die jeweiligen WWA verantwortlich. Das gilt sowohl für Neuimporte als auch für Altdaten.

4.3 Zeichnungen und Pläne

4.3.1 Manuelle Zeichnungen (historisch)

Als Zeichnungen und Pläne im Wesentlichen noch manuell erstellt worden sind, war es üblich, folgende Dokumente vorzuhalten und laufend fortzuschreiben:

- Lageplan
- Flusslängsschnitt
- Baufortschritts- und Baukataster
- Querprofilverarbeitungsbuch
- Manuell gezeichnete Flussquerprofile
- Manuell gezeichnete Massensummenlinienpläne (Volumensummenlinienpläne)

Dies ist nicht mehr gängige Praxis. Da diese Dokumente jedoch eine besondere historische Bedeutung besitzen, werden sie noch im Anhang aufgeführt und erläutert. Originalpläne sollen nicht gefaltet werden. Lichtpausen sollen im Format DIN A 4 gefaltet und in Ordnern aufbewahrt werden.

4.3.2 Computergestützte Zeichnungen

Der jeweilige Entwicklungsstand von Aufnahmetechnik und elektronischer Datenverarbeitung bestimmt die Verfahrensweise beginnend bei der Datenerfassung während der Querprofilaufnahme bis zum graphischen Ausdruck der Pläne. Der in der Verwaltung jeweils eingeführte neueste Stand der Technik zur Datenvorhaltung und Querprofilverarbeitung ist deshalb zu berücksichtigen und anzuwenden. Seit Einführung der DV-gestützten Querprofil-datenvorhaltung sind Querprofile in digitaler Form die Regel. Vermessungsdaten werden in der Gewässerprofilverwaltung HIS'3D als Grundlage für zeichnerische Darstellungen bzw. Pläne vorgehalten. Diese können bei Bedarf (teil-)automatisiert erstellt werden. Besondere Bedeutung haben Querprofile, Längsprofile und Volumensummenpläne.

4.3.3 Flussquerprofil

Durch die DV-gestützte Datenvorhaltung sind maßstäbliche Flussquerprofil-darstellungen entbehrlich geworden. Zur visuellen Überlagerung mit gezeichneten Querprofilen wurde regelmäßig der Maßstab der Länge mit 1:500 und der Maßstab der Höhe mit 1:50 gewählt. Bei breiter und beweglicher Flusssohle kann der Maßstab der Länge bis auf 1:2.500 verkleinert werden oder kleinere Maßstäbe für die zehnfache Überhöhung gewählt werden (1:1000 / 100). Die zeichnerische Darstellung vielgestaltiger Sachverhalte, wie Angaben zur Ufersicherung und Sohlenbeschaffenheit, ist bei der DV-gestützten Erstellung eingeschränkt.

Alle Querprofile sind im Aufriss flussabwärts gesehen zu zeichnen.

Zur Veranschaulichung der Gewässerentwicklung können in einem Aufriss mehrere Aufnahmeepochen einer Station überlagert werden. So können Eintiefungs- oder Auflandungstendenzen sowie Seitenerosion schnell erkannt werden. Es hat sich bewährt, in einer Darstellung nicht mehr als fünf Epochen zu überlagern (s. Abb. 9 und Abb. 10).

Ein Flussquerprofil (s. Abb. 9 und Abb. 13) enthält im Allgemeinen:

- Flussname
- Querprofilbezeichnung (bezogen auf den Flusskilometer)
- Maßstäbe
- Querprofilhorizont (auf volle Meter über NN gelegt)

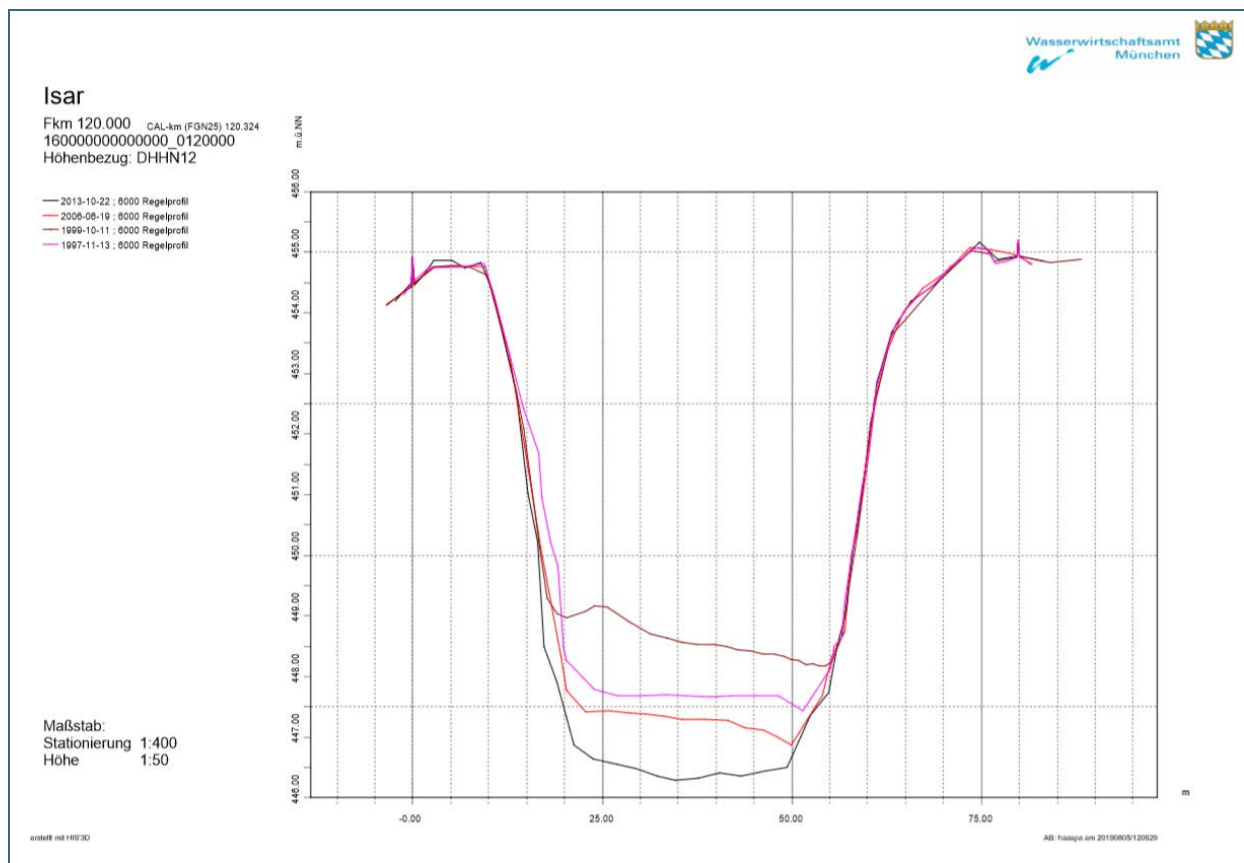


Abb. 9: Maschinell gezeichnete Flussprofile im HIS'3D Layout „LFU_Zeichnung_mit_Gitternetz“

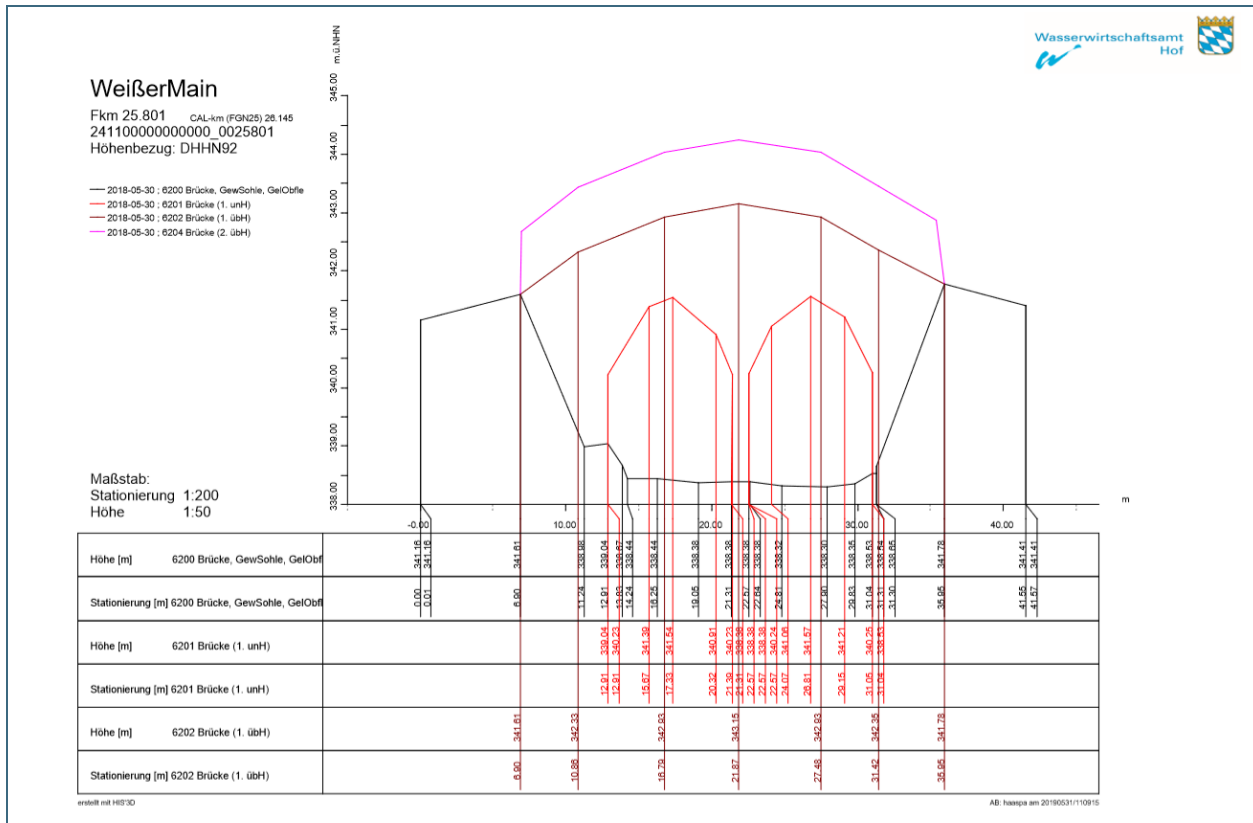


Abb. 10: Maschinell gezeichnete Flussprofile im HIS'3D Layout „LFU_erste_drei_Linien_beschriftet“

4.3.1 Flusslängsprofile

Flusslängsprofile können automatisch aus HIS'3D erstellt werden. Je nach Bedarf können hier mittlere Sohlagen, Talwege und Wasserspiegellagen angezeigt werden.

Für die Erstellung von aussagekräftigen Flusslängsprofilen sind, neben der möglichst exakten Einhaltung der Profilachse während der Vermessung, die Profilrandgrenzen von entscheidender Bedeutung.

Profilrandgrenzen können in HIS'3D erstellt werden. Schon vorhandene Randgrenzen können auch in HIS'3D importiert werden. Bei den Profilrandgrenzen sind Kubaturränder und Sohlränder zu unterscheiden. Kubaturränder sind so anzuordnen, dass sie zwischen den Zeichen der Flussausrüstung liegen und soweit die Stabilität und Sicherung des Flussufers dies zulassen möglichst nahe an die Uferböschung eingerückt werden. Damit sollen alle voraussahbaren Querprofilveränderungen erfasst werden können. Die Kubaturränder sollen zur Massenbilanzierung bzw. Kubaturrechnung verwendet werden (Kapitel 4.3.5). Die Sohlränder werden zur Bestimmung der mittleren Sohlage herangezogen. Sohlränder dienen zur Abgrenzung der beweglichen Sohle vom Rest des Querprofils. Ggf. können für mehrere Messepochen nicht die gleichen Sohlränder verwendet werden, da die Ergebnisse der Berechnung der mittleren Sohlagen dann nicht mehr vergleichbar wären.

4.3.2 Volumensummenlinienplan

Die Änderungen im Geschiebehaushalt eines Flusses lassen sich durch einen Volumensummenlinienplan darstellen. Der Volumensummenlinienplan sollte sich möglichst auf den ganzen Flusslauf erstrecken oder, wenn ein Fluss hinsichtlich seiner Geschiebeführung durch Zäsuren (größere Stauanlagen, Seen, Engstellen oder Einmündungen bedeutender Nebenflüsse) unterteilt wird, auf die Länge des dazwischenliegenden Abschnittes.

Die Volumensummenlinie kann mit HIS'3D erzeugt werden (s. Abb. 11). Als Ausgabedateien aus HIS'3D stehen eine Excel-Tabelle und ein PDF des Volumensummenlinienplanes zur Verfügung.

Zur Verdeutlichung der zeitlichen Entwicklung kann die Größe der Massenbewegung auf die Zeiteinheit Jahr (Einheit m^3/a) bezogen werden. Die Darstellung zusätzlicher Informationen (Querbauwerke, Zubringer etc.) kann zur Interpretation hilfreich sein. Diese Angaben lassen sich allerdings nicht automatisiert aus HIS'3D ausspielen, sondern müssen nachträglich manuell eingefügt werden.

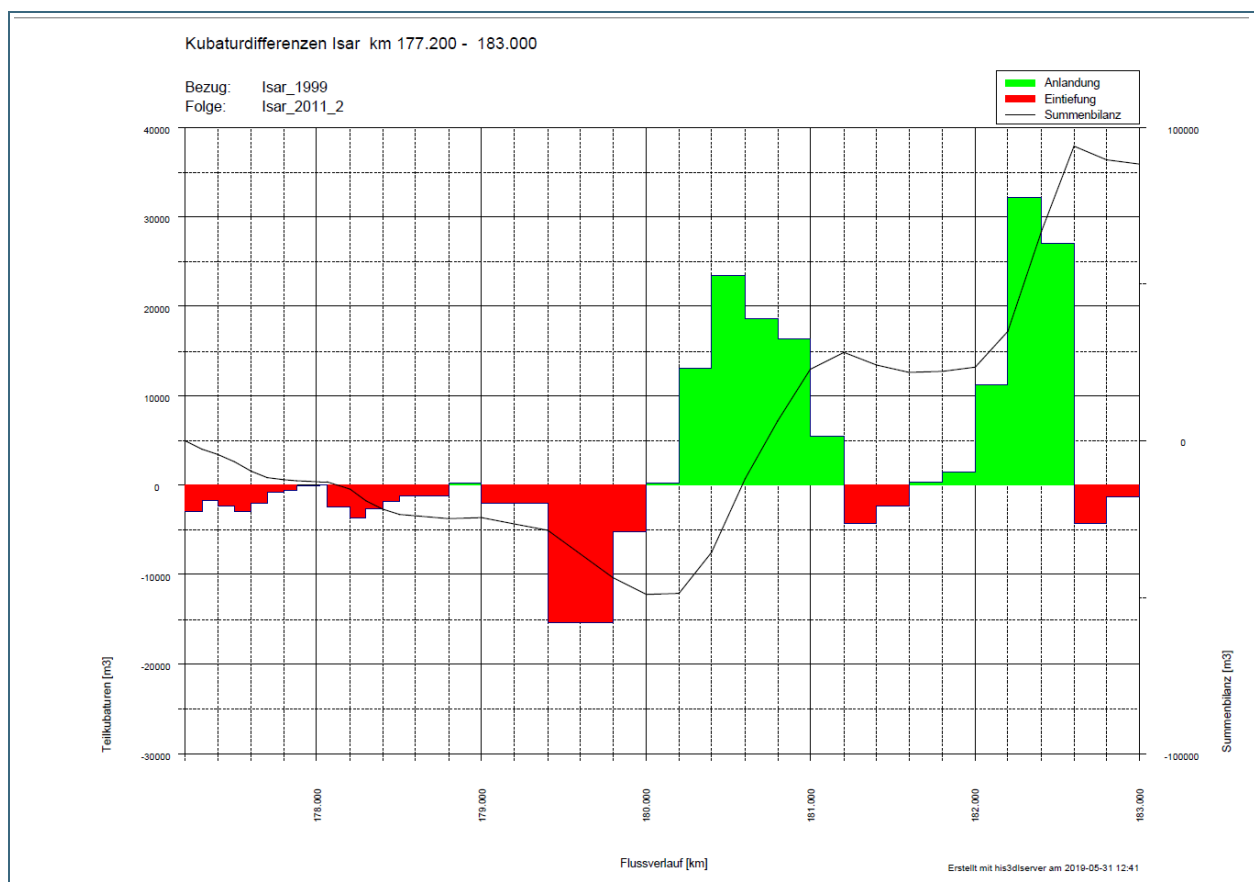


Abb. 11: Automatisch erstellter Volumensummenlinienplan mit HIS'3D

4.3.3 Aufnahmenübersicht

Die zeitliche und räumliche Verteilung sämtlicher Wasserspiegelfixierungen, Querprofilaufnahmen sowie Feststoffentnahmen eines Flusslaufes oder -abschnittes lässt sich am besten in einer graphischen Übersicht darstellen (Abszisse: Längseinteilung des Flusslaufes mit Eintrag des Ereignisses und symbolhafter oder farblicher Kennzeichnung; Ordinate: Kalenderjahre). Alternativ können auch GIS-Projekte angefertigt werden.

5 Literaturverzeichnis

Bundesamt für Wasser und Geologie. (2005). *Feststoffbeobachtungen in der Schweiz* (Bd. 8). Bern.

DVWK. (1992). *Regel Nr. 127/1992 Geschiebemessungen*. Hamburg, Berlin: Paul Parey.

DWA. (2019). *Merkblatt DWA-M 543-1 und 2, Geodaten in der Fließgewässermodellierung*. Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

KINZEL, P., LEGLEITER, C., & NELSON, J. (2013/49). Mapping River Bathymetry With a Small Footprint GreenLiDAR: Applications and Challenges. (J. J. Am, Hrsg.) *Water Resour. Assoc.*, S. 183-204.

Anhang: Hinweise zu historischen Dokumenten

Der Anhang beinhaltet Hinweise zu historischen Dokumenten. Dazu wurde auf das alte Merkblatt Nr. 5.4/1 „Flussausstattungen, Flussaufnahmen und deren Dokumentation“ vom 15. Dezember 2008 Bezug genommen. Die einschlägigen Kapitel aus diesem Merkblatt wurden im Wesentlichen mit Original-Abbildungen übernommen. Diese sollen dem Verständnis von historischen Unterlagen zu Flussaufnahmen (s.a. Kapitel 4.3.1) dienen.

Lageplan (historisch)

Aufnahmekarte (historisch)

Als Grundlage dienten möglichst aktuelle amtliche Höhenflurkarten oder Luftbildkarten in den Maßstäben der Flurkarten 1:5.000 oder 1:2.500, in Sonderfällen im Maßstab 1:1.000. Die Aufnahmekarte eines Flusslaufes war, beginnend bei der Mündung des Flusses, flussaufwärts fortschreitend zu kennzeichnen. In der Aufnahmekarte war darzustellen:

- Längseinteilung des Flusses
- Festpunkte
- Querprofilinien
- Talquerprofilinien (soweit vorhanden)
- Polygonzüge bzw. -punkte (soweit vorhanden)

Flusskataster (historisch)

Als Grundlage dienten die amtlichen Höhenflurkarten bzw. Flurkarten und Luftbildkarten im Maßstab 1:5.000, nur in Sonderfällen im Maßstab 1:2.500 und 1:1.000. Der Flusskataster enthält folgende, auf dem neuesten Stand gehaltene Angaben:

- Flussgerinne mit der Mündung von Nebengewässern, Abzweig und Mündung von Nebenarmen, Wasserein- und -ausleitungen
- Flussachse mit Längseinteilung
- Ausbaustrecken, Uferschutzbauten (mit Baujahr)
- gewässerkundliche Messstellen
- Anlagen im, am und unter dem Gewässer einschließlich solcher der Gewässerbenutzung sowie sonstige Wasserbauten (Sonderunterhaltungslasten etc.)
- Überschwemmungsgrenzen (mit Datum des jeweiligen Ereignisses), Deiche
- Verwaltungs- und Unterhaltungsgrenzen
- Anliegergrundstücke mit Kennzeichnung der staatseigenen Grundstücke

Flusskarte (historisch)

Die Flusskarte (Übersichtskarte) wurde aus der Topographischen Karte im Maßstab 1:25.000 und in Sonderfällen auch aus Luftbildern im DIN A 4 Format hergestellt. Die Flusskarte sollte enthalten:

- Längseinteilung des Flusses (mindestens jeden vollen Kilometer)
- gewässerkundliche Messstellen

- Querbauwerke, Kreuzungsanlagen
- Überschwemmungsgrenzen
- Verwaltungsgrenzen

Flusslängsschnitt (historisch)

Grundplan (historisch)

Im Grundplan mit Kopfblatt (siehe Abb. 12) wurden alle im Wesentlichen unveränderlichen Bestandteile und Bauten - siehe nachstehend - im Verlauf des Flusses aufgenommen. Die Grundpläne wurden früher auf maßstabshaltigem, pausfähigem Material (Transparentfolie) angelegt, um einerseits Höhen möglichst genau ablesen zu können und andererseits weitere Auswertungen auf einheitlicher Basis vorzugeben.

Alle Längsschnittpläne waren mit der Fließrichtung von links nach rechts zu zeichnen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sollte der Maßstab der Länge mit 1:50.000 und der Maßstab der Höhe mit 1:100 gewählt werden, ausnahmsweise konnten auch folgende Maßstabsverhältnisse angewendet werden:

- bei großen, langen Flüssen mit geringem Gefälle ($< 0,6 ‰$) 1:50.000 / 50
- bei kleineren, kurzen Flüssen mit geringem Gefälle 1:25.000 / 50
- bei kleineren, kurzen Flüssen mit großem Gefälle 1:25.000 / 100

Der Grundplan enthält im Allgemeinen:

- Die maßstäblich richtige Längseinteilung mit Angabe der tatsächlichen Entfernungen (Abstände) und Fehlkilometer in der Flussachse in Übereinstimmung mit den Stammdaten des Flusslaufes
- Horizontallinien im Höhenabstand von 5 m auf volle m ü. NN (bei unmaßstäblicher Darstellung mindestens jeden vollen m ü.NN)
- Verlauf der beidseitigen Flussufer sowie vorhandener Deich- und Dammbauten
- Pegelstellen mit Metereinteilungsskala und Angabe des Pegelnullpunktes (PNP) in m ü.NN
- Einmündung von Nebengewässern, Wasserein- und -ausleitungen
- Anlagen im, am und unter dem Fluss einschließlich solcher der Gewässerbenutzung sowie sämtliche sonstigen Wasserbauten mit Angabe der wichtigsten Bauwerkshöhen (Freibordmaße, Konstruktionsunter- bzw. -oberkanten) in m ü.NN
- den Fluss querende Verwaltungsgrenzen
- Angaben zur Geomorphologie (wie Felsauftragungen, erkundete Oberfläche des Tertiärs, Bettmaterial)

Die Grundpläne waren gegebenenfalls in Teilplänen bis DIN A 0 anzufertigen und bei Bedarf auf Höhe DIN A 4 zu falten. Bei maschinell erzeugten Grundplänen konnte auf die Staffelung (versetztes Auftragen der Höhenabstände) verzichtet werden. Die Teilpläne überlappen sich um mindestens einen Kilometer, damit ein Aneinanderfügen der Teilpläne möglich ist. Bei Flüssen, die sich über mehrere Amtsbezirke von Wasserwirtschaftsämtern erstrecken, war ebenso zu verfahren.

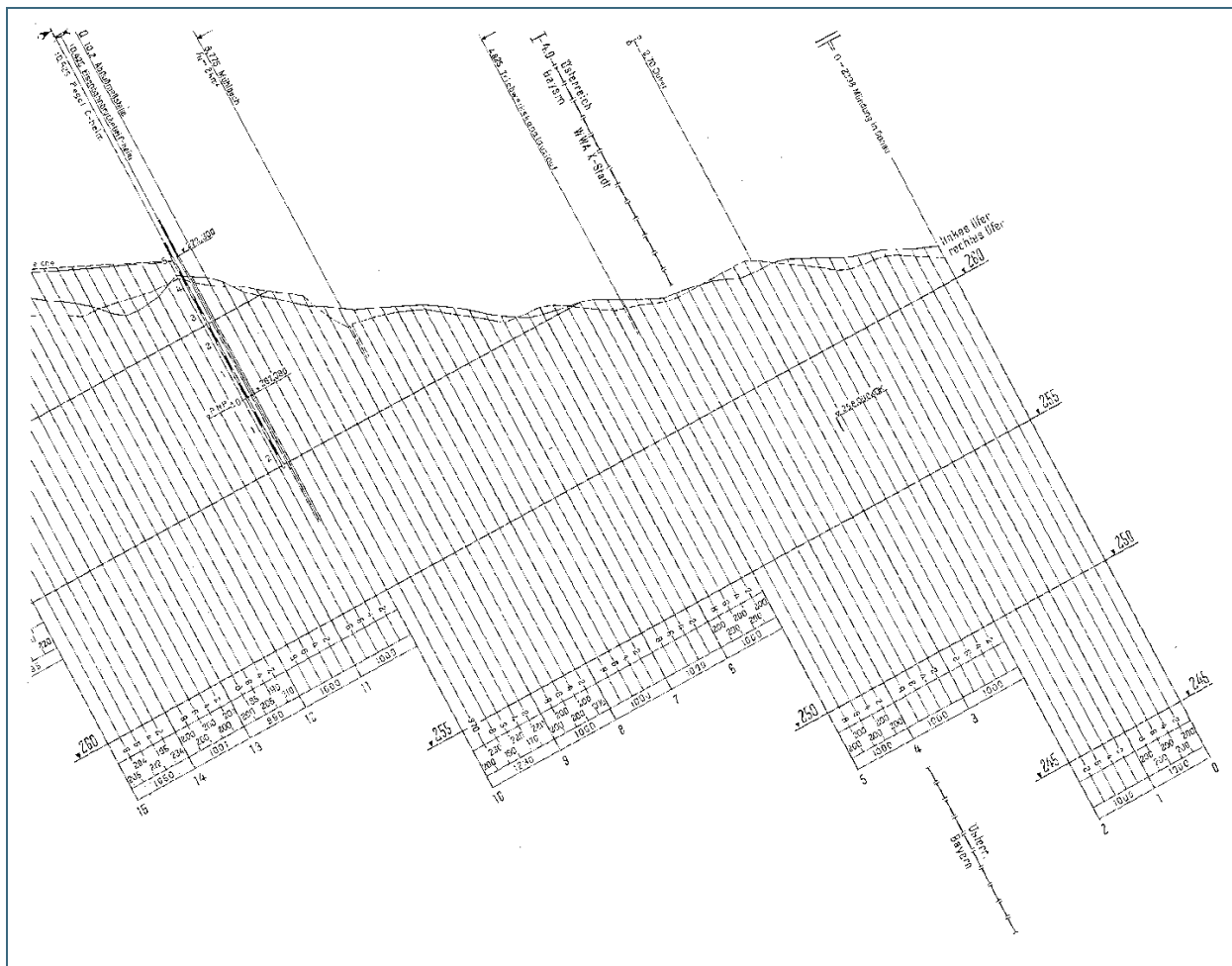


Abb. 12: Flusslängsschnittgrundplan

Längsschnittplan (historisch)

Der Längsschnittplan entstand durch zusätzliche Eintragung von Wasserspiegelfixierungen, mittleren Sohlen und Talwegen sowie sonstiger aktueller, veränderlicher Sachverhalte in den Grundplan (s.o.). Zu Vergleichszwecken war es jedoch zweckmäßig, in einzelne Fertigungen des Längsschnittplans entweder nur Wasserspiegelfixierungen oder mittlere Sohlen oder Talwege einzutragen.

Der Längsschnittplan erstreckt sich zweckmäßigerweise in einem Stück über den gesamten Flussabschnitt eines Amtsbereiches. Waren mehrere Wasserwirtschaftsämtler für einen Fluss zuständig, dann sollten die Eintragungen im Längsschnittplan jeweils um mindestens einen Kilometer über die beiderseitigen Amtsgrenzen reichen. Die Nachbarämter stimmten sich zu diesem Zweck ab und tauschten ihre Aufnahmeergebnisse untereinander aus. Durchlaufende Aufnahmen waren mit gleichen Strichsymbolen oder gleicher Farbe darzustellen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit waren im Allgemeinen nicht mehr als 5 zu vergleichende Aufnahmen des gleichen Sachverhaltes (Niedrigwasserspiegel, mittlere Sohlen oder Talwege) mit unterscheidbarem Strichsymbol in einen Plan einzutragen. Dem Plan war eine entsprechende Zeichenerklärung anzufügen.

Auf Papierausdrucken bzw. -abzügen eignete sich die farbige Kennzeichnung der veränderlichen Eintragungen zu Vergleichszwecken.

Flussquerprofil (historisch)

Durch die DV-gestützte Datenvorhaltung waren maßstäbliche FlussquerprofilDarstellungen entbehrlich geworden. Zur visuellen Überlagerung mit gezeichneten Querprofilen wurde regelmäßig der Maßstab der Länge mit 1:500 und der Maßstab der Höhe mit 1:50 gewählt. Bei breiter und beweglicher Flusssohle konnte der Maßstab der Länge bis auf 1:2.500 verkleinert werden oder kleinere Maßstäbe für die zehnfache Überhöhung gewählt werden (1:1000 / 100).

Ein Flussquerprofil (siehe Abb. 13) enthält im Allgemeinen:

- Flussname
- Querprofilbezeichnung (bezogen auf den Flusskilometer)
- Maßstäbe
- Querprofilinie mit Aufnahmedatum
- Querprofilhorizont (auf volle Meter über NN gelegt)
- zwei Begrenzungslotherechte
- ermittelte mittlere Sohlen in m ü. NN
- Querprofilfläche A (früher F) in m² (die veränderliche Querprofilfläche wird vom Querprofilhorizont, den zwei Begrenzungslotherechten und der jeweiligen Querprofilinie eingeschlossen)
- Kennzeichnung der Uferverbauung bzw. -sicherung
- Angaben zur Sohlenbeschaffenheit nach DIN 4022 und 4023

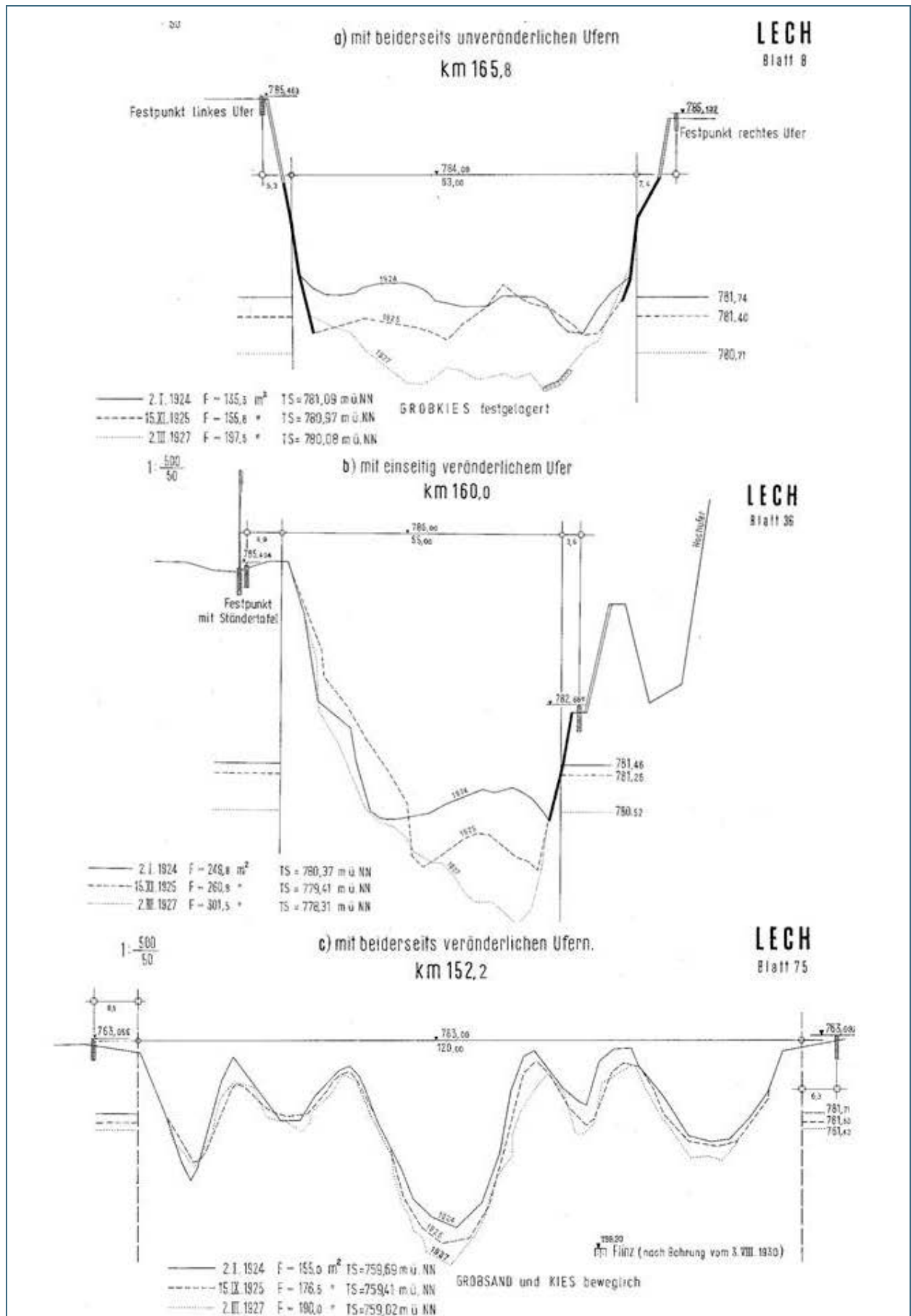


Abb. 13: Manuell gezeichnete Flussprofile

Baufortschritts - und Baukatasterplan (historisch)

Eine Fortführung von Baufortschritts- und Baukatasterplänen ist nicht mehr notwendig, vorhandene Bestände sind jedoch sorgfältig aufzubewahren. Diese eignen sich wegen ihrer übersichtlich dargestellten Aufeinanderfolge von Ausbauelementen am Flusslauf sowie der Angabe von Bauausführungszeiten sowohl für flussmorphologische und flussgeschichtliche Untersuchungen als auch als Informationsquelle für Planungen im Rahmen der naturnahen Gewässergestaltung. Wurden Baufortschritts- und Baukatasterplan in der Vergangenheit nicht angelegt, sind alle Unterlagen, die vor allem die zeitliche Abfolge von Gewässerausbauten dokumentieren, sorgfältig aufzubewahren.

Querprofilverarbeitungsbuch (historisch)

Seit Einführung der DV-gestützten Querprofildatenvorhaltung und -auswertung ist eine Fortführung des Querprofilverarbeitungsbuches nach Merkblatt 2.8-1 vom 15.12.1988 nicht mehr erforderlich. Vorhandene Bestände sind allerdings aufzubewahren. Neben der manuellen Ermittlung der Querprofiländerungen, der mittleren Sohlen und des Geschiebehaushaltes (Massenbilanz) dienen die Querprofilverarbeitungsbücher der langfristigen Dokumentation der Querprofilaufnahmen einschließlich Kontrolle und Prüfung.

Massensummenlinienplan (historisch)

Die Änderungen im Geschiebehaushalt eines Flusses lassen sich durch einen Massensummenlinienplan – korrekter Volumensummenlinienplan genannt - darstellen (siehe Abb. 14). Der Massensummenlinienplan sollte sich möglichst auf den ganzen Flusslauf erstrecken oder, wenn ein Fluss hinsichtlich seiner Geschiebeführung durch Zäsuren (größere Stauanlagen, Seen, Engstellen oder Einmündungen bedeutender Nebenflüsse) unterteilt wird, auf die Länge des dazwischenliegenden Abschnittes.

Zur Verdeutlichung der zeitlichen Entwicklung wurde und wird auch heute noch die Größe der Massenbewegung auf die Zeiteinheit Jahr (Einheit m^3/a) bezogen. Die Darstellung zusätzlicher Informationen (Querbauwerke, Zubringer, etc.) kann zur Interpretation hilfreich sein.

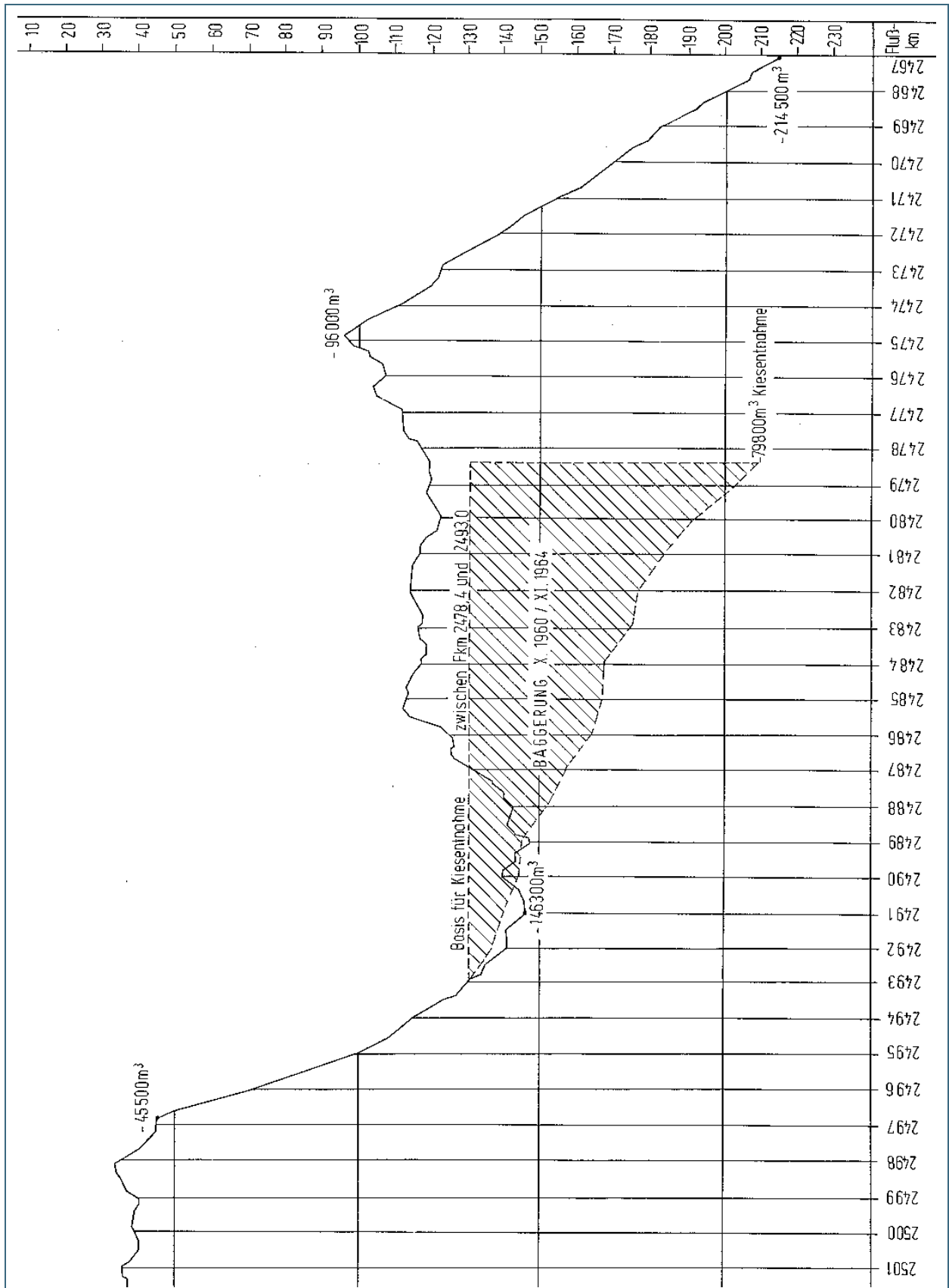


Abb. 14: Manuell gezeichneter Volumensummenlinienplan

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Telefon: 0821 9071-0
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung:

LfU, Ref. 63

Bildnachweis:

LfU

Stand:

02/2020

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 0 89 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.