



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft

**Gewässerraumfestlegung im Siedlungsgebiet nach Art. 41a/b
GSchV und § 15 f HWSchV**

Kantonale Gewässer in den Gemeinden der 1. Priorität

ALTBACH-CHRIESBACH

Anhang A15: Herleitung natürliche Ge- rinnesohlenbreite

Herleitung natürliche Gerinnesohlenbreite am Chriesbach und Altbach

1. Ausgangslage

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) gibt vor, wie breit der minimale Gewässerraum sein muss. Zur Berechnung dieser Breite ist die natürliche Gerinnesohlenbreite (nGSB) des Gewässers massgebend. Diese umfasst jenen Bereich, der regelmässig mit Wasser bedeckt und umgelagert wird und deshalb keine Vegetation aufweist. Bei Gewässern mit einer aktuellen Gerinnesohlenbreite (aGSB) kleiner als 15 m wird die nGSB je nach Breitenvariabilität des Gewässers mit Hilfe eines Korrekturfaktors aus der aGSB abgeleitet. Bei Gewässern mit einer aGSB grösser als 15 m muss die nGSB im Rahmen eines Fachgutachtens ermittelt werden.

Mit der Berechnungsmethode anhand des Korrekturfaktors ergeben sich am Chriesbach in einigen Abschnitten sehr grosse nGSB. Dabei gibt es jedoch Hinweise, dass diese Methode im vorliegenden Fall die tatsächliche nGSB überschätzt: So überschreiten die nGSB die aGSB in natürlichen Vergleichsstrecken des Chriesbachs teilweise um mehr als das Doppelte. Da für den Chriesbach kein Fachgutachten zur Bestimmung der nGSB vorliegt, wurde die nGSB im Rahmen der Gewässerraumfestlegung für die Abschnitte Chr-1 bis Chr-4 anhand dreier Methoden hergeleitet. Die Herleitung anhand der drei Methoden "Referenzstrecken", "historische Dokumente" und "empirische Ansätze" wird in der vorliegenden Aktennotiz erläutert.

2. Grundlagen

- [1] Naturgefahrenkarte Dübendorf (DUE), Basler & Hofmann AG, 20.12.2013
- [2] Karte Gewässer-Ökomorphologie, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Zugriff: November 2022
- [3] Querprofilaufnahmen Chriesbach, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), 2008
- [4] Digitales Terrainmodell swissALTI3D. swisstopo, Zugriff: November 2022
- [5] Seitenerosion in kiesführenden Flüssen. Prozessverständnis und quantitative Beschreibung. Patricia Requena, 2008
- [6] Historische Karte J. Wild, 1850, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Zugriff: November 2022
- [7] Siegfriedkarte 1880 Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Zugriff: November 2022

3. Methode Referenzstrecken

3.1 Vorgehen

Um die nGSB anhand von Referenzstrecken zu ermitteln, werden natürliche / naturnahe oder wenig beeinträchtigte Abschnitte begutachtet, die ähnliche Randbedingungen bezüglich Gefälle, Abfluss und Geschiebe (Korngrößenverteilung) wie der Untersuchungsabschnitt aufweisen. Dabei ist, wenn möglich, eine Referenzstrecke angrenzend an den Untersuchungsabschnitt zu wählen.

Am Chriesbach gibt es mehrere Abschnitte, die gemäss der Karte Ökomorphologie [2] als natürlich / naturnah bzw. wenig beeinträchtigt klassiert sind und als Referenzstrecken in Frage kommen (Abbildung 1). Alle Referenzstrecken weisen eine ausgeprägte Breitenvariabilität auf, was einem Korrekturfaktor 1 entspricht, d.h. die aGSB entspricht der nGSB.

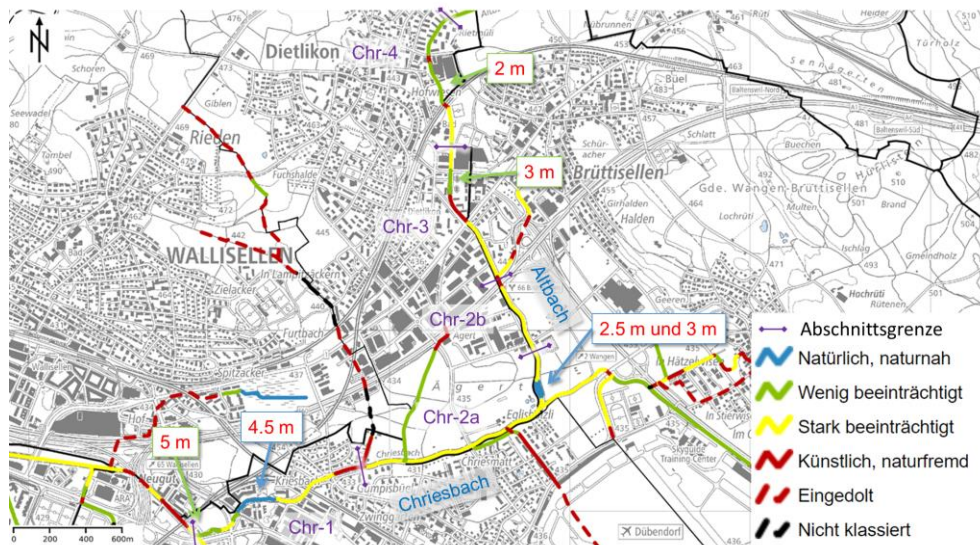


Abbildung 1

Ausschnitt aus der Karte "Gewässer-Ökomorphologie" mit den aktuellen Gerinnesohlenbreiten der Referenzstrecken (wo aGSB = nGSB).

Im Abschnitt Chr-1 direkt bei der Mündung des Chriesbachs in die Glatt beträgt die aGSB bei ausgeprägter Breitenvariabilität 5 m. In Mündungsbereichen werden tendenziell hohe nGSB erwartet. Dies ist hier auch der Fall; im Vergleich zu den weiter oben gelegenen Referenzstrecken ist die aGSB im Mündungsbereich am höchsten.

Bei der Referenzstrecke etwas oberhalb, immer noch im Abschnitt Chr-1 (Abbildung 1), handelt es sich um einen revitalisierten Abschnitt. Im Rahmen des Revitalisierungsprojekts wurden die ökologischen Zielvorstellungen für den Chriesbach umgesetzt. Die aGSB gibt also einen natürlich / naturnahen Zustand mit nGSB wieder. Die aGSB bzw. nGSB beträgt 4.5 m und ist für die Abschnitte Chr-2a und Chr-2b repräsentativ.

Im Abschnitt Chr-2b kurz vor der Mündung des Altbachs in den Chriesbach befindet sich nochmals eine revitalisierte Strecke mit zwei Teilgerinnen von 2.5 m bzw. 3 m Breite. Summiert ergibt das eine aGSB von 5.5 m. Allerdings entsprechen am Chriesbach verzweigten Gerinne wohl nicht dem Naturzustand (Kapitel 4), weshalb die summierte Gerinnesohlenbreite die tatsächliche nGSB überschätzt.

Die wenig beeinträchtigten Strecken in den Abschnitten Chr-3 und Chr-4 haben eine aGSB von 3 m bzw. 2 m. Diese beiden Strecken dienen nur für die oberen beiden Abschnitte der Gewässerraumfestlegung (Chr-3 und Chr-4) als Referenzstrecken. Zu den Abschnitten Chr-1 bis Chr-2b ist einerseits die räumliche Distanz zu gross und der Abfluss ist aufgrund diverser Zuflüsse nicht mehr vergleichbar.

3.2 Fazit

Aufgrund von Referenzstrecken wird die nGSB im Abschnitt Chr-1 auf 5 m und in den Abschnitten Chr-2a und Chr-2b auf ca. 4.5 m angenähert. In den Abschnitten Chr-3 und Chr-4 beträgt sie 3 bzw. 2 m. Eine Zusammenfassung der Gerinnesohlenbreiten ist in Tabelle 4 ersichtlich.

4. Methode historische Dokumente

4.1 Vorgehen

Seit dem 19. Jahrhundert werden in der Schweiz hochwertige Karten hergestellt, die teils einen detaillierten Einblick in die frühere Gewässerlandschaft ermöglichen. Im vorliegenden Fall wurde die Wildkarte von 1850 und die Siegfriedkarte von 1880 verwendet, um Rückschlüsse auf die ursprüngliche Morphologie und die natürliche Gerinnesohlenbreite des Chriesbachs zu ziehen.

Die Wildkarte (Abbildung 2) zeigt im Mündungsbereich des Chriesbachs in die Glatt Verbauungen. Weiter oben kann aufgrund des mäandrierenden Verlaufs des Gerinnes angenommen werden, dass es sich um einen weitgehend natürlichen Zustand des Chriesbachs handelt. Aus der Karte konnten nGSB von 5.1 bis 5.3 m gemessen werden. Morphologisch handelte es sich beim Chriesbach um ein mäandrierendes Gerinne, auf der Karte sind keine Nebenläufe oder Kiesbänke erkennbar (d.h. kein verzweigtes Gerinne). In den oberen Abschnitten, insbesondere im Altbach, lassen sich aus der Karte keine Gerinnebreiten mehr ermitteln, da der Bach dort nur noch als eine einzelne Linie eingezeichnet ist und somit keine quantitativen Aussagen zur nGSB möglich sind.



Abbildung 2

Ausschnitt Chriesbach, in den Abschnitten Chr-1 und Chr-2a aus der Wildkarte 1850

Die Siegfriedkarte (Abbildung 3) wurde ca. 30 Jahre nach der Wildkarte erstellt. Das Gerinne ist gegenüber der älteren Karte begradigt, es lassen sich jedoch noch Altläufe erkennen. Entlang des Gerinnes sind Feuchtgebiete eingezeichnet. Die nGSB sind mit denjenigen der Wildkarte vergleichbar und betragen ca. 5.3 bis 5.4 m. Auch aus der Siegfriedkarte lassen sich in den oberen Abschnitten, insbesondere im Altbach, keine Gerinnebreiten mehr ermitteln, da der Bach dort nur noch als eine einzelne Linie dargestellt ist.

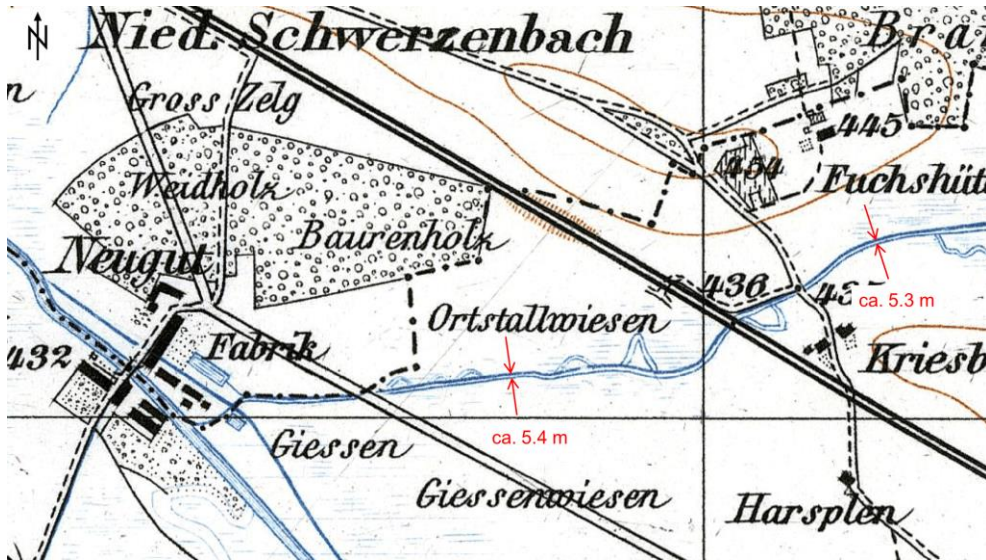


Abbildung 3
Ausschnitt Chriesbach in den Abschnitten Chr-1 und Chr-2a aus der Siegfriedkarte
1880

4.2 Fazit

Aus den historischen Karten lässt sich auf eine nGSB von ca. 5.1 bis 5.4 m in den unteren Abschnitten schliessen. Der Chriesbach hatte einen mäandrierenden Verlauf mit Feuchtgebieten entlang des Gerinnes. Es lassen sich keine verzweigten Gerinneabschnitte oder Kiesbänke erkennen. Die nGSB ist für die unteren drei Abschnitte verwendbar, weiter oben nimmt die Breite ab und der Altbach ist nur noch als einzelne Linie eingezeichnet, weshalb sich dort keine nGSB aus der Karte messen lassen. Bei den gemessenen Breiten handelt es sich um die Wasserspiegelbreiten, die etwas grösser sind als die Gerinnesohlenbreiten. Die Karten sind massstabsgetreu, allerdings ergeben sich aufgrund der Auflösung Unschärfen in der Messung, die zu berücksichtigen sind. Aus diesen zwei Gründen wird die Wasserspiegelbreite grob auf 1 m genau gerundet, was in einer nGSB von ca. 5 m resultiert. Diese nGSB ist für die Abschnitte Chr-1 bis Chr-2b repräsentativ.

5. Methode empirische Ansätze

5.1 Einleitung

Die Untersuchungen und Naturbeobachtungen verschiedener Autoren zeigen, dass die nGSB von drei Einflussfaktoren abhängt, nämlich vom bettbildenden Abfluss ($HQ_2 - HQ_5$), dem Gefälle und der Korngrössenverteilung des Sohlenmaterials bzw. Geschiebes. Die verschiedenen Ansätze zur Berechnung der nGSB weisen in ihren Resultaten jedoch eine grosse Streuung auf. Diese ist darauf zurückzuführen, dass die Ansätze für unterschiedliche Bedingungen (z.B. Sandflüsse vs. Kiesflüsse) und morphologische Gerinneausprägungen (z.B. mäandrierend vs. verzweigt) entwickelt wurden. Zur Ermittlung der natürlichen Gerinnesohlenbreite des Chriesbachs wurden daher zwei empirische Ansätze angewendet: Millar und Ashmore [5]. Diese beiden Ansätze kombinieren alle drei Einflussfaktoren. Auf die Anwendung anderer Ansätze (z.B. Parker, Yalin) wurde verzichtet, weil diese nur zwei Einflussfaktoren verwenden und dabei i.d.R. das Gefälle vernachlässigen, obwohl dieses am genauesten bestimmt werden kann und einen wesentlichen Einfluss auf das Erscheinungsbild des Gewässers hat.

5.2 Vorgehen

5.2.1 Grundlagenbeschaffung

Um die natürliche Gerinnesohlenbreite anhand von empirischen Ansätzen zu ermitteln ist die Kenntnis der folgenden Grundlagen notwendig:

- _ Bettbildender Abfluss
- _ Mittlerer Korndurchmesser
- _ Gefälle

Die Herleitung dieser Grundlagen wird im Folgenden kurz erläutert.

Bettbildender Abfluss

Als bettbildender Abfluss wird der Abfluss bezeichnet, der massgeblich für die morphologische Umformung des Gerinnes verantwortlich ist. Üblicherweise werden dazu Abflüsse verwendet, die statistisch einmal in 2 – 5 Jahren vorkommen ($HQ_2 - HQ_5$). Zur Ermittlung der bettbildenden Abflüsse dienen die Daten der Gefahrenkarte [1]. In jedem Abschnitt der Gewässerraumfestlegung gibt es einen Bemessungspunkt, für den die Hochwasserabflüsse des HQ_{30} , HQ_{100} , HQ_{300} und EHQ vorliegen. Um das HQ_2 und das HQ_5 zu ermitteln, wurden die vorhandenen Hochwasserabflüsse anhand einer Potenzfunktion extrapoliert (Abbildung 4).

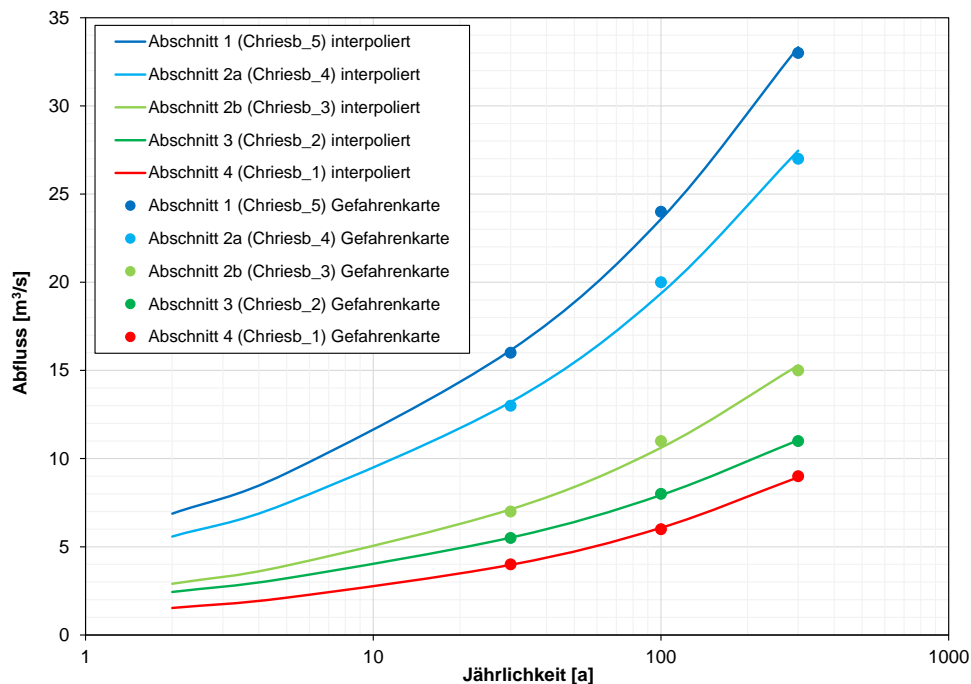


Abbildung 4
Extrapolation der bettbildenden Abflüsse aus den Hochwasserabflüssen

Die bettbildenden Abflüsse pro Abschnitt sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

	Chr-1	Chr-2a	Chr-2b	Chr-3	Chr-4
HQ ₂ [m³/s]	6.9	5.6	2.9	2.4	1.5
HQ ₅ [m³/s]	9.2	7.5	3.9	3.2	2.1

Tabelle 1
Bettabbildende Abflüsse in den Abschnitten der Gewässerraumfestlegung am Chriesbach

Als bettabbildender Abfluss wurde im vorliegenden Fall aufgrund von Erfahrungswerten das HQ₂ als massgebend erachtet.

Mittlerer Korndurchmesser

Da im Betrachtungsperimeter keine Linienzahlanalysen vorliegen, wurde der mittlere Korndurchmesser (d_m) geschätzt. Dabei wurde angenommen, dass der Chriesbach ein kiesführender Bach ist, sich die Körner jedoch am unteren Ende der Kiesfraktion einordnen lassen. Dies entspricht einem mittleren Korndurchmesser von 0.02 m. Um die Sensitivität der empirischen Ansätze auf den d_m zu prüfen, wurde er für die Berechnungen auch einmal verdoppelt ($d_m = 0.04$ m) und einmal halbiert ($d_m = 0.01$ m). Die Streuung der Resultate ist in Tabelle 3 ersichtlich. Da die Abweichungen nach oben und unten vergleichbar sind, wurde für die Festlegung der nGSB in allen Abschnitten der Korndurchmesser von 0.02 m berücksichtigt.

Gefälle

Das verwendete Gefälle entspricht dem Bruttogefälle pro Abschnitt. Hierzu wurden die Vermessungsdaten [3] verwendet.

	Chr-1	Chr-2a	Chr-2b	Chr-3	Chr-4
Bruttogefälle [%]	0.15	0.13	0.22	0.45	0.52

Tabelle 2

Bruttogefälle der Abschnitte der Gewässerraumfestlegung am Chriesbach

5.2.2 Berechnung der natürlichen Gerinnesohlenbreite

Anhand der oben ermittelten Grundlagen wurde für jeden Abschnitt der Gewässerraumfestlegung die nGSB berechnet. Dabei kamen die zwei empirischen Ansätze von Ashmore und Millar [5] zur Anwendung. Um die Sensitivität des Korndurchmessers auf die resultierende nGSB zu prüfen, wurden die Ansätze mit drei unterschiedlichen Durchmessern gerechnet. Da die daraus resultierenden Abweichungen nach oben und unten eine ähnliche Grössenordnung aufweisen, wurde für alle Abschnitte der Korndurchmesser von 0.02 m als massgebend erachtet, was dem unteren Ende der Kiesfraktion entspricht. Wie erwartet ergaben die Resultate der beiden Ansätze auch untereinander eine gewisse Streuung (Tabelle 3). Da die den Ansätzen zugrundeliegenden Grössen auf Annäherungen basieren, sind die Unsicherheiten der so ermittelten nGSB gross.

	Chr-1	Chr-2a	Chr-2b	Chr-3	Chr-4
Ashmore, $d_m = 0.01$	8.9	6.8	6.1	9.2	7.2
Millar, $d_m = 0.01$	8.6	6.8	5.9	7.9	6.2
Ashmore, $d_m = 0.02$	5.5	4.2	3.8	5.7	4.4
Millar, $d_m = 0.02$	5.1	4.0	3.5	4.7	3.7
Ashmore, $d_m = 0.04$	3.4	2.6	2.3	3.5	2.7
Millar, $d_m = 0.04$	3.0	2.4	2.1	2.8	2.2

Tabelle 3

Berechnete nGSB aufgrund unterschiedlicher empirischer Ansätze

5.3 Fazit

Die massgebenden empirischen Ansätze von Ashmore und Millar ergeben nGSB von 3.5 bis 5.5 m in den unteren drei Abschnitten und 3.7 bis 5.7 m in den oberen beiden Abschnitten.

6. Schlussfolgerung

Die mit den drei Methoden ermittelten nGSB werden nachfolgend einander gegenübergestellt, um eine repräsentative nGSB pro Abschnitt zu ermitteln. Relevant sind dabei auch die unterschiedliche Aussagekraft sowie die Unsicherheiten und Einschränkungen der verschiedenen Methoden.

Die Referenzstrecken sind bereits teilweise anthropogen beeinflusst. Teilweise handelt es sich um revitalisierte Abschnitte. Aufgrund der ausgeprägten Breitenvariabilität werden sie dennoch als repräsentativ beurteilt.

Die historischen Dokumente sind eine sehr gute Grundlage, da die anthropogenen Einflüsse gering sind und sie massstabsgetreu erfasst wurden. Allerdings zeigen sie die Wasserspiegelbreite, nicht die nGSB, und aufgrund der Auflösung ergeben sich Unschärfen in der Abmessung. Im oberen Bereich (Altbach) ist zudem nur noch eine einzelne Linie für den Gerinneverlauf eingezeichnet, die keine Rückschlüsse auf die Breite zulässt.

Da die empirischen Ansätze mit vielen Unsicherheiten behaftet sind und eine Streuung aufweisen, werden sie vor allem zur Plausibilisierung der anderen beiden Methoden verwendet. In den obersten beiden Abschnitten erhalten sie etwas mehr Gewicht, da dort keine historischen Dokumente zur Verfügung stehen.

Die gewählten natürlichen Gerinnesohlenbreiten pro Abschnitt sind in Tabelle 4 aufgeführt. Es wurde darauf geachtet, dass die aus Referenzstrecken und historischen Dokumenten gemessenen Gerinnesohlenbreiten nicht unterschritten wurden. Wo es durch die Plausibilisierung aufgrund der empirischen Ansätze angezeigt war, wurde die natürliche Gerinnesohlenbreiten gegenüber der gemessenen Breiten erhöht (Chr-1, Chr-3, Chr-4). Dabei wurde der Mittelwert der nGSB der verschiedenen Methoden gemäss Tabelle 4 berechnet. Anschliessend wurde überall auf 1 m genau gerundet um keine Scheingenauigkeit zu suggerieren.

	Chr-1	Chr-2a	Chr-2b	Chr-3	Chr-4
Referenzstrecken	4.5 – 5.0	4.5	4.5	3.0	2.0
historische Dokumente	5.0	5.0	5.0	-	-
empirischer Ansatz Ashmore	5.5	4.2	3.8	5.7	4.4
empirischer Ansatz Millar	5.1	4.0	3.5	4.7	3.7
Gewählte nGSB	5	5	5	4	4

Tabelle 4

Ermittelte nGSB anhand der verschiedenen Methoden und gewählte nGSB für die Gewässerraumfestlegung

Für die Gewässerraumfestlegung wird in den Abschnitten Chr-1 bis Chr-2b eine nGSB von 5.0 m verwendet, in den Abschnitten Chr-3 und Chr-4 eine nGSB von 4.0 m.