

VVB Hydrogeologie Nordhausen
Betrieb des VVB Kombinat GFE
Betriebssteil Torgau
Arbeitsstelle Dresden

Nur für den Dienstgebrauch

Dresden, den 28.2.1986

Richtlinie

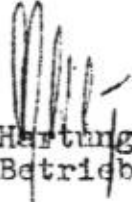
Bestimmung des Koeffizienten der Kolmationsentwicklung
in Fließgewässern

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Heeger

Vertraulichkeitsgrad: NfD

Die Richtlinie wird hierdurch bestätigt:

Nordhausen, den 16.6.86


Hartung
Betriebsdirektor

Verteiler:

G/GF, WTZ,
MfGeo, Abt. FM,
" " LV,
ZGI, AG Hydrogeologie,
NG, NGG, NGN, BG 2x,
TG/TGT, TGD, TGH,
DG/DGN, DGK, DGJ, DGF,
GR 2x, GKO

<u>Inhaltsverzeichnis</u>		<u>Seite</u>
Verzeichnis verwendeter Symbole		3
1.	Einleitung	4
2.	Gültigkeitsbereich	4
3.	Bemessungsverfahren für Kolmationskoeffizienten	5
3.1.	Kolmationserscheinung unter Naturbedingungen	5
3.1.1.	Erscheinungsform	
3.1.2.	Gesetzmäßigkeiten der Kolmationsentwicklung	5
3.2.	Bemessungsformel des Kolmationskoeffizienten	6
3.3.	Kolmationsfunktionen	7
4.	Konditionen zur Bemessung des Kolmationskoeffizienten	8
4.1.	Allgemeines	8
4.2.	Konditionen	9
5.	Beispiele für Anwendung des Bemessungsverfahrens	11
6.	Methodische Empfehlungen für die Abschätzung des Kolmationskoeffizienten bei kleinen Flüssen	14
7.	Literaturverzeichnis	15

Verzeichnis verwendeter Symbole

Symbol	Maßeinheit	Bedeutung
D	Monat	Zeitdauer
NW	m	Mittelwasserstand im Fluß
MNW	m	Mittlerer Niedrigwasserstand im Fluß
NW	m	Niedrigwasserstand im Fluß
NQ	m^3/s	Niedrigwasserabfluß im Fluß
NQ _{10/30}	m^3/s	Der mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 10 Jahren an 30 aufeinanderfolgenden Tagen auftretende Niedrigwasserabfluß
\bar{q}	m^3/m	Uferbelastung. Summe der uferfiltrierten Wassermenge innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes bezogen auf 1 m Uferlänge
b	m	Flußbreite
q_i	$m^3/m^2 \cdot d$	Infiltrationsrate. Spezifische Gewässerbelastung pro $/m^2/$ Gewässersohlfläche
q_{Ufer}	$m^3/m \cdot d$	Uferrate. Spezifische Uferbelastung pro Meter Uferlänge bei Uferfiltration
s		Standardabweichung, Streuung
w	s	Kolmationskoeffizient. Infiltrationswiderstand. Kolmationswiderstand
Δw	s	Differenz des Kolmationskoeffizienten zwischen dem Anfangs- und Endwert einer Entwicklungsperiode. Als partieller Widerstandswert bei Niedrigwasser im Fluß verwendet.
τ	N/m^2	Schleppspannung im Fluß

1. Einleitung

Die Richtlinie beinhaltet die Bemessung des Kolmationskoeffizienten w , der die Grundlage für den Mengennachweis von Uferfiltrat bildet. Sie hat unmittelbaren Bezug zur „Arbeitsrichtlinie Erkundung Uferfiltratvorräte“ /1/.

Mit der Forschungsarbeit „Kolmation von Gewässerbetten - Teilthema Fließgewässer“ /2/, die 1985 im VEB Hydrogeologie abgeschlossen wurde, liegen neueste Kenntnisse zur Kolmationsentwicklung vor. Die vorliegende Richtlinie macht die Forschungsergebnisse durch Aktualisierung der Empfehlungen der „Arbeitsrichtlinie Uferfiltratvorräte“ - zur Voraussage der Kolmationsentwicklung
- zur Festlegung von Repräsentativwerten w nutzbar.

Weiterführende Informationen sind dem Forschungsbericht zu entnehmen.

2. Gültigkeitsbereich

- Die Kolmationsrichtlinie gilt für Fließgewässer mit ausschließlich innerer Kolmation. Sie gestattet die Berechnung der Größe des Kolmationskoeffizienten, wie er sich bei Infiltrationsbelastung durch den Dauerbetrieb der Wassergewinnung herausbildet.
- Die Darstellung der Gesetzmäßigkeiten der Kolmationsentwicklung und die hieraus abgeleitete allgemeine Bemessungsformel für den w -Wert ist für Fließgewässer generell verbindlich.
- Die konkreten Kolmationsfunktionen zur wertmäßigen Bestimmung des Kolmationskoeffizienten sind vorerst nur für die großen Ströme mit Erosionsprofil gültig. Das betrifft die Elbe als dem für die Uferfiltration unseres Landes bedeutendste Gewässer und den Ober- und Mittellauf der Oder.
- Die Erweiterung des Anwendungsbereiches auf kleine Flußläufe bedarf der Vervollkommnung des empirischen Kenntnisstandes. Die Erfüllung des im VEB Hydrogeologie noch in Bearbeitung befindlichen Teilthemas „Kolmation von Gewässer - Stehende Gewässer“, in das auch langsam fließende Gewässer einbezogen sind, wird hierzu beitragen.

Als Übergangslösung werden in Abschnitt 6 methodische Empfehlungen für die näherungsweise Ermittlung des Kolmationskoeffizienten gegeben.

3. Bemessungsverfahren für Kolmationskoeffizient

3.1. Kolmationserscheinung unter Naturbedingungen

3.1.1. Erscheinungsform

Von praktischer Bedeutung ist die innere Kolmation. Ihre Verteilung über den Flußquerschnitt ist ungleichförmig. Allgemein ist sie nur in der fassungsgseitigen Uferzone vorhanden und selten bis in Flußmitte ausgebreitet. Versickerungsaktive, schwach- bis unkolmationsfähige Sohlschichten stehen selbst bei starker Infiltrationsbeanspruchung noch im Bereich des Stromstriches zur Verfügung!

Die Uferfiltratbelastung des Gewässerbettes ist mit Uferraten bis maximal $q_{\text{Ufer}} = 20 \dots 25 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d}$

- bezogen auf die mit Brunnen ausgebaute Fassungslänge - gewährleistet. Die mittlere Belastungsgröße beträgt $q_{\text{Ufer}} = 20 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d}$.

3.1.2. Gesetzmäßigkeiten der Kolmationsentwicklung

Wichtigste Einflußgrößen sind die kolmationsfördernde Infiltrationsrate q_1 und die kolmationshemmende Sohlschleppspannung τ des fließenden Wassers.

Die zeitliche Entwicklung des Kolmationswiderstandes bei Uferfiltration ist durch eine Folge von Auf- und Abbauphasen gekennzeichnet, die einen Mittelwert überlagern. Starke Schwankungsanteile, die sich in kurzfristigen Streuungen um den Mittelwert mitteilen, prägen den Werdegang. Veränderungen treten innerhalb weniger Wochen ein. Ein quasi-stabiler Endzustand als Grenzwert der Entwicklung entsteht nicht.

Ursache der Veränderlichkeit ist der verschieden starke Einfluß der Schleppspannung bei Hoch-, Mittel- und Niedrigwasser.

Bei Mittelwasser ist der Kolmationswiderstand direkt proportional der Infiltrationsrate, deren Veränderung innerhalb von 1-2 Monaten zu einer Änderung des w -Wertes führt.

Unter Niedrigwasserverhältnissen entsteht die größte Verdichtung durch eine ständig fortschreitende Kolmation in Abhängigkeit von der Summe der infiltrierten Wassermenge $/\text{m}^3/$. Diese Entwicklung wird bereits durch den Mittelwasserabfluß unterbrochen, der eine Reduzierung in Monatsfrist und eine Rückführung auf die Mittelwasserkolmation bewirkt.

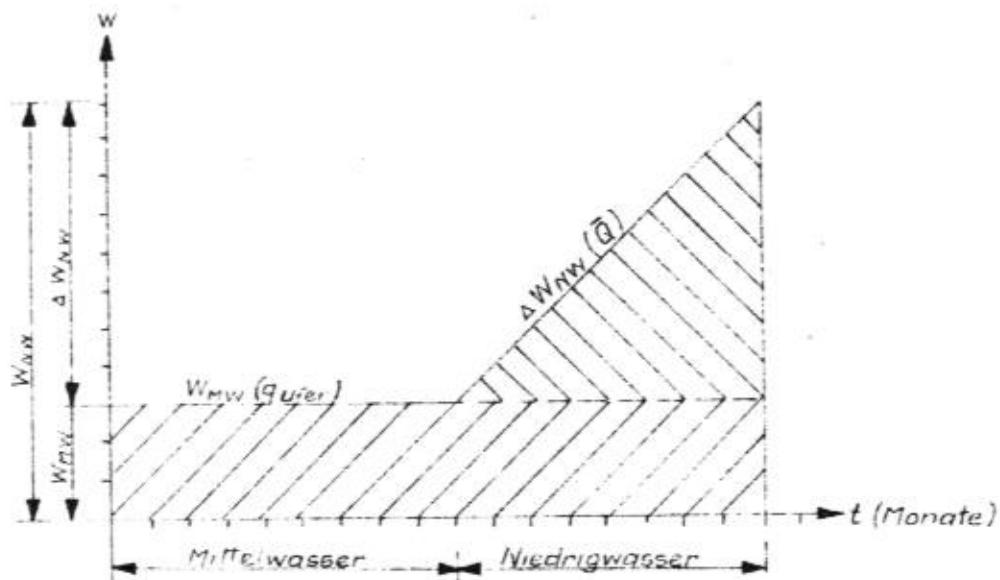
Unabhängig von der Infiltrationsrate wird die Selbstdichtung bei Hochwasser in wenigen Tagen bis Wochen abgebaut. Abbauraten von 50 %

werden bereits bei Hochwasserabflüssen mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 1-2 Jahren erreicht. Nach jedem Hochwasser erfolgt ein beschleunigter Wiederaufbau der Kolmation, der bei Mittelwasser spätestens nach 4 Monaten mit einer der Uferfiltratabgabe adäquaten Größe abgeschlossen ist. Bei Niedrigwasser setzt sich der Bildungsvorgang entsprechend den o.g. Gesetzmäßigkeiten fort.

3.2. Bemessungsformel des Kolmationskoeffizienten

Die Bemessungsformel geht von folgenden Zusammenhängen aus:

- Bei Mittelwasser entsteht die Basiskolmation w_{MW} , deren Größe Ausgangsniveau der Niedrigwasserkolmation ist.
- Der Kolmationskoeffizient bei Niedrigwasser ergibt sich durch Addition des partiellen Mittelwasseranteiles w_{MW} und des spezifischen Niedrigwasserauschlages Δw_{NW} .



Schema der Zusammenhänge von Mittel- und Niedrigwasserkolmation

Bemessungsformel

$$w = w_{MW}(q_{Ufer}) + \Delta w_{NW}(\bar{Q}) \quad /s/$$

Mit der Formel eröffnet sich die Möglichkeit, den Kolmationswiderstand jeweils in Abhängigkeit vom Uferfiltratzufluß zu bestimmen:

- für Mittelwasserbedingungen im Gewässer

$$w = w_{MW}(q_{Ufer})$$

- für Niedrigwasserbedingungen im Gewässer

$$w = w_{NW} (q_{Ufer}) + \Delta w_{NW} (\bar{Q})$$

Die praktische Anwendung der Bemessungsformel setzt die Kenntnis der gewässerspezifischen Kolmationsfunktionen voraus.

3.3. Kolmationsfunktionen

Kolmationsfunktionen dienen der unmittelbaren Berechnung des repräsentativen Kolmationskoeffizienten.

Mittelwasseranteil w_{NW} :

$$w_{NW} = - 36 \cdot 10^5 + 3,1 \cdot 10^5 q_{Ufer} \quad /s/$$

$$\text{Streuung } s_{wq_{Ufer}} = + 5,75 \cdot 10^5 \text{ s}$$

Niedrigwasserzuschlag Δw_{NW} :

$$\Delta w_{NW} = - 21,6 \cdot 10^5 + 4,5 \cdot 10^3 \bar{Q} - 1,2 \bar{Q}^2 + 1,2 \cdot 10^{-4} \bar{Q}^3 \quad /s/$$

$$\text{Streuung: } s_{\Delta w \bar{Q}} = + 4,6 \cdot 10^5 \text{ s}$$

Anwendungshinweise

1. Den Kolmationsfunktionen liegt die Idealisierung zu Grunde, daß der Fluß über seine gesamte Breite gleichmäßig kolmated ist. Der bemessene Kolmationskoeffizient gilt für den gesamten Querschnitt!
Da unter Naturbedingungen jedoch eine ungleichmäßige Verdichtung über die Flußbreite erfolgt (vgl. Abschnitt 3.1.1.), trägt der berechnete w-Wert fiktiven Charakter. Das Verfahren zur Simulation der Uferfiltratströmung muß diesen Zusammenhängen gerecht werden.
2. \bar{Q} und q_{Ufer} wird auf die Länge der ufernahen Fassung bezogen. Mit \bar{Q} fließt in die Gleichung die Summe der in den Grundwasserleiter eingetragenen Monatsmenge des Uferfiltrates ab dem 1. Monat einer Niedrigwasserperiode ein.
Der Kolmationskoeffizient gilt für den Bereich der Fassungsstrasse.
3. Die Kolmationsfunktionen sind nicht dimensionsrein.
 q_{Ufer} wird mit $/m^3/m \cdot d/$, \bar{Q} mit $/m^3/m/$ in die Gleichungen eingeführt. Der w-Wert hat die Dimension $/s/$.
4. Der Bemessungswert des Kolmationskoeffizienten kann aus den Funktionen berechnet oder aus der Grafik auf Seite 10 abgegriffen werden.

5. Verwendungsgrenzen der Funktionen

Kennwert	Mittelwasser- kolmation w_{NW}	Niedrigwasser- zuschlag: Δw_{NW}	Bemerkung
q_{Ufer} /m ³ /m·d/	14...26	14...22	
\bar{Q} /m ³ /m/		800...4800	
τ /N/m ² /	> 2...12	≤ 2	Randzone
	> 5...15	≤ 5	Stromstrich
b	> 100	> 100	bei Bühnenausbau zwischen Bühnen- köpfen

Extrapolationen außerhalb der Variationsbreite von q_{Ufer} bzw. \bar{Q} sind unzulässig. Maßgebende Anwendungsgrenze τ ist die für den Uferbereich. Bei höheren τ -Werten als oben angegeben werden w_{NW} und Δw_{NW} durch anderslautende Funktionen beschrieben, die geringere w -Werte zur Folge haben.

6. Die Funktionen gelten für einseitige Uferbeanspruchung, die infiltrierte Wassermenge fließt nach einer Uferseite ab (Regelfall der Uferfiltratgewinnung).

7. Für den Sonderfall beiderseitiger Uferbeanspruchung wird als Näherungslösung empfohlen: Berechnung des Bemessungswertes w mit der Summe der links- und rechtsseitig geplanten Uferentnahme:

$$\sum q_{Ufer} = q_{Ufer \text{ links}} + q_{Ufer \text{ rechts}} ; \sum \bar{Q} = \bar{Q}_{\text{links}} + \bar{Q}_{\text{rechts}}$$

oder mit max. q_{Ufer} (siehe Verwendungsgrenzen der Funktionen) und Praktizierung einer Beanspruchung beider Uferseiten mit jeweils 0,5 max q_{Ufer} .

4. Konditionen zur Bemessung des Kolmationskoeffizienten4.1. Allgemeines

Kriterien des Wasserbedarfes und der Versorgungssicherheit finden Eingang in das Bemessungsverfahren:

- Aspekte des Bedarfes über Vorgaben der Belastung q_{Ufer}
- Aspekte der Versorgungssicherheit über Vorgaben zur Dauer des Niedrigwassereinflusses. Von der wasserwirtschaftlichen Bedeutung des Vorrates und einem vertretbaren Sicherheitsrisiko ist auszugehen. Je größer die Niedrigwasserdauer gewählt wird, umso höher wird die Sicherheit des Vorrates.

Bei Abfassung der Konditionen muß der kolmationsreduzierende Effekt der Hochwässer berücksichtigt werden.

Im Sonderfall bleibt der Niedrigwasserzustand unberücksichtigt, wird eine mittelwasserbezogene Bemessung des w -Wertes durchgeführt (Prozeßführung bei Verbundbetrieb u.a. mit Talsperrenwasserwerken).

Im praktischen Erkundungsgeschehen muß der Kolmationskoeffizient folgenden Belastungsfällen gerecht werden:

1. Dem Nachweis eines garantierten Mindestvorrates bei Niedrigwasserabfluß im Fluß (z. B. $NQ_{10/30}$).
Hierfür ist die adäquate Niedrigwasserdauer als Kondition für die Bemessung des Kolmationskoeffizienten zu ermitteln.
2. Dem Nachweis der Vorratsfunktion für den Bereich Niedrig-Mittelwasserabfluß im Fluß.
Hierfür ist für verschiedene Nachweispunkte der Vorratsfunktion im Niedrigwasserbereich die maßgebende Niedrigwasserdauer zu bestimmen, die als Kondition der Bemessung der Kolmationskoeffizienten zu Grunde zu legen ist.

4.2. Konditionen

Durch den Auftraggeber sind als wasserwirtschaftliche Bemessungsbedingungen festzulegen:

1. Vorgabe der spezifischen Uferbelastung q_{Ufer}
 - für einseitige Uferbeanspruchung
14...22 $\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$
 - für zweiseitige Uferbeanspruchung
je Ufer max. 11 $\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$.

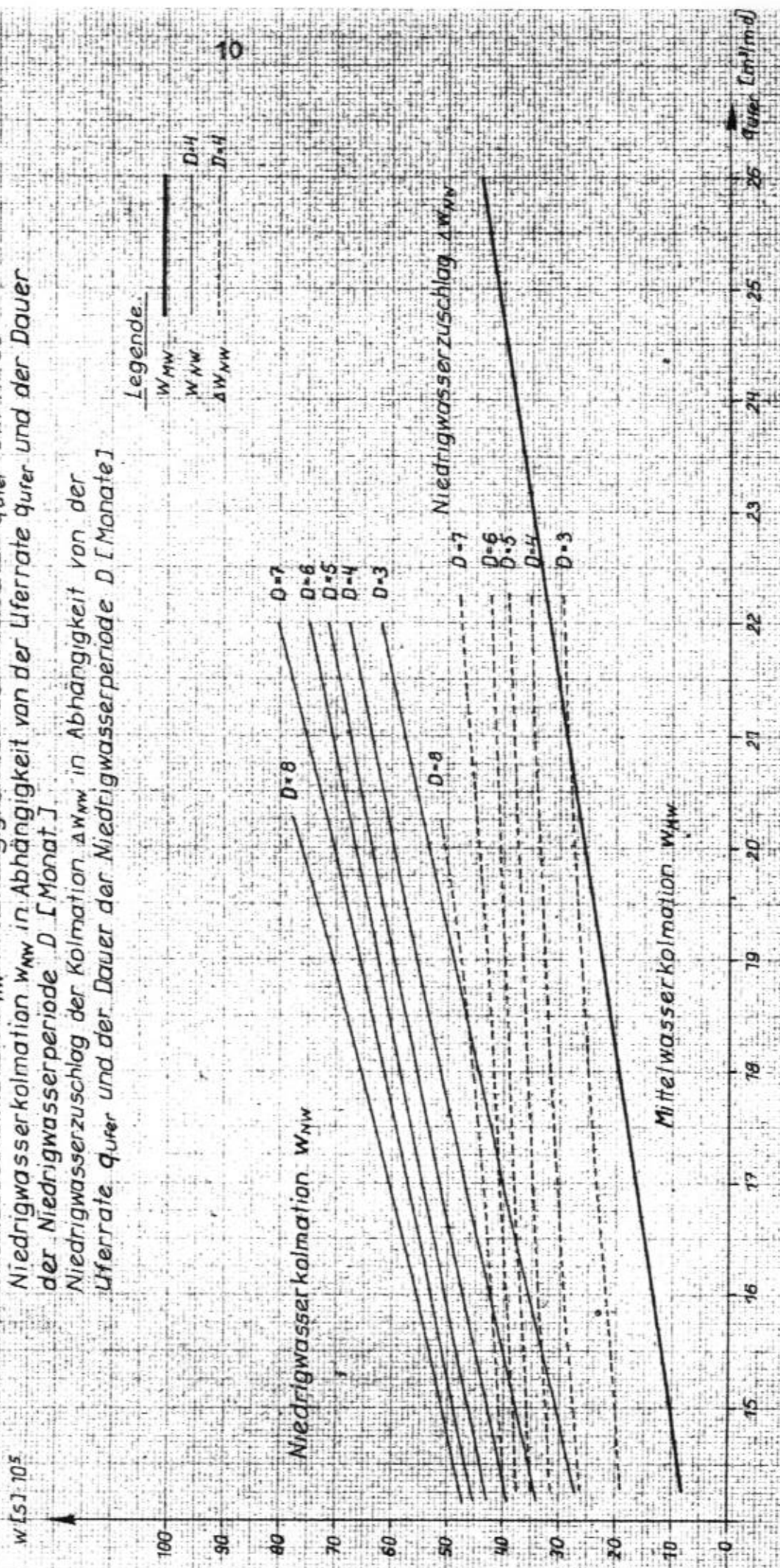
Das allgemeine Bewirtschaftungskonzept der geplanten Fassung und die hydrogeologischen Gegebenheiten (Transmissibilitätsbedingungen) sowie territoriale Restriktionen sind Gesichtspunkte, die die Festlegung von q_{Ufer} beeinflussen.

2. Vorgabe der Dauer von Niedrigwasserperioden

Die Dauer ist als „Anzahl der Niedrigwassermonate“ anzugeben. Ihre Festlegung muß auf der Grundlage der Monatsmittelwerte der Wasserstände durch statistische Auswertung des langjährigen Abflußgeschehens erfolgen. Als oberste Begrenzung des Niedrigwasserbereiches gilt ein mittlerer Wasserstand zwischen MW und MNW.

Grafik zur Bemessung des Kolmationskoeffizienten w im Fließgewässer für Mittel- und Niedrigwasserverhältnisse

Mittelwasserkolmation w_{MW} in Abhängigkeit von der Uferrate q_{Ufer} [m³/m·d]
 Niedrigwasserkolmation w_{NW} in Abhängigkeit von der Uferrate q_{Ufer} und der Dauer der Niedrigwasserperiode D [Monat.]
 Niedrigwasserzuschlag der Kolmation Δw_{NW} in Abhängigkeit von der Uferrate q_{Ufer} und der Dauer der Niedrigwasserperiode D [Monate]



5. Beispiele für Anwendung des Bemessungsverfahrens

Beispiel 1

1. Forderung des Auftraggebers nach Gewinnung von $20 \text{ T m}^3/\text{d}$ Uferfiltrat. Zeitkonstante Förderung übers gesamte Jahr.

Fassungsanlagen an einer Uferseite des Flusses.

Konditionen:

- $q_{\text{Ufer}} = 17 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$, da infolge territorialer Einschränkungen nur ein Uferstreifen von rd. 1200 m für die Anordnung der Brunnentrasse zur Verfügung steht.
- Nachweis einer garantierten Uferfiltratmenge von $20 \text{ T m}^3/\text{d}$ bei NW, die auch nach einer Niedrigwasserperiode von 6 Monaten noch zur Verfügung stehen muß.

2. Mit $q_{\text{Ufer}} = 17 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$ wird der partielle Mittelwasserkoeffizient w_{MW} und Niedrigwasserzuschlag Δw_{NW} ermittelt.

- Basiskolmation

$$w_{\text{MW}} = - 36 \cdot 10^5 + 3,1 \cdot 10^5 q_{\text{Ufer}}$$

$$w_{\text{MW}} = - 36 \cdot 10^5 + 3,1 \cdot 10^5 \cdot 17 = \underline{16,7 \cdot 10^5 \text{ s}}$$

- Niedrigwasserzuschlag

$$\Delta w_{\text{NW}} = - 21,6 \cdot 10^5 + 4,5 \cdot 10^3 \bar{Q} - 1,2 \bar{Q}^2 + 1,2 \cdot 10^{-4} \bar{Q}^3$$

Der Bemessung des NW-Zuschlages ist eine Niedrigwasserdauer von 6 Monaten zu Grunde zu legen.

Das in die Gleichung einfließende \bar{Q} ergibt sich aus der Summe der in diesen 6 Monaten infiltrierten Uferfiltratmenge:

$$\bar{Q} = 180 \text{ d} \cdot 17 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d} = 3060 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\Delta w_{\text{NW}} = - 21,6 \cdot 10^5 + 4,5 \cdot 10^3 \cdot 3060 - 1,2 \cdot 3060^2 + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 3060^3$$

$$\Delta w_{\text{NW}} = \underline{38,1 \cdot 10^5 \text{ s}}$$

- Bemessungswert Kolmationskoeffizient

$$w = w_{\text{MW}} + \Delta w_{\text{NW}} = 16,7 \cdot 10^5 + 38,1 \cdot 10^5 = \underline{54,8 \cdot 10^5 \text{ s}}$$

Der Bemessungswert kann auch unmittelbar aus der Grafik Seite 10 abgelesen werden.

3. Mit $w = 54,8 \cdot 10^5 \text{ s}$ ist der Nachweis des Uferfiltratvorrates von $20 \text{ T m}^3/\text{d}$ und die hydraulische Berechnung des ufernahen Strömungsfeldes durchzuführen.

Die Länge der Fassungsstrasse muß gemäß Konditionsvorgabe mit 1200 m realisiert werden. Eine geringere Trassenlänge ergäbe für $20 \text{ T m}^3/\text{d}$ eine größere spezifische Uferbelastung q_{Ufer} und

damit einen größeren w -Wert!

Lassen die Transmissibilitätsbedingungen die Belastung von $q_{\text{Ufer}} = 17 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$ nicht zu, muß die Bemessung des w -Wertes und der hydraulische Nachweis mit einer verminderten Uferate wiederholt werden.

Beispiel 2

1. Aufgabenstellung wie bei Beispiel 1 - nur insoweit verändert, daß mit der 1200 m langen Fassungstrasse im Sommerhalbjahr eine Steigerung der Uferfiltrat-Förderung auf $25 \text{ T m}^3/\text{d}$ vorgenommen werden soll.

Konditionen:

- $q_{\text{Ufer}} = 17 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$. Für die Abdeckung der erweiterten Förderung in den 6 Monaten des Sommerhalbjahres ist die Uferate auf

$$q_{\text{Ufer}} = \frac{25000 \text{ m}^3/\text{d}}{1200 \text{ m}} = 20,8 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d} \text{ zu erhöhen.}$$

- Nachweis einer garantierten Förderleistung von $25 \text{ T m}^3/\text{d}$ bei NW, die nach einer Niedrigwasserperiode von 6 Monaten noch zur Verfügung stehen muß. Die Niedrigwassermonate sollen mit dem Sommerhalbjahr zusammenfallen.

2. Mit $q_{\text{Ufer}} = 17 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$ wird der Mittelwasserkolmationskoeffizient, mit $q_{\text{Ufer}} = 20,8 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$ der Niedrigwasserzuschlag berechnet.

- $w_{\text{NW}} = \underline{16,7 \cdot 10^5 \text{ s}}$

- $\Delta w_{\text{NW}} = \underline{41,6 \cdot 10^5 \text{ s}}$ ($\bar{Q} = 180 \text{ d} \cdot 20,8 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d} = 3740 \text{ m}^3/\text{m}$)

Beide Werte können auch unmittelbar aus der Grafik Seite 10 abgegriffen werden.

- Bemessungswert Kolmationskoeffizient

$$w = \underline{58,3 \cdot 10^5 \text{ s}}$$

3. Hydraulische Vorrats- und Strömungsfeldberechnung mit $w = 58,3 \cdot 10^5 \text{ s}$, vgl. Pkt. 3 im Beispiel 1

Beispiel 3

1. Forderung des Auftraggebers: Nachweis der maximalen Leistungsfunktion im Niedrigwasser - Mittelwasserbereich für eine Uferstrecke von 1000 m Länge, die für den Ausbau mit Brunnenfassungen zur Verfügung steht.

Anordnung der Fassung an einer Uferseite des Flusses.

Zeitkonstante Förderung übers gesamte Jahr.

Konditionen:

- $q_{\text{Ufer}} = 26 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$ bei Mittelwasser
- $q_{\text{Ufer}} = 22 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$ bei Niedrigwasser.
- Die garantierte Förderleistung bei Niedrigwasser von $22000 \text{ m}^3/\text{d}$ muß nach einer Niedrigwasserperiode von 6 Monaten noch zur Verfügung stehen.

2. Berechnung des Kolmationskoeffizienten

- mit $q_{\text{Ufer}} = 26 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$ wird die Mittelwasserkolmation berechnet
 $w_{\text{MW}} = 44,6 \cdot 10^5 \text{ s}$
- Der Niedrigwasserzuschlag wird für eine vorgegebene Niedrigwasserdauer von 6, 5, 4, 3 Monaten (Stappen des Niedrigwasserinflusses) berechnet.

NW Dauer [Monate]	\bar{Q} [m^3/m]	Δw_{NW} [s]
6	$180 \cdot 22 = 3960$	$42,0 \cdot 10^5$
5	$150 \cdot 22 = 3300$	$39,3 \cdot 10^5$
4	$120 \cdot 22 = 2640$	$35,6 \cdot 10^5$
3	$90 \cdot 22 = 1980$	$29,8 \cdot 10^5$

- Bemessungswert Kolmationskoeffizienten:

Nachweispunkt der Vorratsfunktion	w-Wert [s]
MW :	$44,6 \cdot 10^5$
NW (3 Monate) :	$74,4 \cdot 10^5$
NW (4 Monate) :	$80,2 \cdot 10^5$
NW (5 Monate) :	$83,9 \cdot 10^5$
NW (6 Monate) :	$87,5 \cdot 10^5$

Der Mittelwasserwert w_{MW} und die Werte des Niedrigwasserzuschlages der Vorratsfunktion Δw_{NW} können auch unmittelbar aus der Grafik Seite 10 abgegriffen werden.

3. Nach den Konditionsvorgaben zur Uferferrate ist mit der 1000 m langen Fassungstrasse vorerst bei Mittelwasser eine Uferfiltratmenge von $26000 \text{ m}^3/\text{d}$, bei Niedrigwasser von $22000 \text{ m}^3/\text{d}$ zu erwarten. Mit den Bemessungswerten w ist hierfür der hydraulische Strömungsfeldnachweis durchzuführen, sind die Brunnenabsenkungen zu berechnen.

Lassen die Transmissibilitätsbedingungen die Belastung von $26 \text{ T m}^3/\text{d}$ bzw. $22 \text{ T m}^3/\text{d}$ nicht zu, muß die Bemessung des w-Werts und der hydraulische Nachweis mit einer verminderten Uferate wiederholt werden.

Anmerkung zu den Beispielen

Unter bestimmten Umständen, die eine besonders hohe Sicherheit der Vorratsaussage erfordern, kann der w-Wert durch Einbeziehung des Streuungsmaßes s_{wqUfer} , $s_{\Delta w \bar{Q}}$ bemessen werden. Damit wird der praktisch ungünstigste Erwartungswert der kolmatierten Randbedingung der Vorratsberechnung zu Grunde gelegt.

Unter dieser Maßgabe wird für Beispiel 1 der Kolmationskoeffizient

$$- w_{NW} = 16,7 \cdot 10^5 + 5,75 \cdot 10^5 = \underline{22,45 \cdot 10^5 \text{ s}}$$

$$- \Delta w_{NW} = 38,1 \cdot 10^5 + 4,6 \cdot 10^5 = \underline{42,70 \cdot 10^5 \text{ s}}$$

$$- \text{Bemessungswert} \quad w = \underline{\underline{65,15 \cdot 10^5 \text{ s}}}$$

6. Methodische Empfehlungen für die Abschätzung des Kolmationskoeffizienten bei kleinen Flüssen

Für den Zeitraum bis zum Abschluß der Kolmationsforschung (vgl. Abschnitt 2) wird nachstehende Übergangslösung empfohlen.

1. Analogieschlüsse zu bestehenden Wasserwerken an einem gleichartigen Abschnitt des betrachteten Flusses bzw. an einem analogen anderen Fluß.

- Ermittlung des Kolmationszustandes nach einer mindestens 6 monatigen Niedrigwasserperiode. Definition des kolmationsrelevante Niedrigwasserzustandes gemäß Abschnitt 4.2., Pkt. 2. Der identifizierte w-Wert gilt als Bemessungswert für Niedrigwasser im Fluß und die im Analogiewerk praktizierte Uferate.

Beachtung:

Analogie muß auf der Grundlage des w-Wertes erfolgen: unmittelbare Identifikation der hydraulischen Zusatzlänge ΔL_2 und Umrechnung in den w-Wert nach WAPRO 1.42 /3/.

- Analogieverfahren: Auswertung von Meßunterlagen der Wasserwerke und indirekte Ermittlung des Kolmationskoeffizienten durch geohydraulische Modellierung von Strombahnen zwischen Fluß- und Brunnengalerie oder des gesamten Strömungsfeldes.

Direkte Bestimmungen des Kolmationszustandes im Analogiewerk durch Pumpversuche an gewässernahen Bohrungen.

- Wichtigste Analogiekriterien: Bewertung des Grades des Zusammenhanges der Kolmationsverhältnisse am Analogie- und Erkundungswasserwerk durch

Sohlschleppspannung	τ
Gewässerbreite	b
Uferrate	q_{Ufer}

2. In Flüssen, deren Sohlschleppspannung auch bei Niedrigwasser $\tau \geq 10 \dots 15 \text{ N/m}^2$ beträgt (Gebirgsflüsse), ist die Kolmation sehr stark eingeschränkt.

Der Koeffizient erreicht $w = 5 \cdot 10^3 \dots 1 \cdot 10^4 \text{ s}$.

Hier ist die Selbstdichtung nur bei Flußbreiten $b < 10 \text{ m}$ als Randbedingung beachtenswert.

7. L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- /1/ HEEGER, D.; KRUG, O.; EMSHOFF, B.:

Arbeitsrichtlinie Erkundung Uferfiltratvorräte
VEB Hydrogeologie Nordhausen, Dez. 1974

- /2/ HEEGER, D.:

Bericht zum F/E-Thema „Untersuchung der Kolmation von Gewässerbetten an bestehenden Uferfiltratfassungen zur Ermittlung objektiver Kennwerte für die Bemessung neuer Uferfiltratfassungen - Teilthema Fließgewässer“

VEB Hydrogeologie Nordhausen, Arbeitsstelle Dresden, 30.11.85
(unveröff.)

- /3/ WAFRO 1.42:

Bemessungsgrundlagen für Brunnen von Grundwassergewinnungsanlagen

VEB Projektierung Wasserwirtschaft.