

Deutsche Demokratische Republik	Hydrogeologie PUMPVERSUCHE Demonstrativpumpversuch quantitativ	TGL 23864 / 10
		Gruppe 973213

Гидрогеология ОПЫТНЫЕ ОТКАЧКИ Опытно эксплуатационная откачка количественно	Hydrogeology PUMPING TESTS exploitation pumping test quantitative
--	--

Deskriptoren: Grundwasser, Pumpversuch

Verbindlich ab 1. 8. 1978

Dieser Standard gilt für die Einschätzung von Grundwasserliefervermögen und/oder Absenkungen bei künftigen Förderbetrieb sowie dem demonstrativen Nachweis einer geohydraulisch gesicherten Brunnenbemessung. Der Standard gilt in Verbindung mit TGL 23864/02.

Dieser Standard gilt nicht für hydrochemische Nachweise.

Vorbemerkungen

Im Sinne dieses Standards werden unter Demonstrativpumpversuchen solche Pumpversuche verstanden, die innerhalb einer hydrogeologischen Erkundung oder Begutachtung abgeschlossen und bewertet werden können. Ein endgültiger demonstrativer quantitativer Vorratsnachweis ist nur durch langfristige, meist mehrjährige Beobachtungen an Produktionsbrunnen bzw. bestehenden Wasserwerken möglich, die nicht Gegenstand dieses Standards sind.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Grundsätze	2
2. Voruntersuchungen	2
3. Vorbereitung von Demonstrativpumpversuchen	3
4. Versuchsprogramm	3
5. Durchführung und Felddokumentation	4
6. Bewertung von Demonstrativpumpversuchen	4

Fortsetzung Seite 2 bis 8

Verantwortlich: VEB Hydrogeologie, Nordhausen

Bestätigt: 2.2.1978 Ministerium für Geologie, Berlin

1. Grundsätze

Zusätzlich zu TGL 23864/02 Abschnitt 2. gilt:

1.1. Demonstrativpumpversuche (DEMPV) zur Einschätzung eines Grundwasserliefervermögens und/oder einer Absenkung werden vorgesehen, wenn

- komplizierte hydrogeologische Verhältnisse vorliegen, z. B. wenn ein analytischer oder modelltechnischer Grundwasservorratsnachweis mit großen Unsicherheiten behaftet ist;

und/oder

- geringe Vorratsmengen (i. allg. $\cong 10 \dots 20 \text{ l.s}^{-1}$) gefordert sind und eingeschätzt wird, daß umfangreiche Erkundungsmaßnahmen unökonomisch sind;

und/oder

- Erkundungsbohrungen sofort als Produktionsbrunnen ausgebaut werden sollen, z. B. zur kurzfristigen Bedarfsdeckung oder Erweiterung bestehender Wasserwerke.

1.2. Die Entscheidung über die Durchführung von DEMPV obliegt dem Projektanten bzw. verantwortlichen Objektbearbeiter und ist von diesem nach Abstimmung mit dem Auftraggeber zu begründen. Zur Entscheidungsfindung können die Voruntersuchungen gemäß Abschnitt 2. beitragen.

1.3. Voraussetzung für DEMPV ist die Vorgabe eines quantifizierten Bedarfs bzw. einer maximal zulässigen Absenkung.

1.4. Die Durchführung von DEMPV setzt Voruntersuchungen gemäß Abschnitt 2. dieser TGL voraus.

2. Voruntersuchungen

2.1. Im Stadium der Projektierung ist ein Modell der hydrogeologischen Verhältnisse anzufertigen, das dem jeweiligen Kenntnisstand bestmöglich entspricht. In diesem Modell sind die für den vorgesehenen Fassungsstandort charakteristischen Lagerungsverhältnisse und hydrogeologischen Parameter auszuweisen.

2.2. Eine Bilanzierung des Wasserhaushaltes einschließlich einer Berechnung der Grundwasserneubildung bei Berücksichtigung möglicher Speisungen aus Oberflächengewässern ist für das zu erwartende unterirdische Einzugsgebiet der geplanten Wasserversorgung durchzuführen. Diese Untersuchungen dienen gleichzeitig als Grundlage für eine Einschätzung des Anteils verschiedener Vorratsarten am gesamten Grundwasservorrat.

2.3. Auf der Grundlage der geforderten Vorratsmenge (Bedarf) und unter Beachtung der fassungstechnisch möglichen Kapazität für Einzelbrunnen (als mittlerer Richtwert gilt $10 \dots 20 \text{ l.s}^{-1}$ je Brunnen) ist die Anzahl der Versuchsbrunnen festzulegen. Es ist zu beachten, daß ein maximaler Gesamtförderstrom von $10\ 000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ($\cong 115 \text{ l.s}^{-1}$) aus energetischen Gründen nicht überschritten werden sollte.

2.4. Unter Verwendung des hydrogeologischen Modells ist entsprechend TGL 23864/03 Abschnitt 1.8. eine Vorausberechnung der raumzeitlichen Entwicklung des Absenkungs-

vorganges vorzunehmen. Zu diesem Zweck ist ein entsprechendes Berechnungsmodell nach TGL 23864/04 bis /09 oder nach WAPRO 1.42/02 auszuwählen.

2.5. Anhand der Vorausberechnung ist außerdem einzuschätzen, nach welcher Pumpdauer t bekannte oder vermutete Berandungen zu erreichen sind. Bei Gruppenpumpversuchen ist zu beachten, daß mit der vorgegebenen Pumpdauer t eine gegenseitige Beeinflussung der Absenkungstrichter erfaßt wird.

2.6. Unabhängig von Vorausberechnungen sind Rückschlüsse aus Analogieuntersuchungen an benachbarten Grundwasserfassungen zu ziehen.

3. Vorbereitung von Demonstrativpumpversuchen

3.1. Versuchsbrunnen (VBr) für quantitative DEMPV sind wie Produktionsbrunnen nach anerkannten Regeln zu bemessen und auszubauen.

Für VBr in Lockergesteinsgrundwasserleitern gilt der Werkstandard WAPRO 1.42/03. Der VBr-Ausbau im Festgestein hat auf der Grundlage geophysikalischer Bohrlochmessungen (insbesondere Zufluß- bzw. Verlust- und Temperaturmessungen) sowie petrophysikalischer Gesichtspunkte zu erfolgen.

3.2. Die in Tabelle 1 aufgeführten Forderungen der TGL 23864/02 sind einzuhalten.

Tabelle 1

Forderung nach TGL 23864/02	Abschnitt
Einbau von Peilrohren/Widerstandspegeln	3.1.1.8. 3.1.1.9.
Brunnenausrüstung	3.1.2.
Wasserableitung	3.1.3.
Meßgeräte	4.
Vorbereitung der PV-Durchführung	6.

3.3. Meßstellen neben VBr sind nach TGL 23864/02 Abschnitt 3.2. vorzusehen. Eine Präzisierung der Lage ist im Ergebnis der Voruntersuchungen nach Abschnitt 2. möglich.

Bei Gruppenpumpversuchen im Lockergestein ist zusätzlich ein Grundwasserbeobachtungsrohr im Zentrum des Fassungsgebietes anzuordnen.

4. Versuchsprogramm

4.1. Grundsätzlich ist bei DEMPV auf eine Pumpstufe zu orientieren. Der Förderstrom ist nach Abschnitt 2. festzulegen.

4.2. Sofern eine Vorausberechnung nach Abschnitt 2.3. bis 2.5. nicht möglich ist bzw. andere Ergebnisse liefert, beträgt die zu projektierende Versuchsdauer 300 Stunden bei ungespanntem und 200 Stunden bei gespanntem Grundwasser.

4.3. Die maximal zulässige Absenkung s_{\max} während des DEMPV ist festzulegen. Sie ergibt sich aus der Brunnenkonstruktion und der nutzbaren Grundwassermächtigkeit H in Verbindung mit der Beziehung $s_{\max} \hat{=} s_t \leq H/2$ mit s_t entsprechend Gleichung (3) bzw. im klüftigen Festgestein zusätzlich aus der Lage der Zuflußhorizonte. Die Ergebnisse des Klarpumpens sind bei der Schätzung von s_{\max} zu berücksichtigen.

4.4. Für die Meßzeitintervalle gilt TGL 23864/02 Abschnitt 5.3.

5. Durchführung und Felddokumentation

Zusätzlich zu TGL 23864/02 Abschnitt 7. und 8. gilt:

5.1. Während des Pumpversuches sind durch den Objektbearbeiter oder dessen Beauftragten die Meßergebnisse täglich auf halblogarithmischem Papier für die Beziehung $s = f(\lg t)$ graphisch aufzutragen.

5.2. Operative Veränderungen der Pumpversuchsdauer sind zulässig und zu begründen. Ein vorzeitiger Abbruch ist bei eindeutigem Verlauf der Ausgleichsgeraden unter Beachtung der angetroffenen hydrogeologischen Verhältnisse zulässig. Bei Unstetigkeiten im Absenkungsverlauf ist eine Verlängerung der Pumpversuchsdauer über die unter 4.2. festgelegten Richtwerte hinaus bis zum Erreichen einer eindeutigen Tendenz der Absenkungsganglinie anzustreben. Bei ausschließlicher Kluftwasserführung im Festgestein sollte ein eindeutiger Übergang der Absenkungsganglinie in die Horizontale (Beharrung) erreicht werden. Erfahrungsgemäß sollte die Beharrungsdauer etwa so groß sein wie die bis zum Beginn dieses Zustandes notwendige Pumpzeit. Eine wesentliche Überschreitung von 500 Pumpversuchsstunden ist aus ökonomischen Gründen zu vermeiden.

5.3. Läßt die Tendenz der Absenkungsganglinie erkennen, daß bereits vor Ablauf der projektierten Pumpversuchsdauer eine Überschreitung der vorgegebenen Maximalabsenkung absehbar ist, muß der Förderstrom, nach vorheriger Abschaltung mit Wiederanstiegsmessungen, gedrosselt werden. Der DEMPV darf fortgesetzt werden, wenn der Bezugswasserstand erreicht ist bzw. $\leq 2 \text{ cm.h}^{-1}$ beträgt (vgl. TGL 23864/02 Abschnitt 7.2.).

6. Bewertung von Demonstrativpumpversuchen

6.1. Die gemäß Abschnitt 2. durchgeführte analytische Vorausberechnung ist mit den konkreten Pumpversuchsergebnissen zu vergleichen.

Wenn möglich, ist durch Simulation mittels Elektroanalogiemodell oder numerische Verfahren eine iterative Anpassung der Modellparameter an die beim DEMPV gemessenen tatsächlichen Verhältnisse anzustreben.

Wird eine Übereinstimmung zwischen Modell und Pumpversuchsergebnis erzielt, erfolgt eine Ermittlung der Grundwasserliefervermögen auf der Grundlage der Gesetze der Grundwasserhydraulik.

6.2. Sind die Vergleiche gemäß Abschnitt 6.1. erfolglos bzw. nicht durchführbar, ist das Grundwasserliefervermögen durch zeitliche Extrapolation der Absenkungscharakteristik abzuschätzen. Künstliche und natürliche Grundwasserspiegelschwan-

kungen, die nicht mit dem Versuchsbetrieb in Zusammenhang stehen, sind bei der Extrapolation auszuschalten.

6.3. Treten bei DEMPV Schwankungen im Förderstrom auf (vgl. Bild 1), hat, sofern keine Berandung wirksam ist, eine Korrektur der Ausgleichsgeraden unter Beachtung des Superpositionsgesetzes nach Gleichung (1) zu erfolgen:

$$\lg t_{\text{korr.}} = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_j - Q_{j-1}) \lg (t - t_j)}{Q_n} \quad (1)$$

Hierin sind: t - betrachteter Zeitpunkt während des DEMPV
 $t_{\text{korr.}}$ - korrigierter Zeitwert für Konstruktion der Ausgleichsgeraden
 t_j - Zeit zwischen Pumpbeginn und Einschalten der Pumpstufe j
 j - Nummer der Pumpstufe
 n - Nummer der letzten Pumpstufe

In Gleichung (1) gilt $t_j < t < t_{j+1}$.

Die Auftragung des Versuches geschieht nach folgender Beziehung:

$$s = f(\lg t_{\text{korr.}}) \quad (2)$$

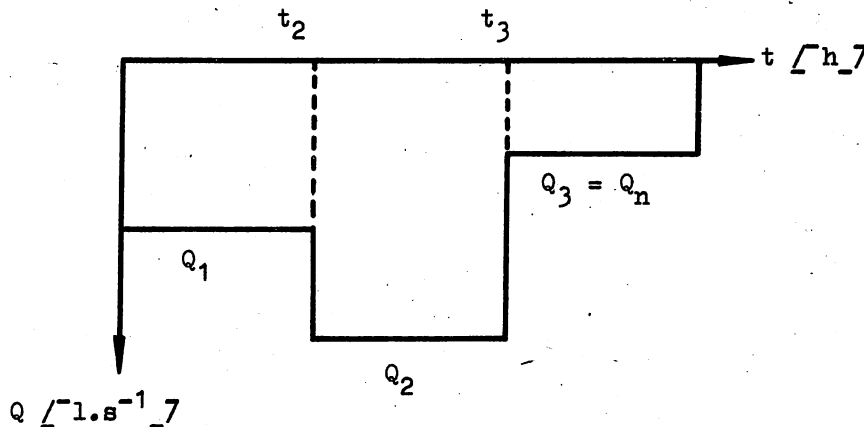


Bild 1: Pumpversuchsschema bei Schwankungen des Förderstromes

6.4. Für die Extrapolation ist ein bestimmter Betrachtungs(Förder-)zeitraum, z. B. der Amortisationszeitraum eines Wasserwerkes, anzusetzen, der zuvor mit dem Auftraggeber vereinbart wurde.

6.5. Die Extrapolation hat bis zum Ende des vereinbarten Zeitraumes durch graphische Verlängerung der nach Abschnitt 5.1. dokumentierten Ausgleichsgeraden (siehe Bild 2) oder rechnerisch nach der Beziehung (3) zu erfolgen:

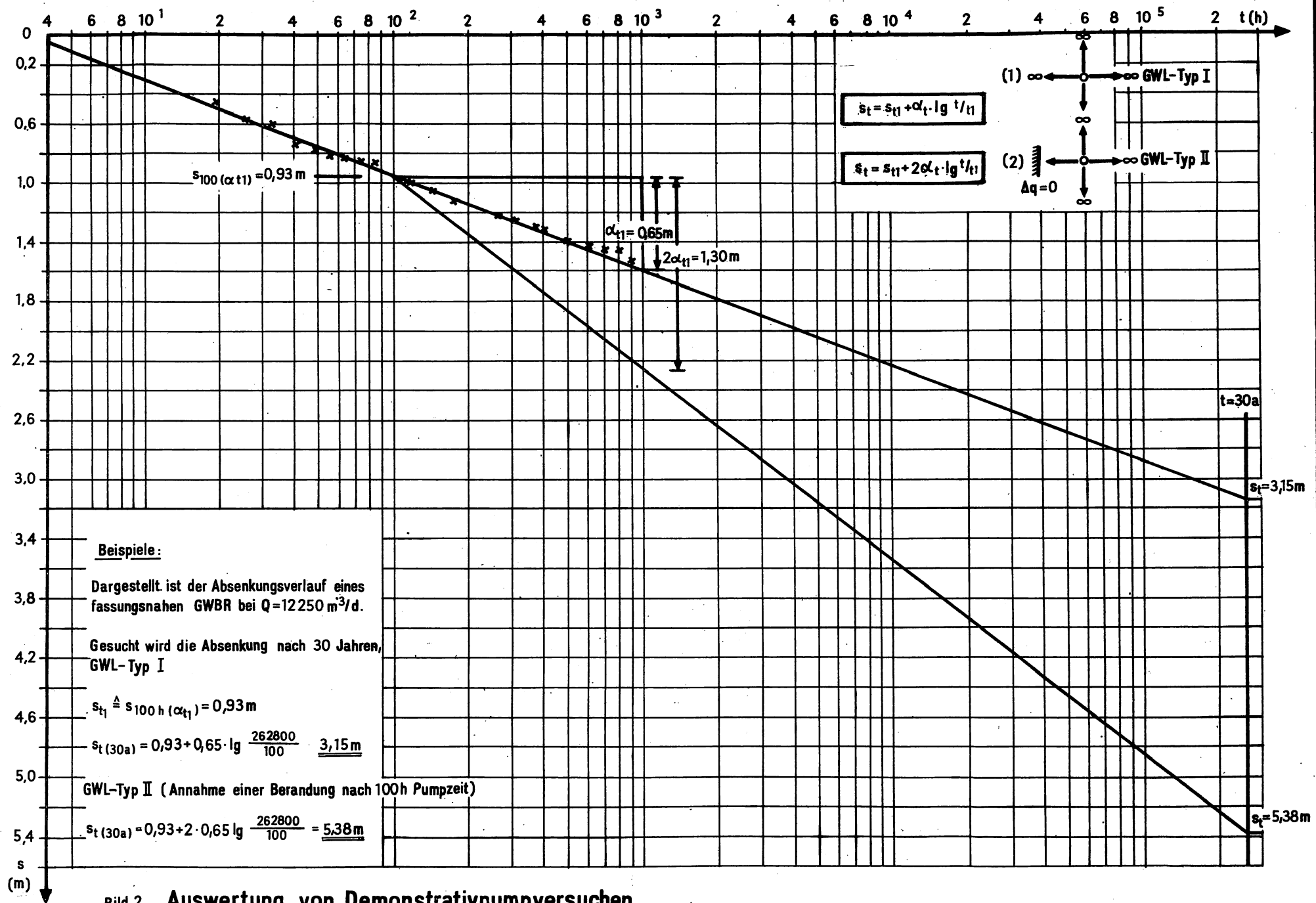


Bild 2 Auswertung von Demonstrativpumpversuchen

$$s_t = s_{t_1} + A \cdot \alpha_t \cdot \lg \frac{t}{t_1} \quad [m] \quad (3)$$

- Hierin sind:
- s_t - Absenkung am betrachteten Punkt des Fassungsraumes am Ende t des Betrachtungszeitraumes
 - s_{t_1} - Absenkung am betrachteten Punkt des Fassungsraumes für einen Zeitpunkt t_1 während des Pumpversuches ($t_1 < t$)
 - α_t - Richtungskoeffizient der Ausgleichsgeraden
 - A - Sicherheitskoeffizient bei Annahme einer unmittelbar nach Abbruch des DEMPV wirksam werdenden Randbedingung

6.6. Als Sicherheitskoeffizient wird $A = 2$ bei zu erwartenden einseitigen Berandungen vom Typ $\Delta q = 0$ empfohlen. Das bedeutet bei graphischer Extrapolation eine Verdoppelung des Anstiegs der Ausgleichsgeraden (siehe Bild 2).

Für Berandungen vom Typ $\varphi_2 = 0$ ergibt sich mit $A = 1$ eine ausreichende Sicherheit.

6.7. Zeigen die Meßergebnisse in der halblogarithmischen Darstellung einen progressiv anwachsenden kurvenförmigen Verlauf, so ist auf eine eng begrenzte Lagerstätte mit oft parallel verlaufenden Berandungen vom Typ $\Delta q = 0$ zu schließen. Eine Extrapolation der Meßergebnisse ist nur möglich, wenn die Absenkung als Funktion der Zeit doppeltlogarithmisch dargestellt wird. Ergeben sich daraus unzulässige prognostische Absenkungen, ist eine Drosselung des Förderstromes analog Abschnitt 5.3. vorzunehmen.

6.8. Die im Ergebnis der Extrapolation erhaltene Absenkung s_t ist mit der fassungstechnisch maximal zulässigen Absenkung (vgl. Abschnitt 4.3.) zu vergleichen und darf diese nicht überschreiten.

6.9. Das demonstrativ ermittelte Grundwasserliefervermögen muß in der Größenordnung des gemäß Abschnitt 2.2. bestimmten Ergebnisses der Untersuchungen zum Wasserhaushalt liegen, sofern eine nennenswerte Entnahme aus dem Grundwasserlagerstättenvorrat vermieden werden soll.

Hinweise

Gesetz vom 17. April 1963 über den Schutz, die Nutzung und die Instandhaltung der Gewässer und den Schutz vor Hochwassergefahren - Wassergesetz - GBl. I Nr. 5 S. 77

Erste Durchführungsverordnung vom 17. April 1963 zum Gesetz über den Schutz, die Nutzung und die Instandhaltung der Gewässer und den Schutz vor Hochwassergefahren - Wassergesetz - GBl. II Nr. 43 S. 281

Gesetz vom 14. Mai 1970 über die planmäßige Gestaltung der sozialistischen Landeskultur in der DDR - Landeskulturgesetz - GBl. I Nr. 12 S. 67

TGL 22964 Filtersande, Filterkiese

TGL 23864 Hydrogeologie; Pumpversuche
 /02 Vorbereitung und Durchführung
 /03 geohydraulische Auswertung
 - Auswahl des Berechnungsverfahrens
 /04 -, konstante Förderleistung
 /05 -, variable Förderleistung
 /06 -, zusätzliche Speisung
 /07 -, äußere Randbedingungen
 /08 -, unvollkommener Brunnen
 /09 -, Sonderfälle

TGL 23989/01 bis /08 Terminologie unterirdisches Wasser

TGL 25240/02 Hydrogeologie; Brunnenausbau;
 Filter- und Vollwandrohre aus Stahl

TGL 27876 Siebe; Tressengewebe

WAPRO 1.42 Bemessungsgrundlagen für Brunnen von Grundwasser-
 gewinnungsanlagen
 /01 -, Grundsätze
 /02 -, geohydraulische Berechnungen
 /03 -, Konstruktion und Gestaltung von Brunnenfiltern