

Wassergewinnung und Wasserspeicherung

AUSBILDUNG ZUM WASSERWART
für Wasserversorger von 10 – 100m³ täglicher Abgabemenge

15. – 17. September 2025
Dipl.-Ing. Thomas Mach



MACH & PARTNER ZT-GmbH

Ziviltechniker-GmbH für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
und Wirtschaftsingenieurwesen im Bauwesen

office@mach-partner.at

www.mach-partner.at

Wasser für Generationen

Teil 1 - Wassergewinnung

- ③ Anforderungen an die Trinkwasserversorgung
- ③ Dargebot und Bedarf
- ③ Erschließung von Quellwasservorkommen
- ③ Erschließung von Grundwasservorkommen

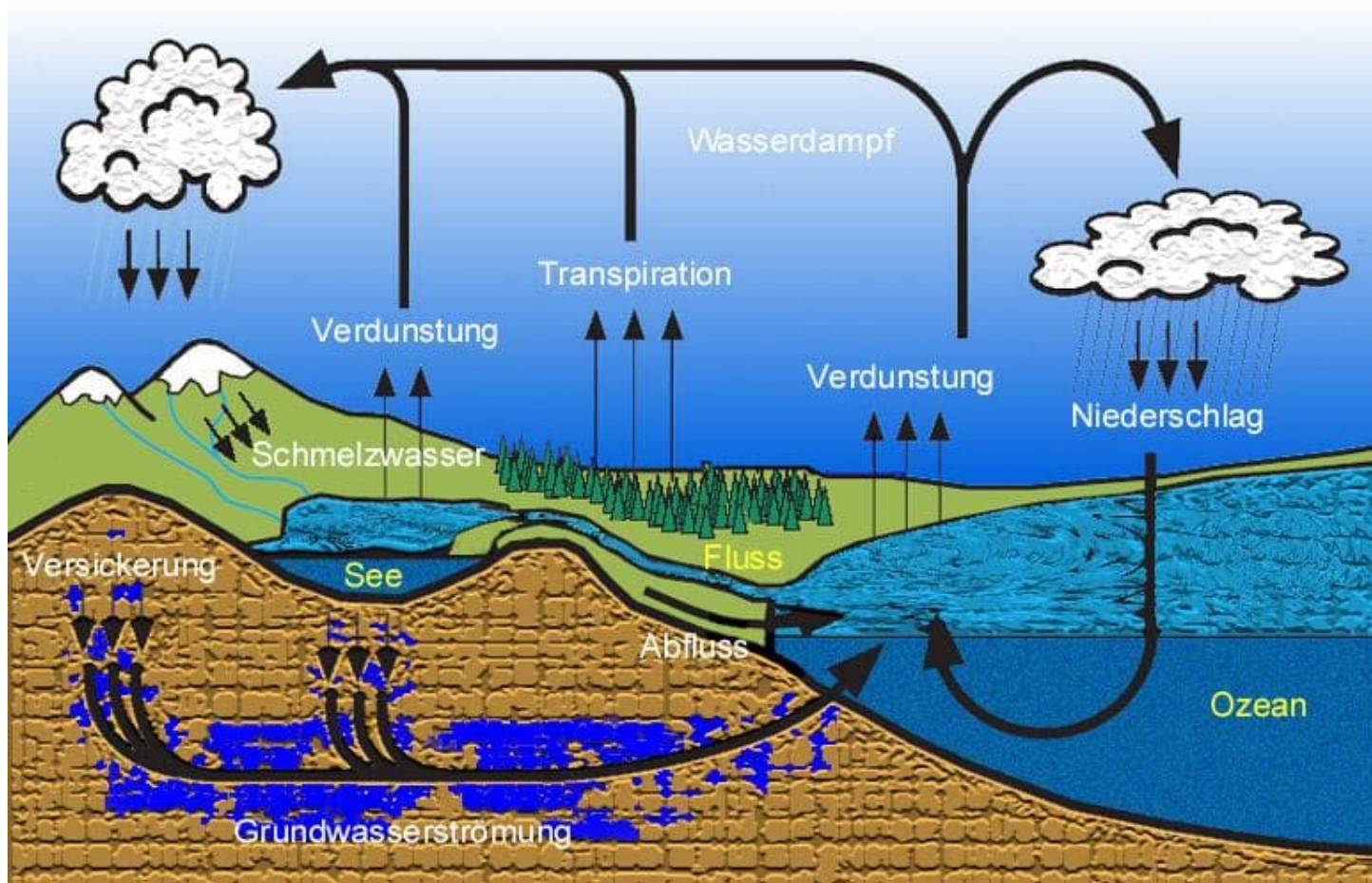
Anforderungen an die Trinkwasserversorgung

Ziele einer ordnungsgemäßen Trinkwasserwirtschaft ist die Versorgung mit qualitativ einwandfreiem Trinkwasser (physikalisch–chemisch-bakteriologisch)

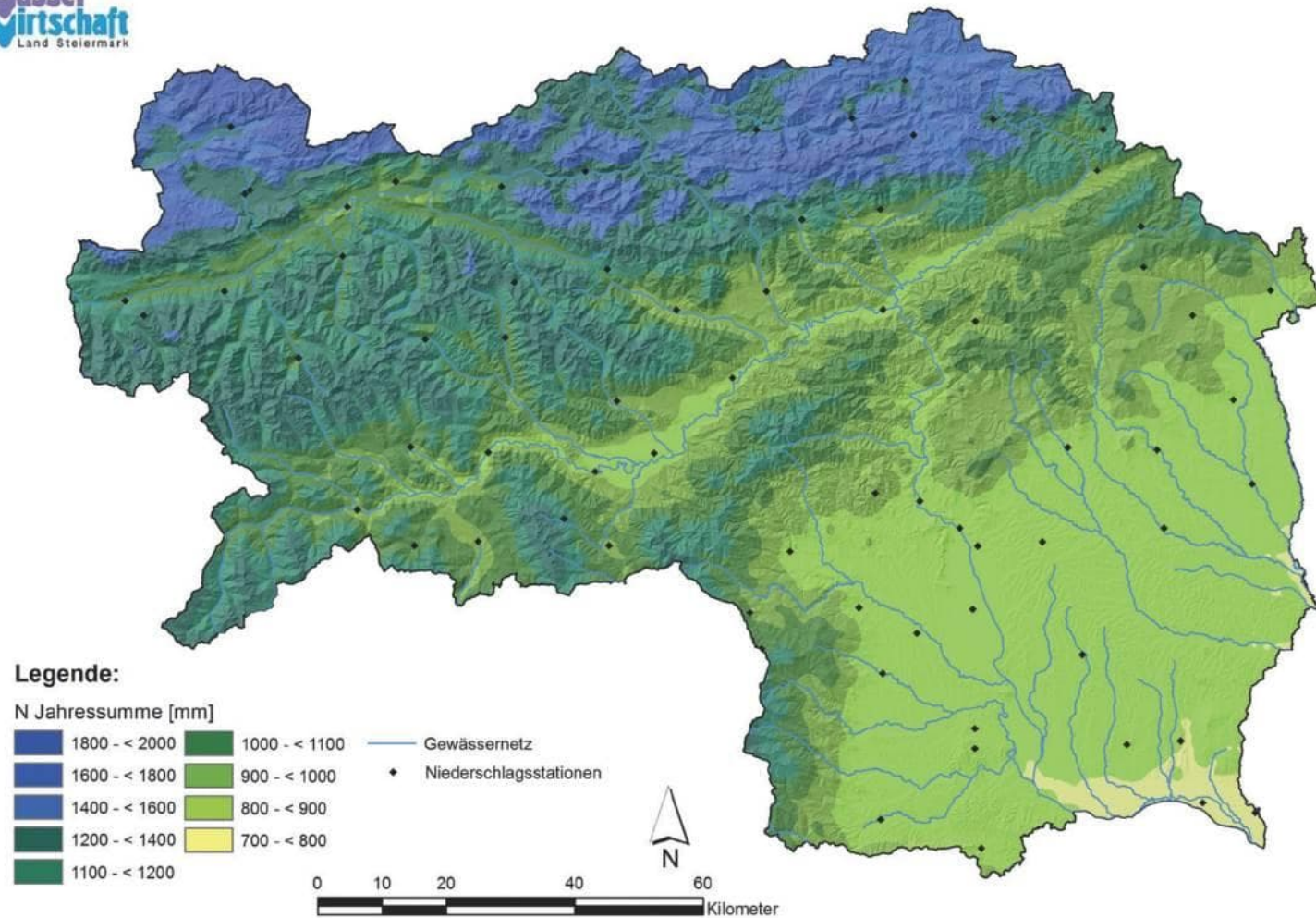
- in ausreichender Menge
- bei ausreichendem Versorgungsdruck
- und zu sozial verträglichen Gebühren

und der Schutz aller ober- und unterirdischen Wasservorkommen

Dargebot - Wasserkeislauf



Dargebot - Niederschlagsverteilung



Dargebot - Grundwasserneubildung

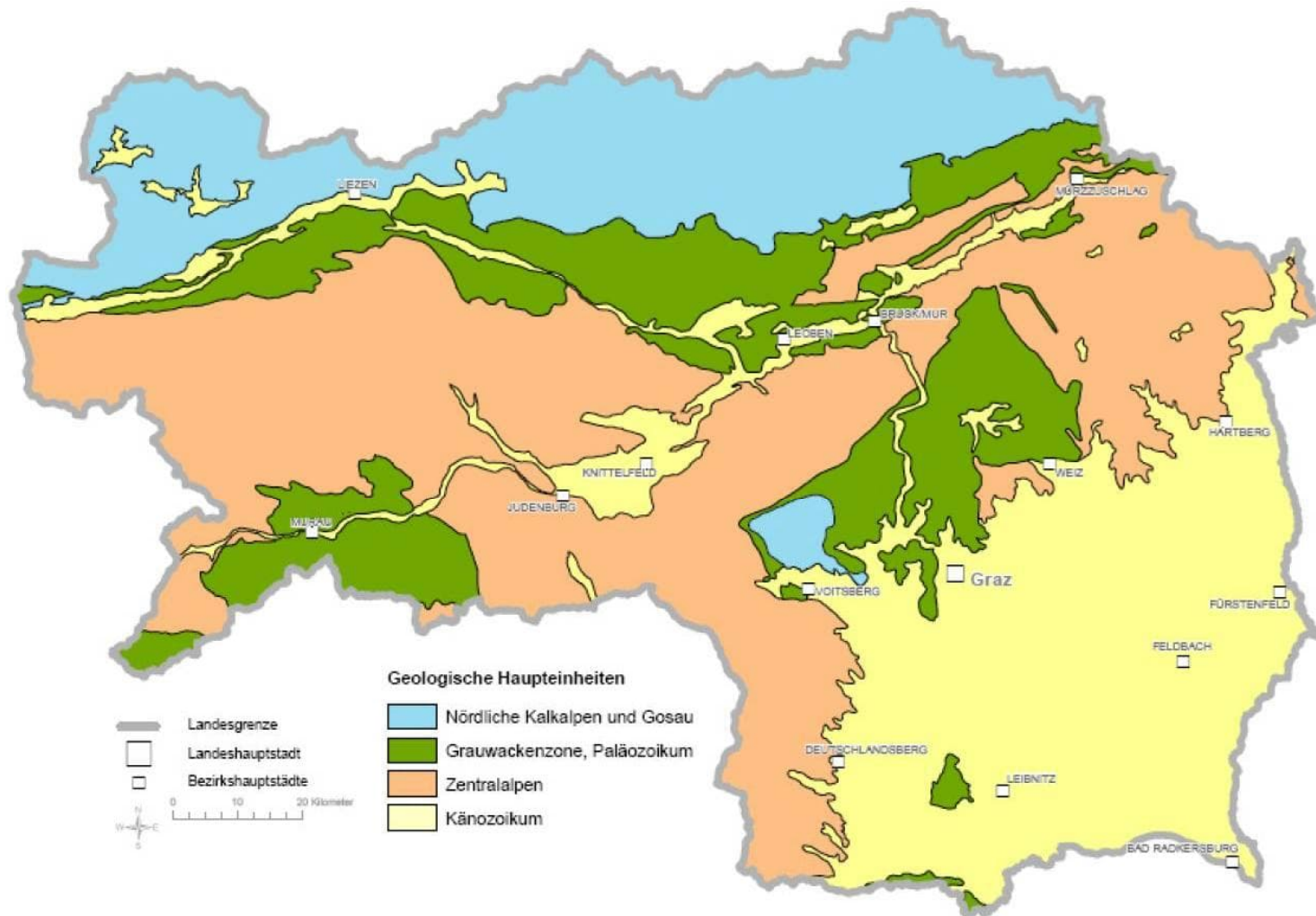
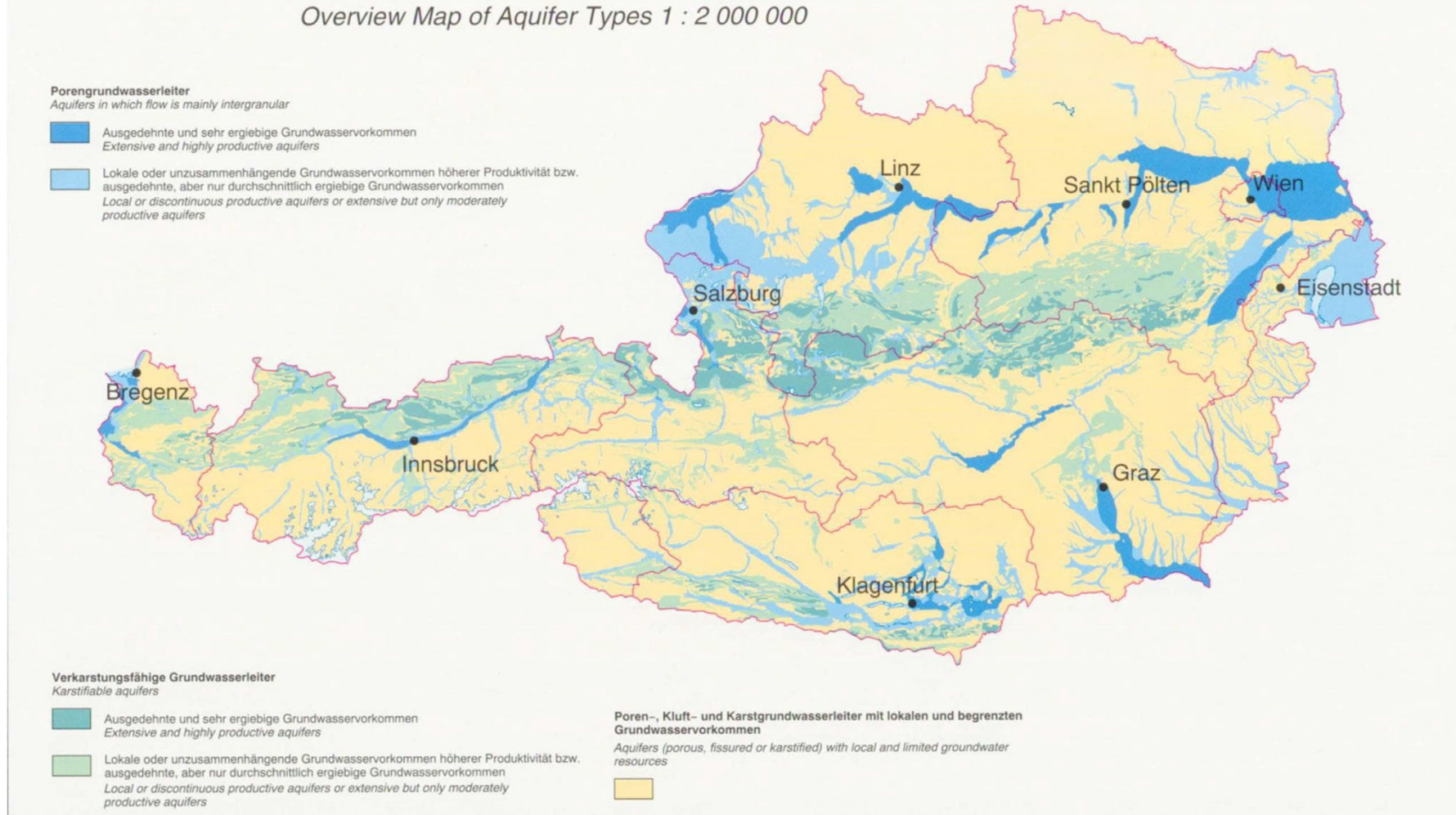


Abbildung 8: Geologische Übersichtskarte der Steiermark, Quelle: www.schulatlas.at

Dargebot - Wasservorkommen

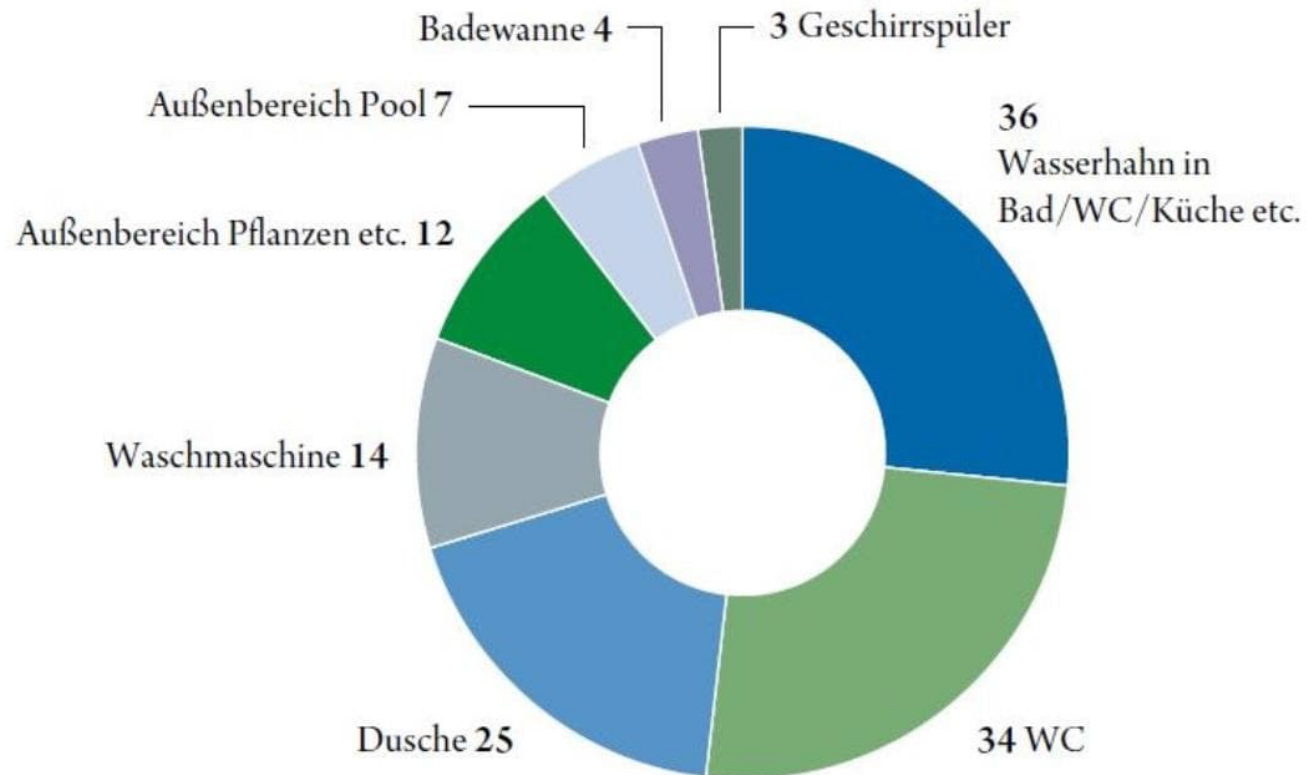
Übersichtskarte der Aquifertypen 1 : 2 000 000

Overview Map of Aquifer Types 1 : 2 000 000



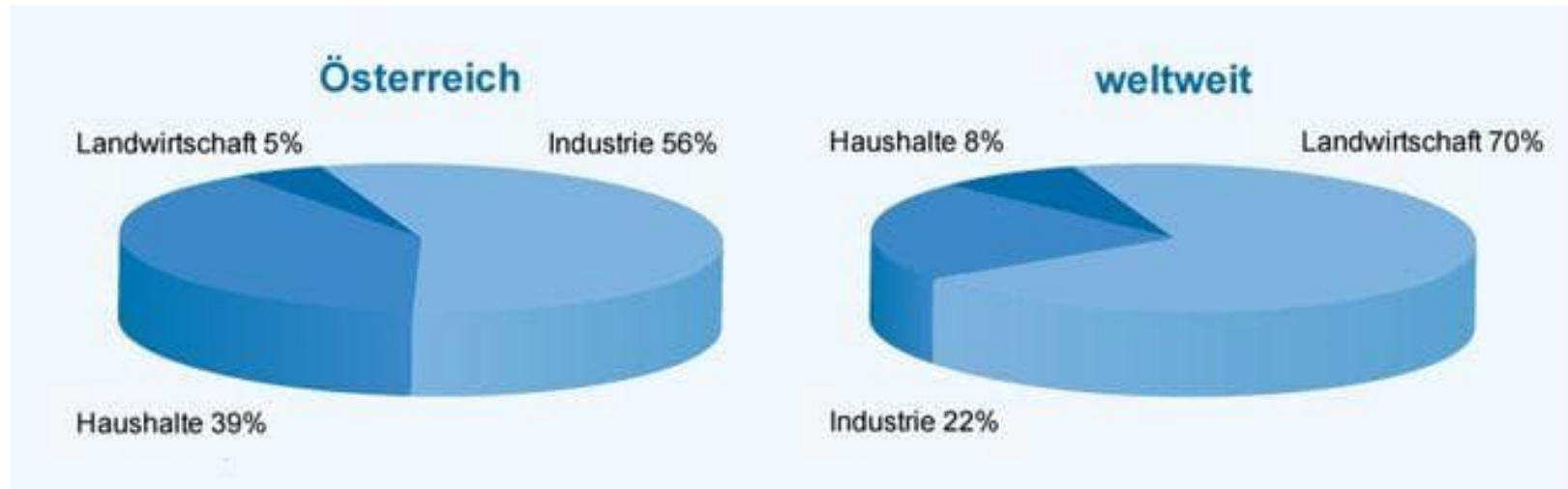
Wasserbedarf - Haushalte

Liter/Einwohner und Tag
durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserverbrauch: 135



Quelle: Studie „WAVE“ 2012, BOKU SIG

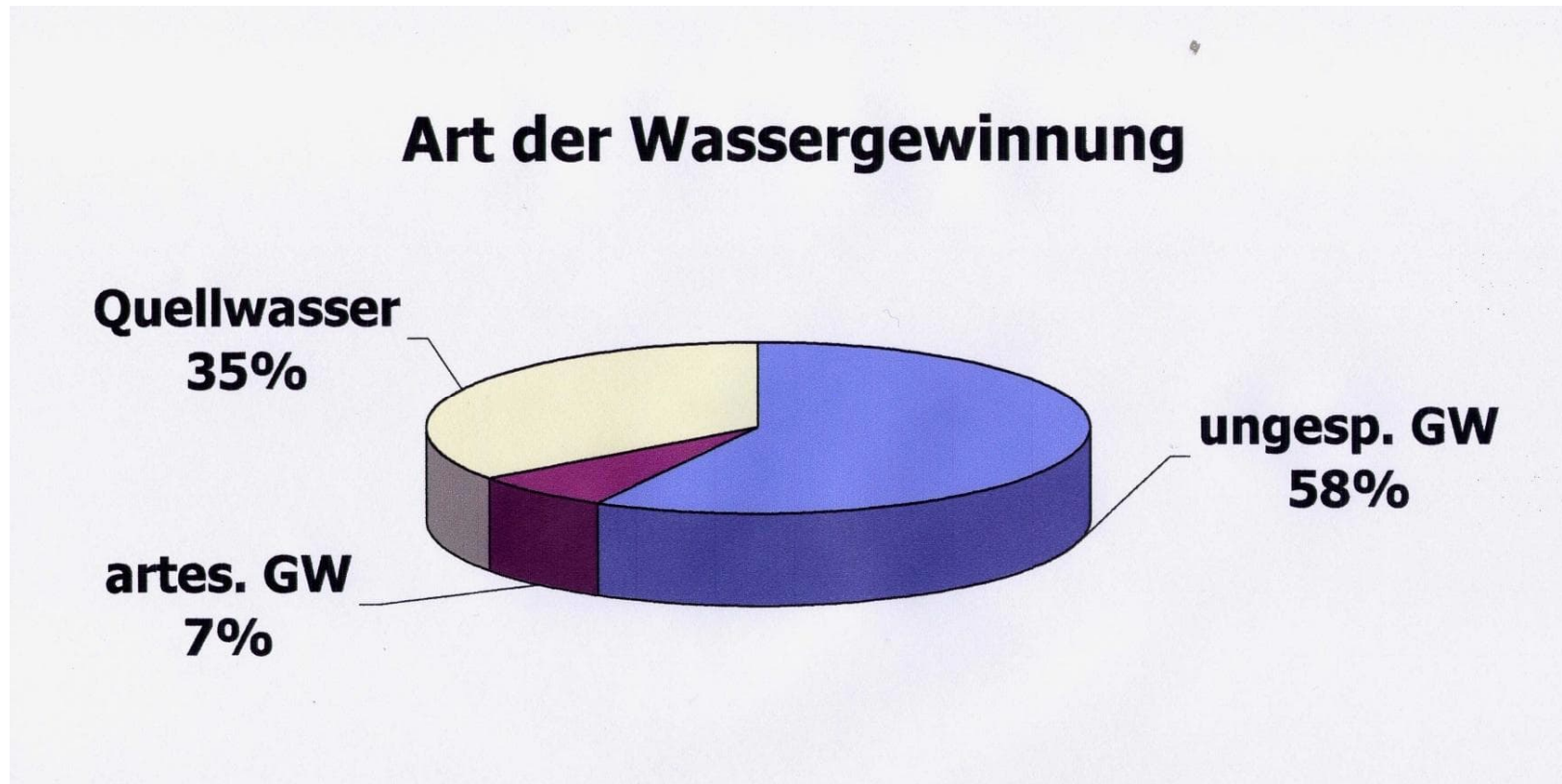
Wasserbedarf - Sektoren



Möglichkeiten der Wassergewinnung

- ③ Regenwasser (Zisternen)
- ③ Oberflächenwasser (Flüsse, Seen, Talsperren, direkt oder Uferfiltrat)
- ③ Quellwasser
- ③ Grundwasser
 - ③ oberflächennahes, ungespanntes Grundwasser
 - ③ gespanntes Tiefengrundwasser

Wassergewinnung in der Steiermark



Erkundung Grundwasservorkommen

- ③ Vorauswahl des Gewinnungsgebietes
 - ③ vorhandene hydrogeologische Untersuchungen
 - ③ geologische/hydrogeologische Kartierungen
 - ③ vorhandene Bodenaufschlüsse

- ③ Eingrenzung des Standortes anhand
 - ③ topografische Verhältnisse
 - ③ Grundverfügbarkeit
 - ③ Gefährdungspotential und Grundwasserschutz
 - ③ Einfluss auf fremde Rechte und öffentliche Interessen
 - ③ Lage in Bezug auf bestehende Versorgungsinfrastruktur

Erkundung Grundwasservorkommen

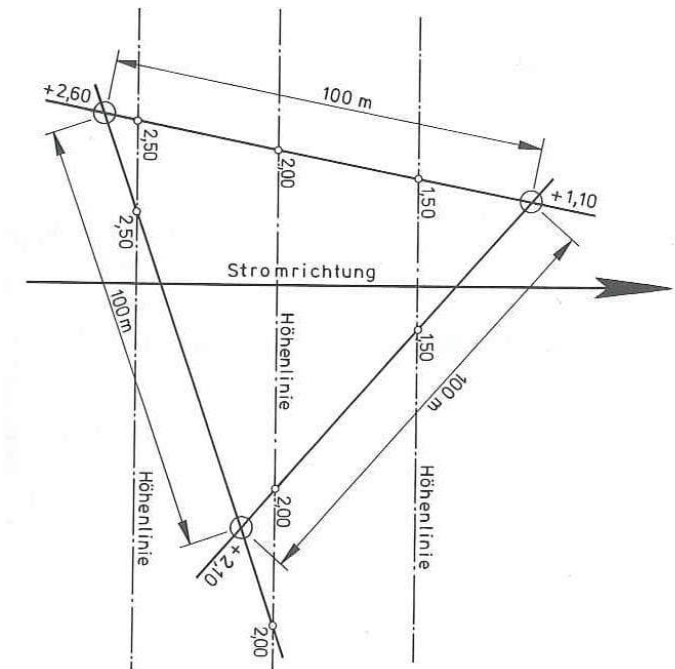
☉ Hydrogeologische Untersuchungen:

- ☉ Geologie (Poren- oder Kluftwasserleiter, Kristallin oder Karbonat, gespannt-ungespannt)
- ☉ Kenntnis des Bodenaufbaus und der Geometrie des Grundwasserkörpers (Schichtung, Klassifikation, Mächtigkeiten, Austrittsart bei Quellen)
- ☉ Kenntnis der Grundwasserverhältnisse (Einzugsgebiet, Fließrichtung, Fließgeschwindigkeiten, Schwankung der Grundwasserstände, Neubildungsprozesse, Infiltration-Exfiltration)
- ☉ Kenntnis der Wasserqualität
- ☉ Ermittlung von Kennwerten für die Dimensionierung (kf-Wert, Transmissivität, Speicherkoeffizient)

Hydrogeologische Untersuchungen

- ③ Erkundung des Bodenaufbaus und der Geometrie durch
 - ③ Bodenaufschlüsse
 - ③ geophysikalische Messungen
 - ③ geoelektrische Messungen

- ③ Erkundung der Grundwasserverhältnisse durch
 - ③ Messungen der Fließgeschwindigkeit
 - ③ Wasserstandsmessungen
 - ③ Ermittlung von Neubildungsraten
 - ③ Quellen: Ganglinie der Schüttung über mind. 1 Jahr



Hydrogeologische Untersuchungen

③ Ermittlung von Kennwerten aus

- ③ Feldversuchen (Pumpversuch, Markierungsversuche, etc.)
- ③ Laborversuchen (Kornverteilung, Korngröße, Durchlässigkeit)
- ③ Näherungsverfahren (z.B. kf-Wert nach HAZEN bzw. BEYER)

③ Erkundung der Wasserqualität

- ③ chemisch-bakteriologische Wasseranalysen
- ③ manuelle oder automatisierte Langzeitmessungen von Temperatur, Leitfähigkeit und pH
- ③ Isotopen Tritium (^3H) und Deuterium (^2H): Verweildauer, Einzugsgebiet

Hydrogeologische Untersuchungen

☉ Filtergesetz von DARCY

*Filtergeschwindigkeit im Boden: $v_f = k_f * J$*

*Kontinuitätsgleichung : $Q = v_f * A$*

J = Grundwasserspiegelgefälle h/l

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

Q = Durchfluss [m³/s]

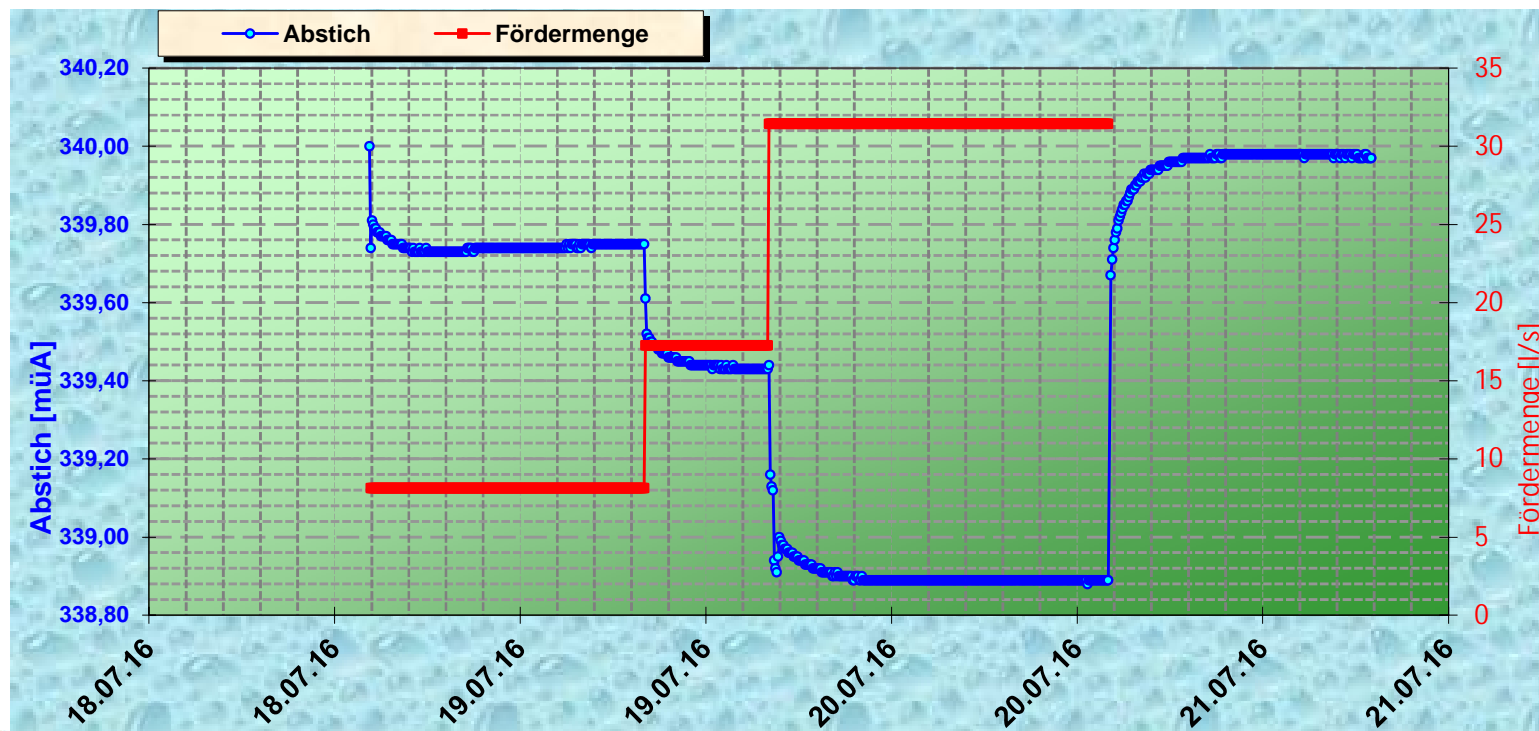
A = Querschnitt [m²]

Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert k_f (m/s)	Sickergeschwindigkeit v_f (mm/min ⁻¹)
Kies	10 ⁻¹ bis 10 ⁻³	6000 bis 60
sandiger Kies	10 ⁻³ bis 10 ⁻⁴	60 bis 6
Mittelsand	10 ⁻³ bis 10 ⁻⁵	60 bis 0,6
Humus	10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁶	6 bis 0,06
schluffiger Sand	10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁷	0,6 bis 0,006
Schluff	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁹	0,06 bis 0,000'06
toniger Schluff	10 ⁻⁷ bis 10 ⁻¹¹	0,006 bis 0,000'000'6

Hydrogeologische Untersuchungen

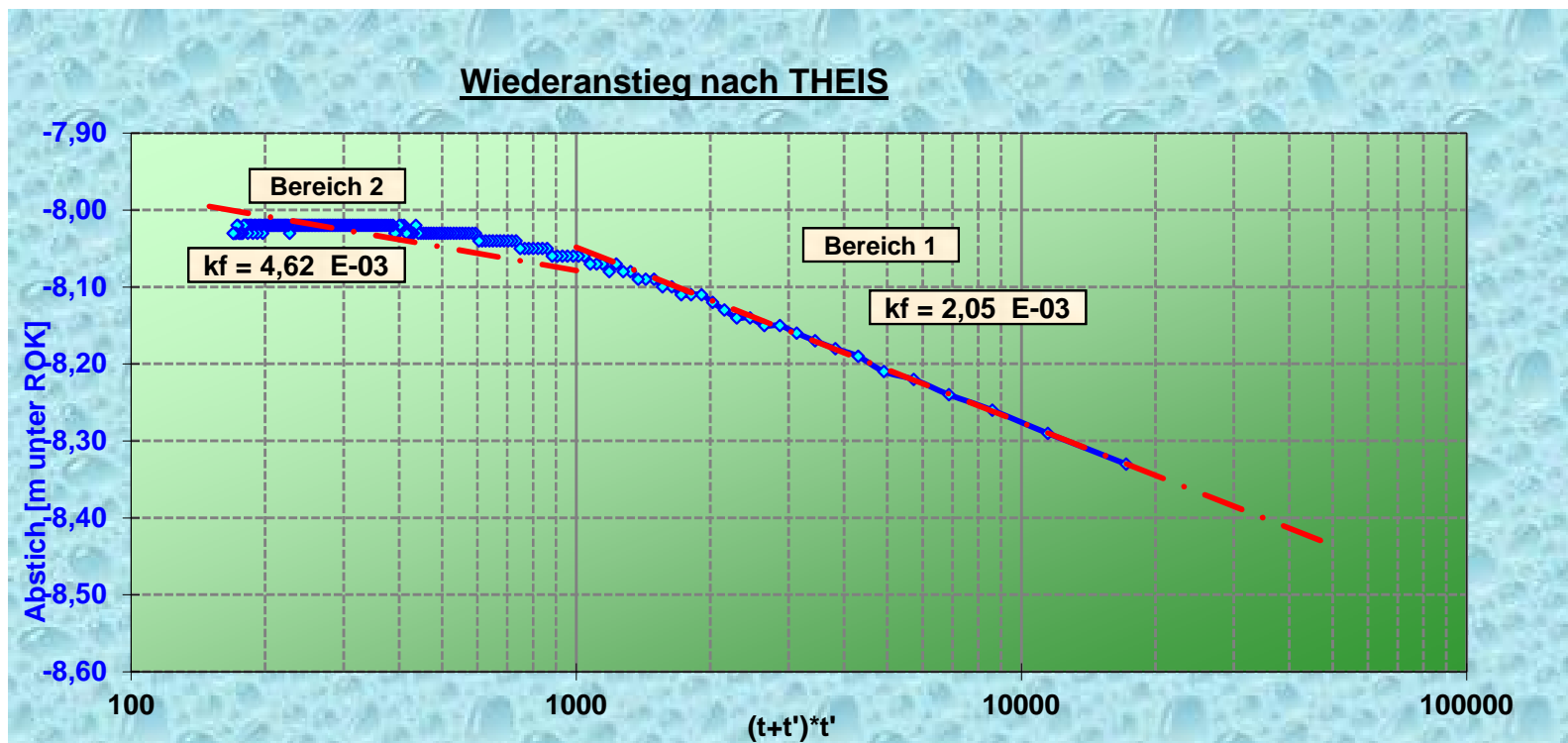
☉ Pumpversuchsdurchführung:

- ☉ definierte Entnahme aus einem Versuchsbrunnen (Stufenweise)
- ☉ Messung von Entnahmemenge, Absenkung und Wiederanstieg am Entnahmebrunnen
- ☉ Messung der Absenkung bei umliegenden Brunnen, Pegel
- ☉ Dauer: hängt vom Zweck ab, Beharrungszustand halten



Hydrogeologische Untersuchungen

- ☉ Pumpversuchsauswertung:
 - ☉ gespannt oder ungespannt
 - ☉ Absenkung oder Wiederanstieg
 - ☉ räumlich oder zeitlich



Hydraulische Brunnenbemessung

Reichweite des Absenktrichters nach SICHARDT

$$R = 3000 * s * \sqrt{k_f}$$

S = Absenkung [m]

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

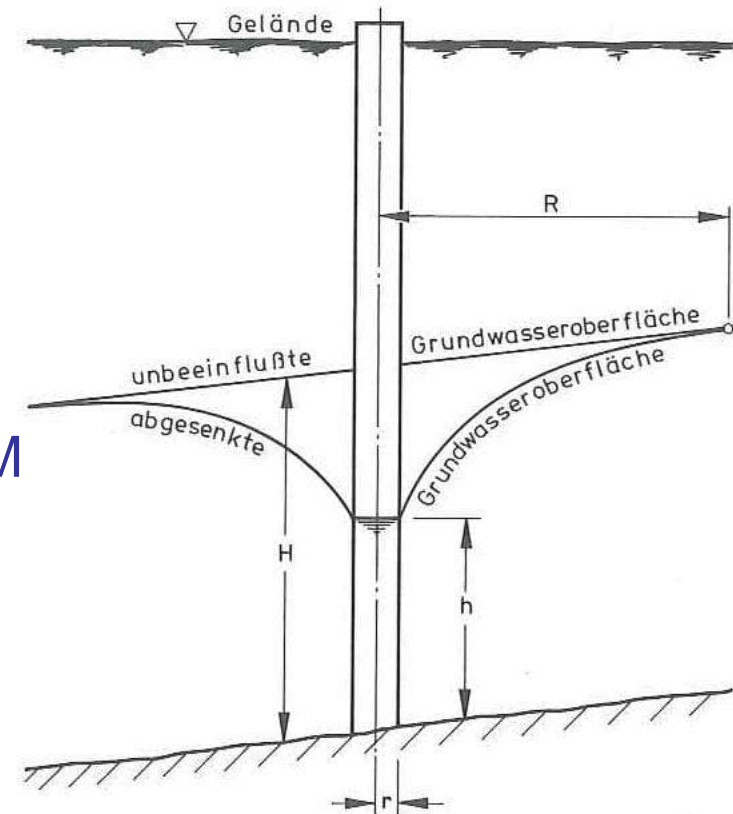
Wasserandrang nach DUPUIT-THIEM

$$Q = \pi * k_f * \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{r}}$$

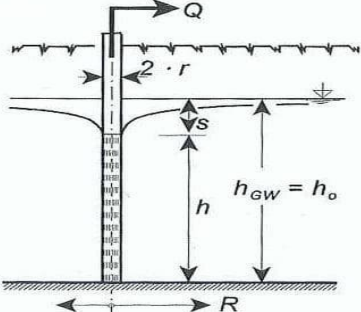
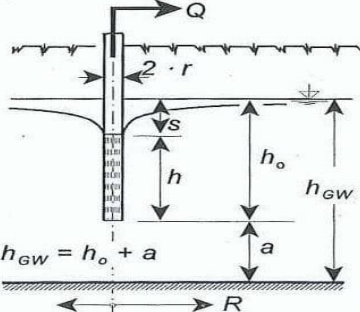
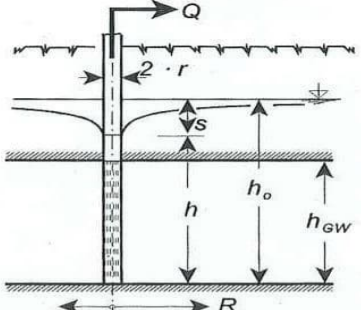
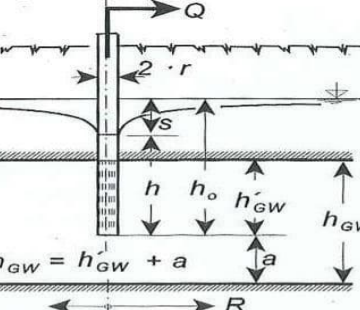
H = Grundwassermächtigkeit [m]

h = abgesenkter Grundwasserstand [m]

r = Brunnenradius [m]



Hydraulische Brunnenbemessung

		BRUNNENART	
		vollkommen	unvollkommen
GRUNDWASSERVORKOMMEN	nicht gespannt	 $Q = \pi \cdot k_f \cdot \frac{h_0^2 - h^2}{\ln R/r} \quad (\text{DUPUIT})$	 $Q = \pi \cdot k_f \cdot \frac{h_0^2 - h^2}{\ln R/r} \cdot \epsilon$ $\epsilon = 1 + \frac{a}{2h_0 - s} \quad \text{für } a < 1,2h_0$ $\epsilon = 1 + \frac{1,2h_0}{2h_0 - s} \quad \text{für } a \geq 1,2h_0$
	gespannt	 $Q = 2\pi \cdot k_f \cdot h_{GW} \cdot \frac{h_0 - h}{\ln R/r} \quad (\text{DUPUIT})$ $h \geq h_{GW}$	 $Q = 2\pi \cdot k_f \cdot h'_{GW} \cdot \frac{h_0 - h}{\ln R/r} \cdot \epsilon \quad h'_{GW} \geq 0,1h_{GW}$ $\epsilon = 1 + \frac{a}{2h'_{GW}} \quad \text{für } a < 3h'_{GW}$ $\epsilon = 2,5 \quad \text{für } a \geq 3h'_{GW}$
		$REICHWEITE \text{ der Absenkung } R \approx 3000 s \sqrt{k_f} \quad (\text{Näherung nach SICHARDT})$	

Hydraulische Brunnenbemessung

☉ Fassungsvermögen nach SICHARDT

Mantelfläche

$$Q_f = 2 * \pi * r * h * \frac{\sqrt{k_f}}{15}$$

v_{krit} für laminare
Strömung im
Brunnenfilter

h = abgesenkter Grundwasserstand [m]

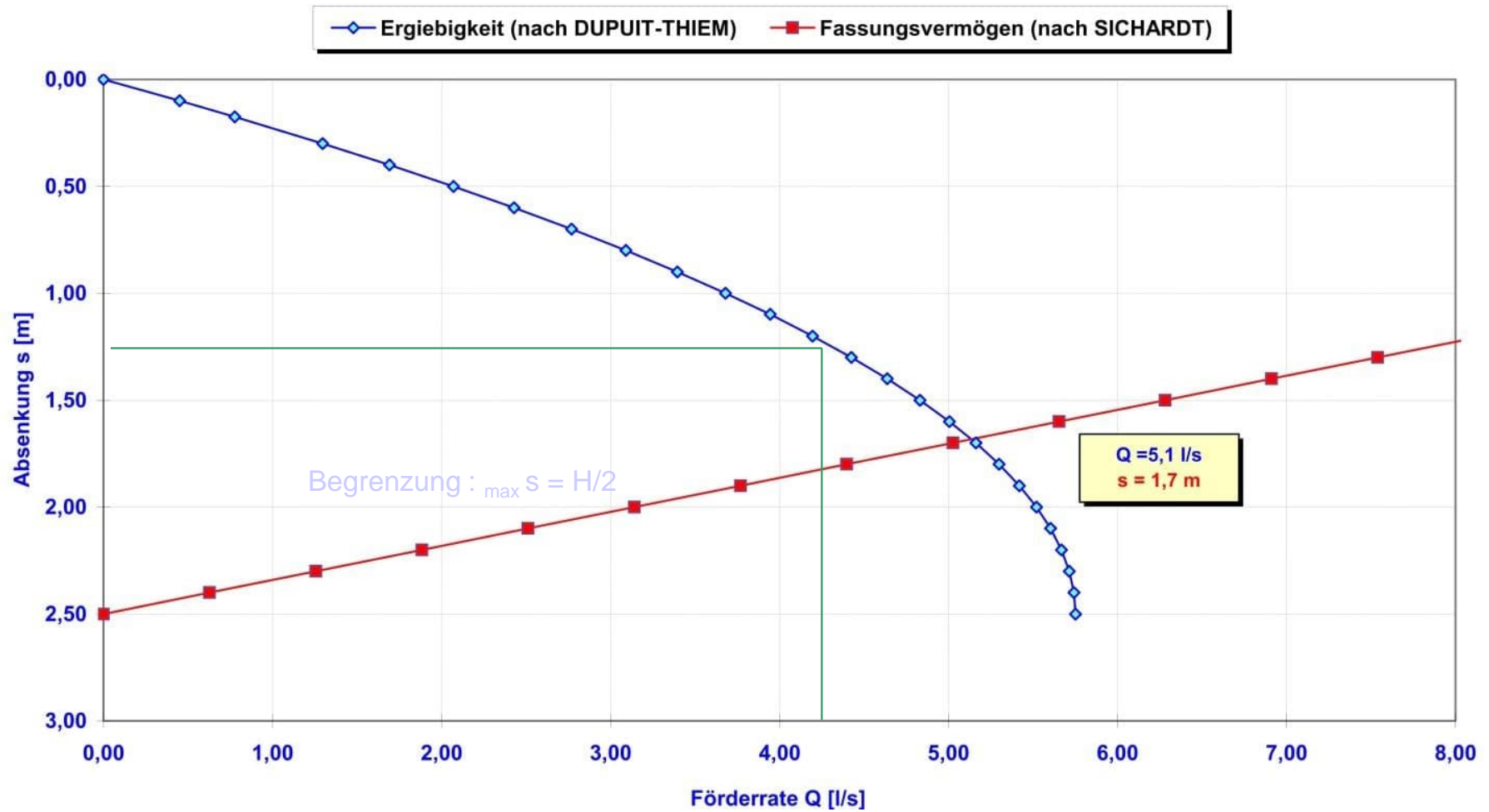
r = Brunnenradius [m]

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

Hydraulische Brunnenbemessung

Beispielbrunnen - Dauerergiebigkeit

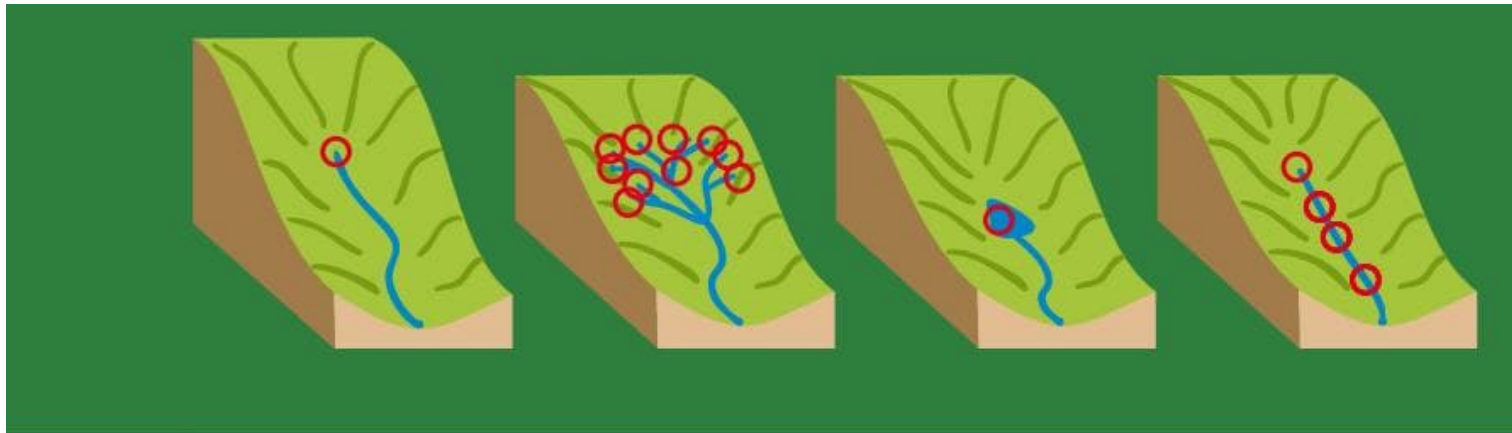
$k_f = 9 \times 10^{-4} \text{ m/s}$, $H=2,5\text{m}$





Gewinnungsanlagen Quellwasser

Quellarten (Austritt topografisch)

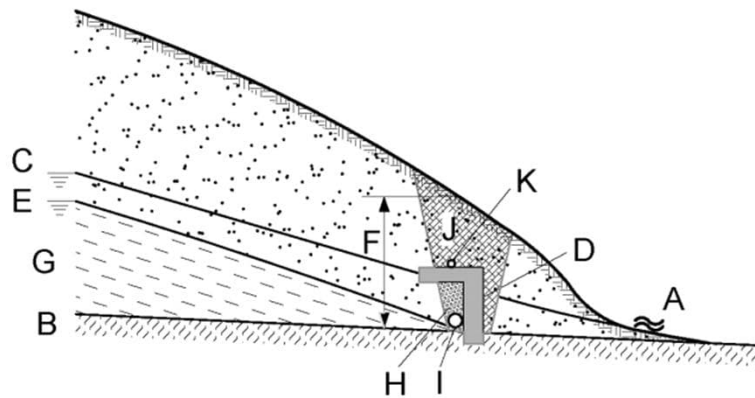


„Quelle ist nicht gleich Quelle ...“

Die vier Basisquellentypen

Quellentyp	Sturzquelle (Rheokrene)	Sickerquelle (Helokrene)	Tümpelquelle (Limnokrene)	Wanderquelle (Migrakrene)
Austrittsort	punktuell	diffus	von unten	linear
Austrittsform	fließend-stürzend	flächig-sickernd	in Quelltopf	zeitlich wandernd
Lage	steileres Gelände	geneigtes Gelände	Tal(rand)lage	Geländerinne
Substrat	grob: Fels, Steine, Kies	fein: Ton, Sand, Feinkies	fein-mittel: Sand, Feinkies	mittel-grob: Grobkies, Schotter
Substratverteilung	nach Strömung sortiert, wechselnd	gleichmäßig, ab dem Zu- sammenfluss etwas gröber	konzentrisch um Austritt sortiert	sehr gleichmäßig in Geländerinne
Besondere Strukturen	Rieselflur, Wasserfall, Kaskaden	oft stärkere Quellflur	Sandwirbel am Grund	großes Lückensystem
Vegetation	Moose, Farne, oft wenig Vegetation	Kräuter, Farne, Binsen, Séggen	Wassermoose, nährstoffarme Tümpelvegetation	fehlende Quellvegetation

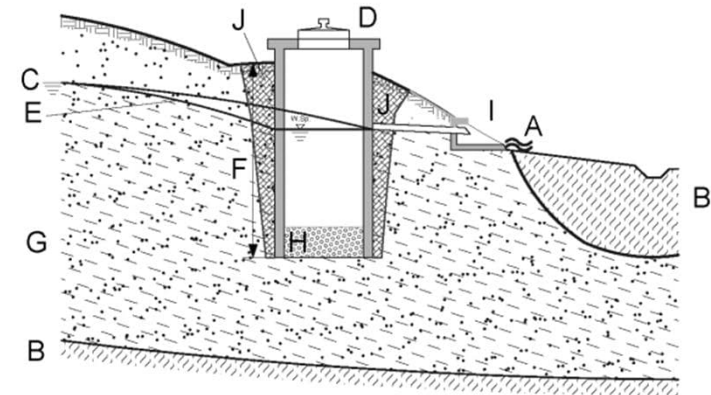
Quellarten und Fassung



Legende:

A	Quellaustritt (vor Herstellen der Fassung)	G	Grundwasserleiter
B	Grundwasserstauer	H	Filtermaterial
C	ungestörte Grundwasseroberfläche	I	Filterrohr
D	Stauwand	J	Hinterfüllung
E	abgesenkte Grundwasseroberfläche während des Betriebes	K	Oberflächendrainage
F	Tiefe der Fassung		

Bild 1 — Systemskizze einer Schichtquelle mit Querfassung

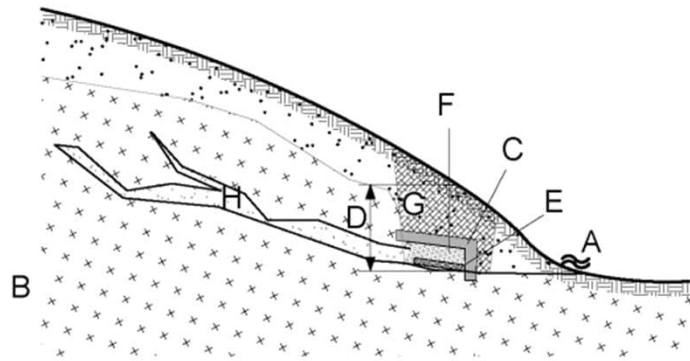


Legende:

A	Quellaustritt (vor Herstellen der Fassung)	F	Tiefe der Fassung
B	Grundwasserstauer	G	Grundwasserleiter
C	ungestörte Grundwasseroberfläche	H	Filtermaterial
D	Quellfassung	I	Auslaufbauwerk
E	abgesenkte Grundwasseroberfläche während des Betriebes	J	Hinterfüllung
		W.Sp.	Wasseroberfläche

Bild 2 — Systemskizze einer Überlaufquelle mit Schachtfassung

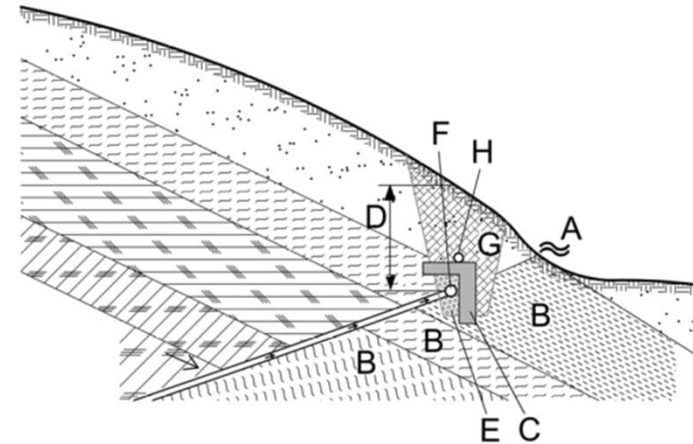
Quellarten und Fassung



Legende:

A	Quellaustritt (vor Herstellen der Fassung)	E	Filterrohr
B	Gestein	F	Filtermaterial
C	Staumauer	G	Hinterfüllung
D	Tiefe der Fassung	H	Quellschlitz

Bild 3 — Systemskizze einer Spaltquelle mit Längsfassung

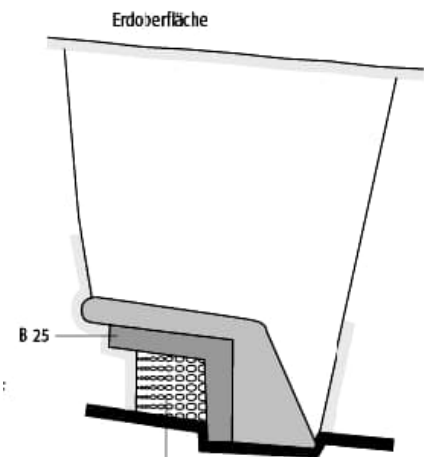
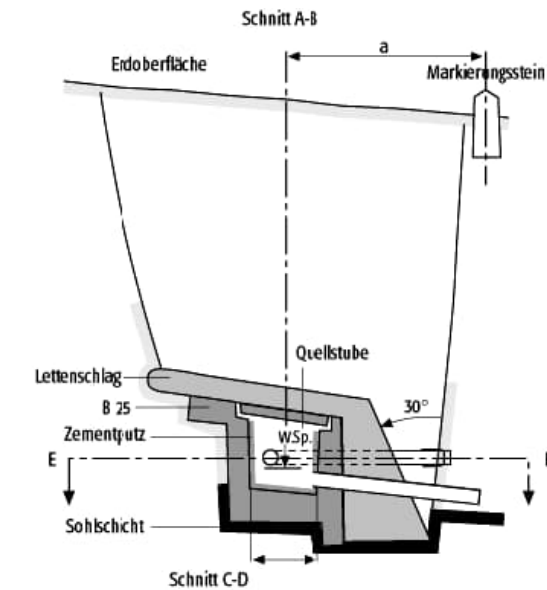


Legende:

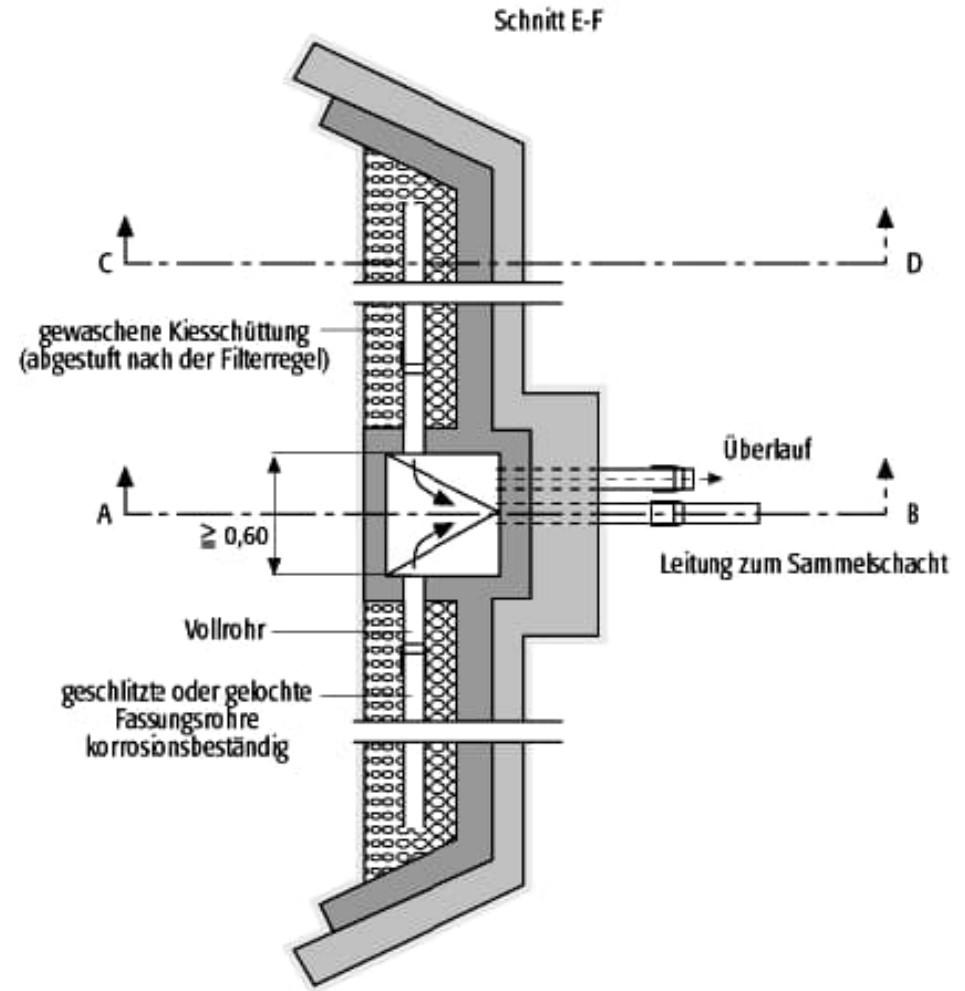
A	Quellaustritt (vor Herstellen der Fassung)	E	Filtermaterial
B	Grundwasserstauer	F	Filterrohr
C	Staumauer	G	Hinterfüllung
D	Tiefe der Fassung	H	Oberflächendrainage

Bild 4 — Systemskizze einer Verwerfungsquelle mit Querfassung

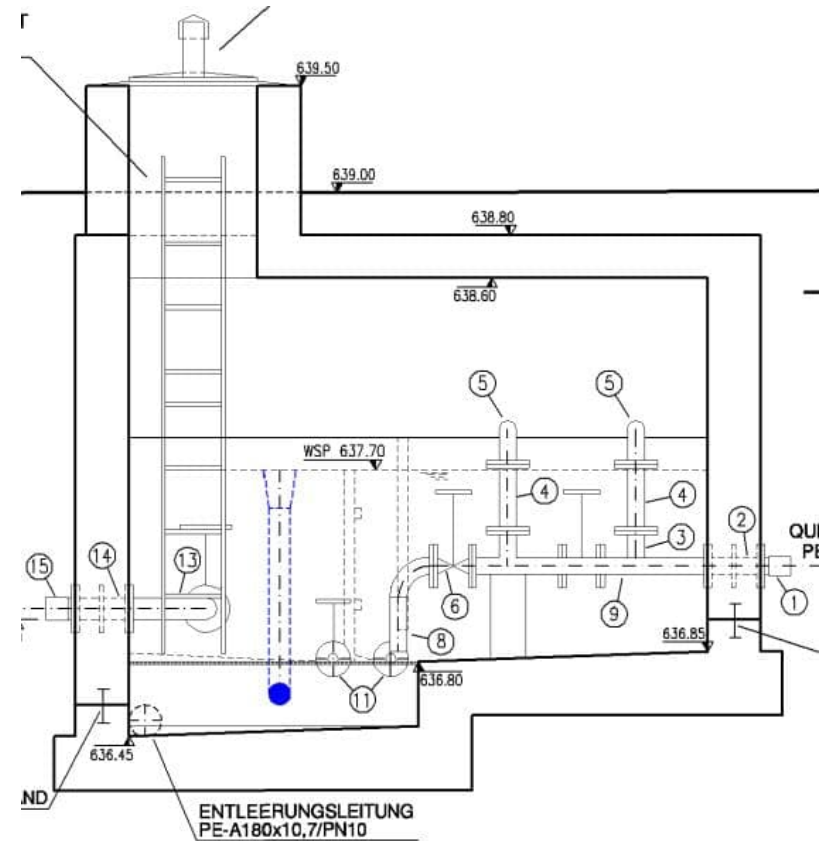
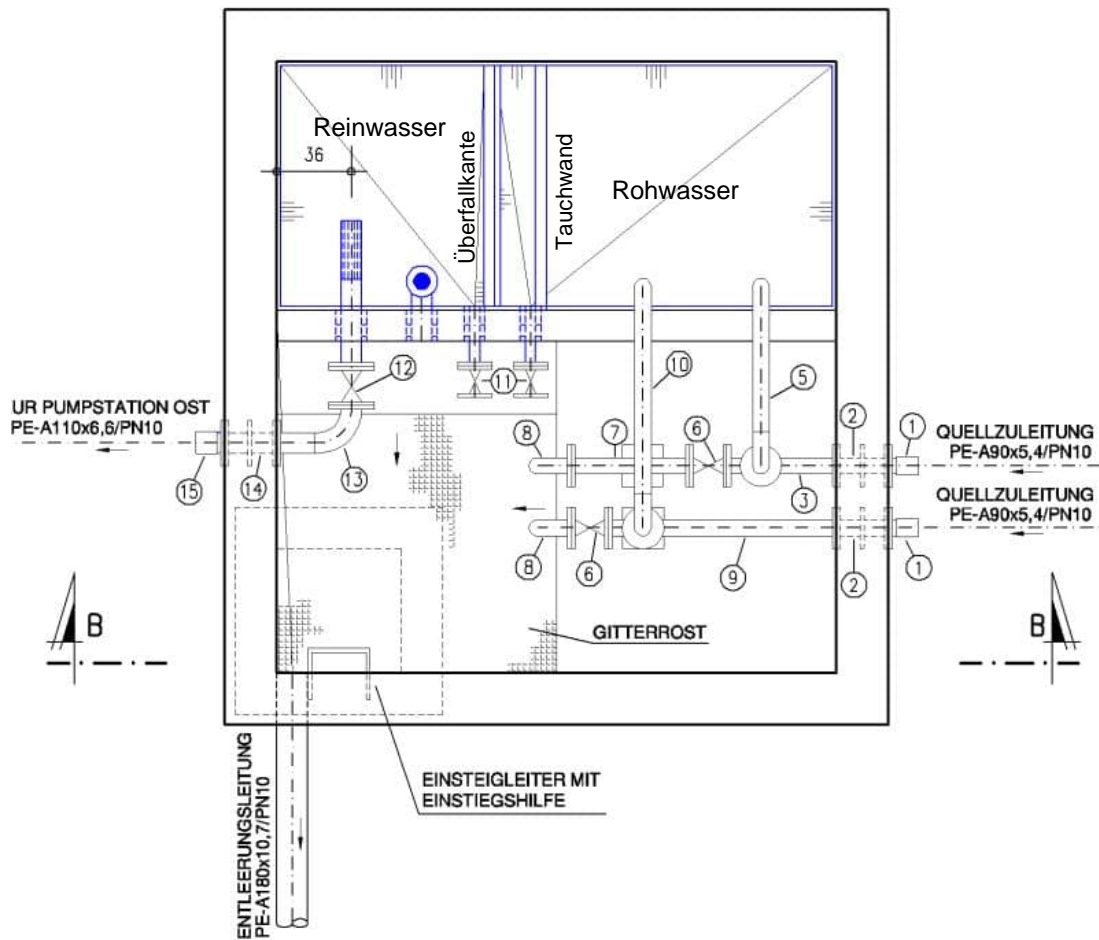
Quelfassung Detail



Sohlenausgleich mit Kies oder Splitt
gewaschene Kiesschüttung (abgestuft nach der Filterregel)



Quellsammelschacht



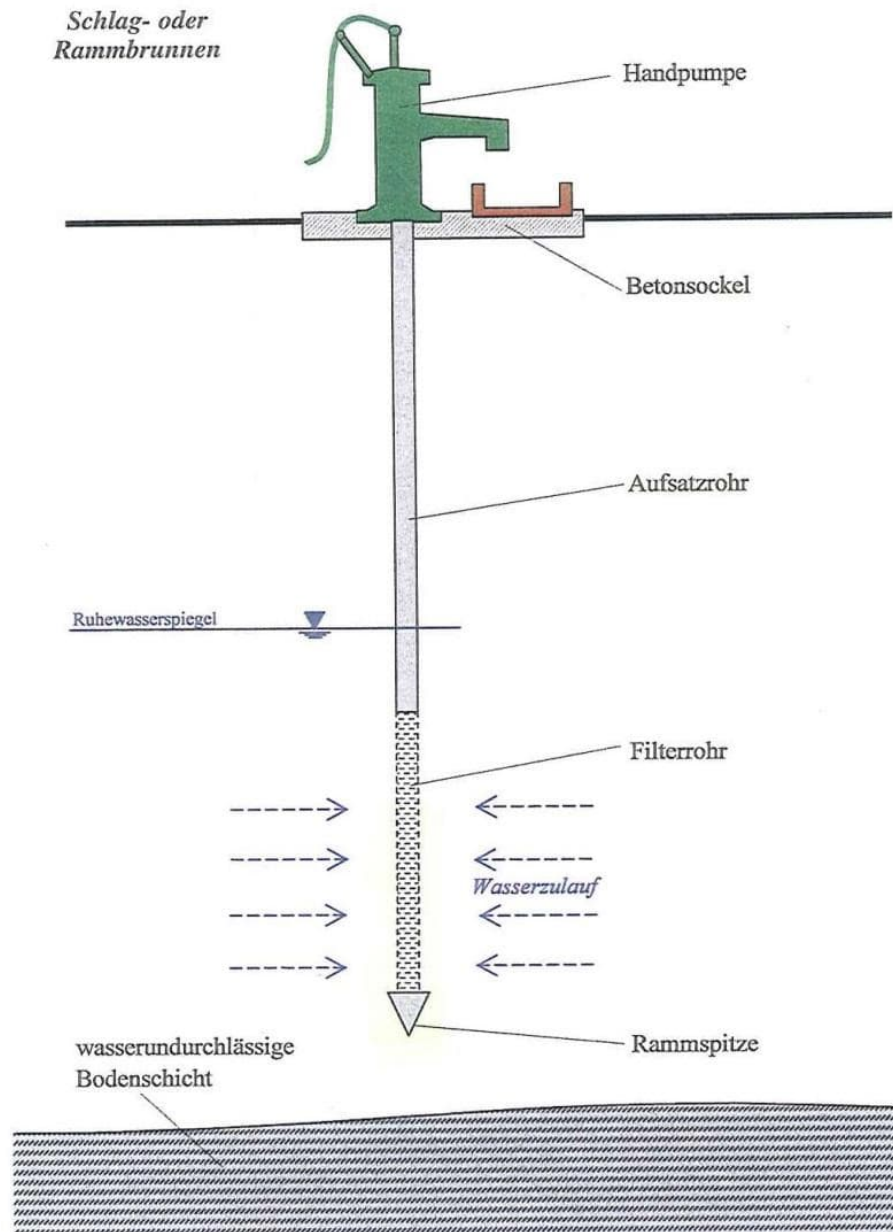


Gewinnungsanlagen Grundwasser

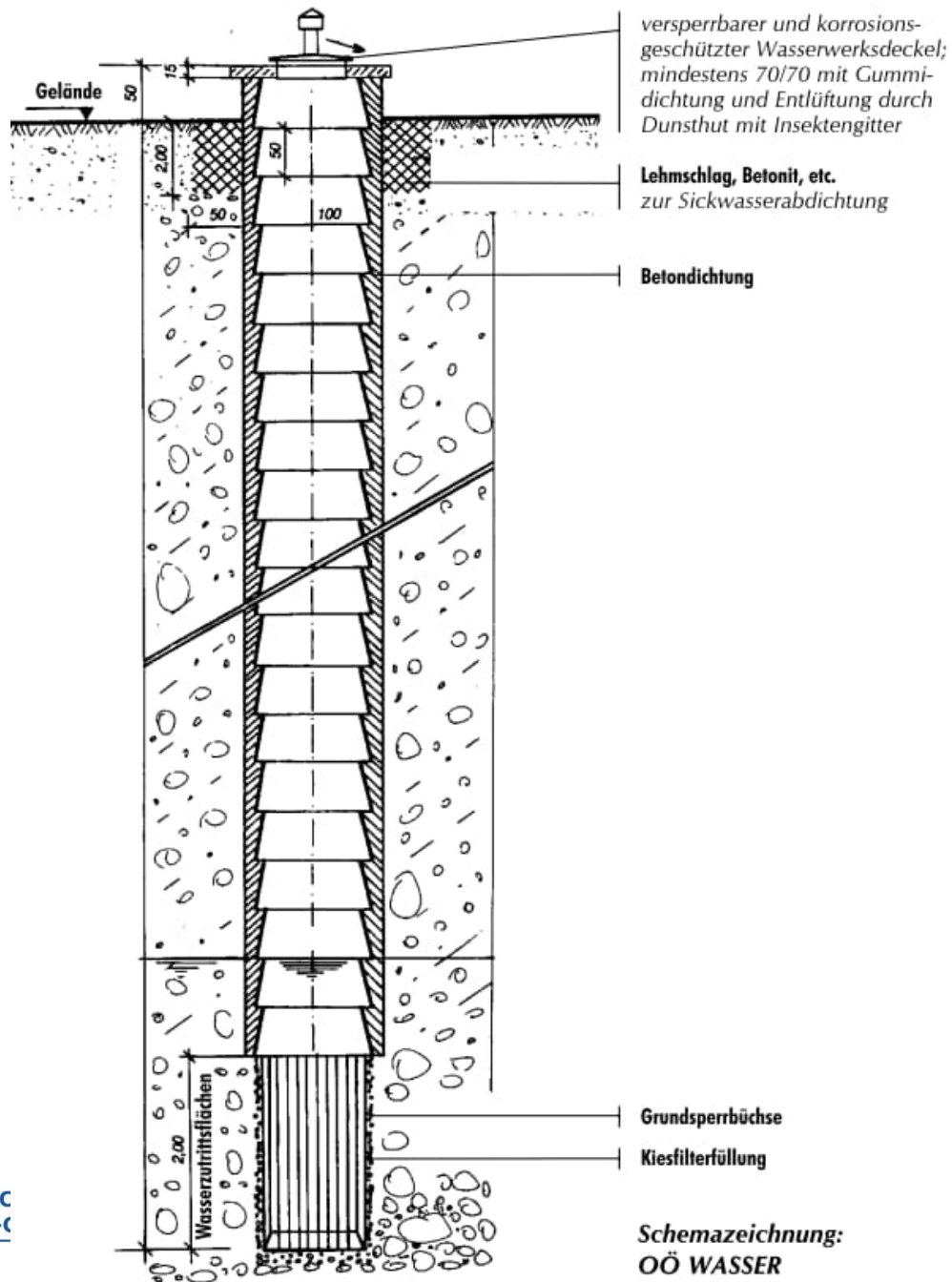
Gewinnungsanlagen Grundwasser

- ③ Rammbrunnen/Schlagbrunnen
- ③ Schachtbrunnen
- ③ Vertikalfilterbrunnen (Bohrbrunnen)
 - ③ Mehrbrunnenanlagen
 - ③ Großfilterbrunnen
- ③ Horizontalfilterbrunnen
- ③ Dränagefassungen

Rammbrunnen

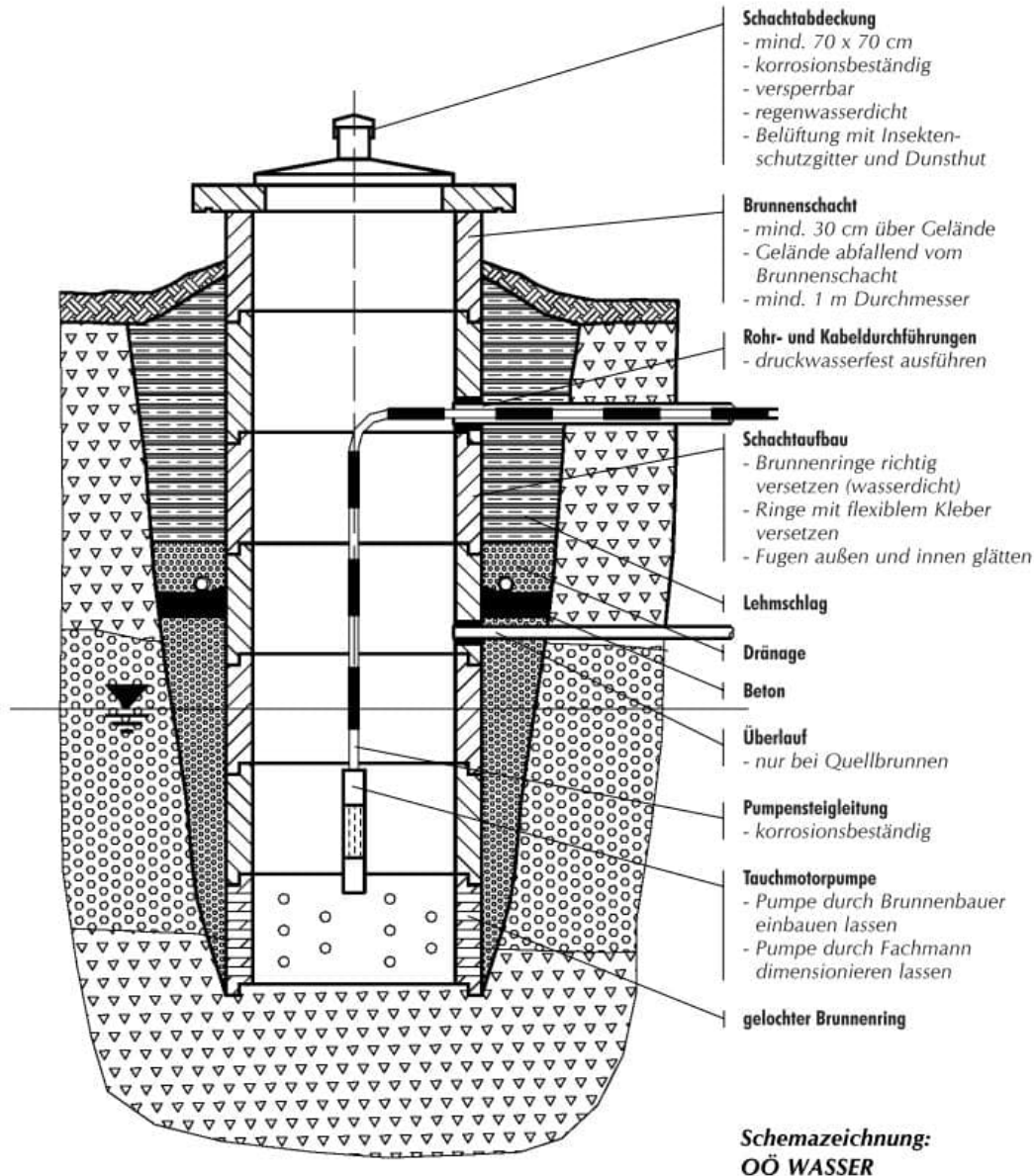


Schachtbrunnen



⊙ Schachtgurtenbauweise (Unterbauverfahren)

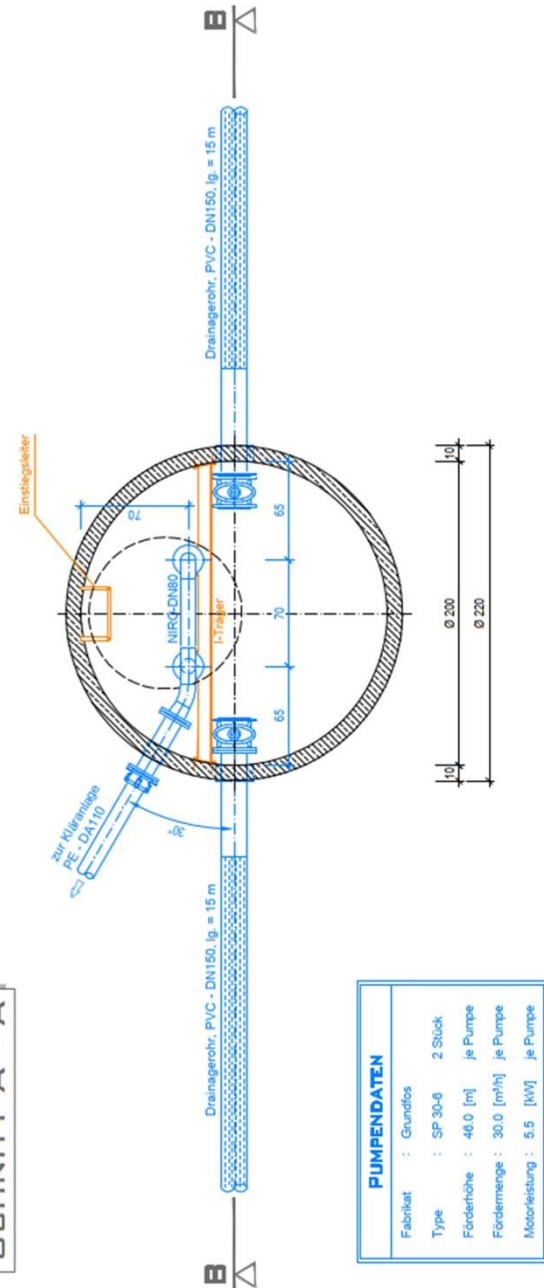
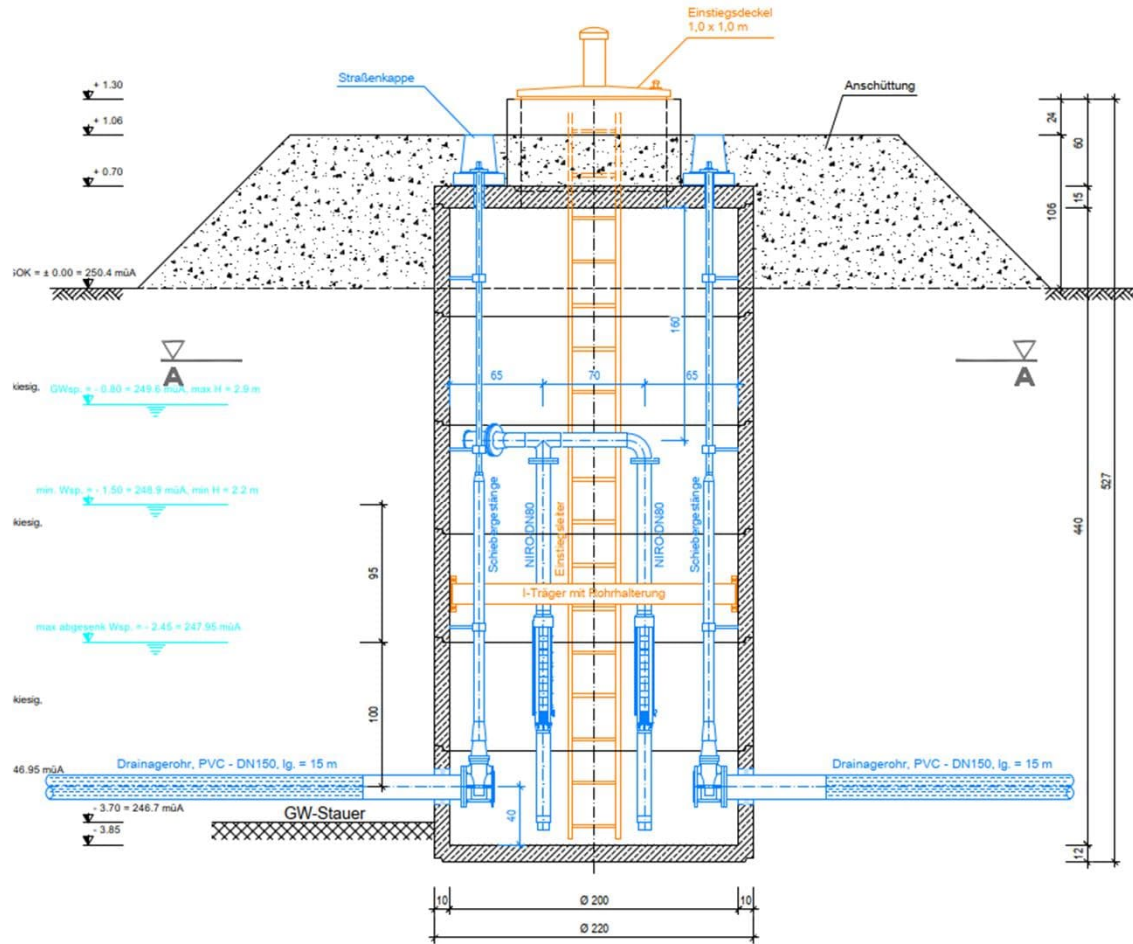
Schachtbrunnen



⊕ Absenkverfahren

⊕ offenen Bauweise ist nicht zu empfehlen

Horizontalfilterbrunnen



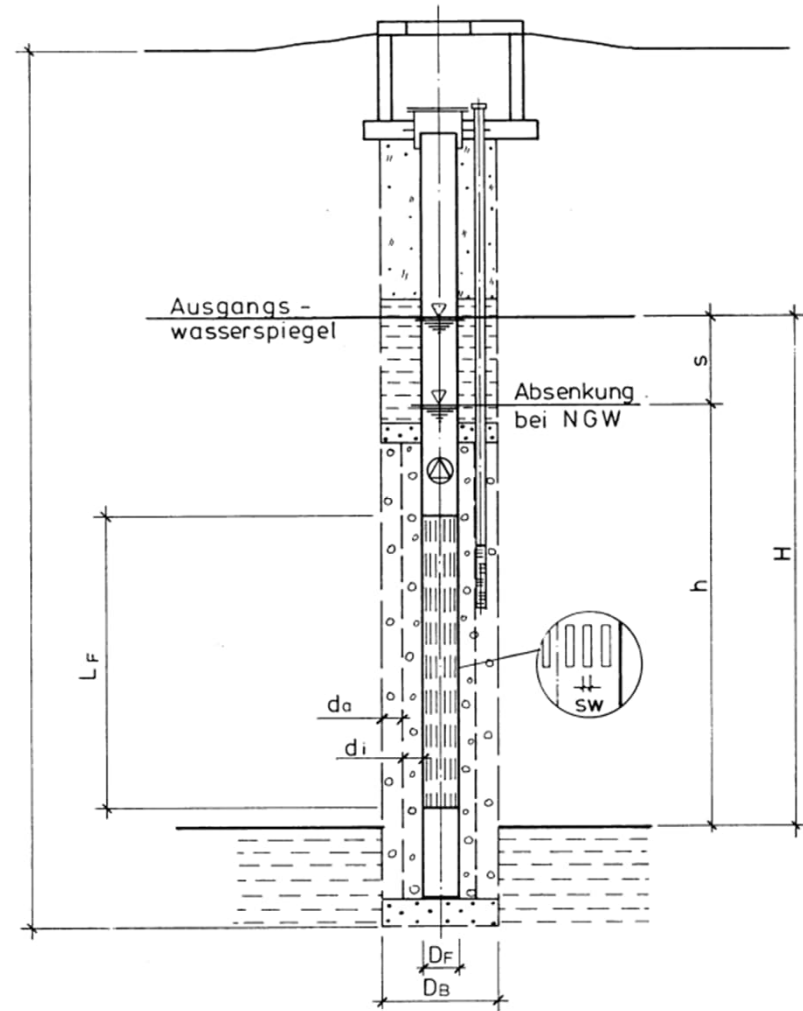
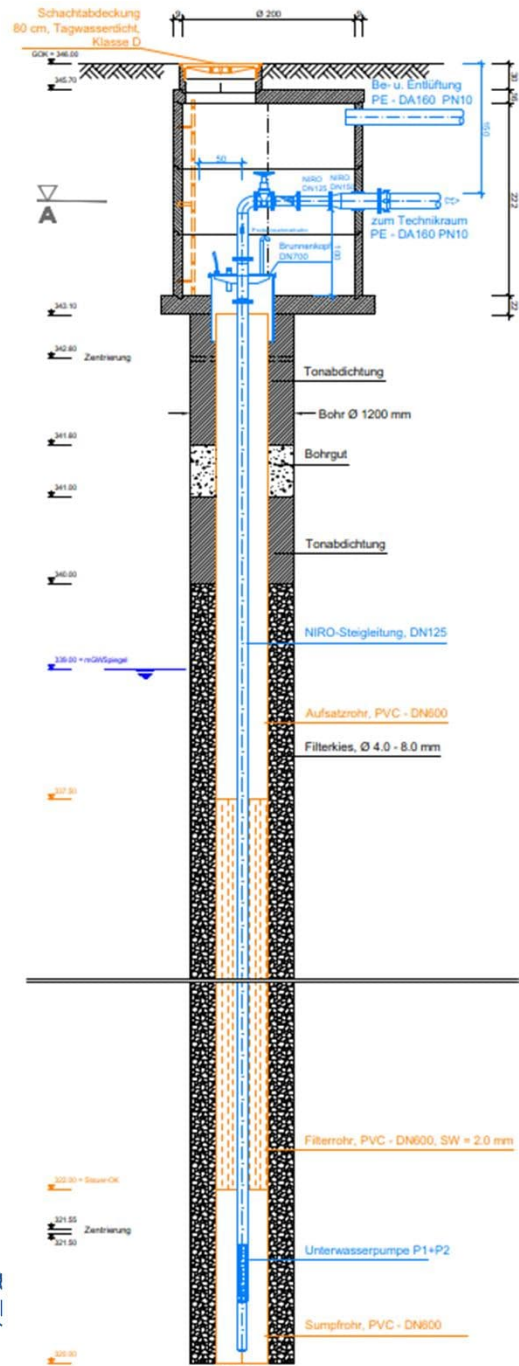
SCHNITT A - A

PUMPFENDATEN	
Fabrikat	: Grundfos
Type	: SP 30-6 2 Stück
Förderhöhe	: 48.0 [m] je Pumpe
Fördermenge	: 30.0 [m³/h] je Pumpe
Motorleistung	: 5.5 [kW] je Pumpe

Filterrohrherstellung:


MACH & PARTNER
ZT-Gründn
 Rammen, Bohren, offene Bauweise

Vertikalfilterbrunnen



Vertikalfilterbrunnen

Bohrverfahren nach DVGW W 115

Bohrgutförderung	Diskontinuierlicher Bohrgutaustrag		Kontinuierlicher Bohrgutaustrag mit Direktspülung = Rechtsspülung		Kontinuierlicher Bohrgutaustrag mit Umkehrspülung = Linksspülung		
	Trockenbohren	Seilschlagbohren (Pennsylvanisch)	Hammerbohren	Druckspülbohren (Rotarybohren)	Saugbohren	Lufthebebohren	Strahlsaugbohren
Bohrbewegung	drehend schlagend	schlagend	schlagend/drehschlagend	drehend	drehend	schlagend/drehschlagend	drehend
Probengewinnung	unmittelbar	unmittelbar	mittelbar	mittelbar	mittelbar	mittelbar	mittelbar
Haupteinsatzgebiete	Baugrunderkundung Altlasterkundung Wasserkundung Brunnenbau	Wasserkundung im Festgestein Brunnenbau Solebohrungen Thermalsolebohrungen Mineralwasserbohrungen	Erkundungsbohrungen im Festgestein, kleindimensionierte Brunnenbohrungen	Erkundungsbohrungen im Locker- und im Festgestein, Solebohrungen Thermalsolebohrungen Mineralwasserbohrungen	Untersuchungsbohrungen Brunnenbohrungen Mineralwasserbrunnen Versenkbrunnen	Brunnenbohrungen Großlochbohrungen Untersuchungsbohrungen Solebrunnen Thermalsolebrunnen Mineralwasserbrunnen	Erkundungsbohrungen im Locker- und im Festgestein, Kernbohrungen
Spülungsmedium	Grundwasser bzw. zugebendes Wasser ohne Zirkulation	Grundwasser bzw. zugebendes Wasser ohne Zirkulation	Luftspülung Wasserspülung Schaum	Flüssigkeitsspülung	Flüssigkeitsspülung	Flüssigkeitsspülung	Flüssigkeitsspülung
Spülförderung			Verdichter Kolbenpumpe	Kolben- oder Kreiselpumpe	Kreiselpumpe	Verdichter	Strahldüse Kolben- oder Kreiselpumpe
Bohrwerkzeuge	Schappe Ventilbüchse Kiespumpe Spirale Kratzer Greifer Blattmeißel Kreuzmeißel Backenmeißel	Ventilbüchse Blattmeißel Backenmeißel Kreuzmeißel Erweiterungsmeißel	Hartmetallbohrköpfe mit Einfach-, Kreuz- und x-Schneiden sowie Hartmetallstifte	Rollenkronen und -meißel Hartmetallkronen und -meißel Diamantkronen und -meißel Fischschwanzmeißel Flügelmeißel	Ein- u. Mehrstufenmeißel Flügelmeißel Rollenmeißel	Ein- u. Mehrstufenmeißel Flügelmeißel Rollenmeißel	Ein- u. Mehrstufenmeißel Flügelmeißel Rollenmeißel
Sicherung und Schutz der Bohrlochwand	Bohrrohre (teleskopartig) Wasserüberdruck	Bohrrohre/Sperrohre gebirgsabhängig Wasserüberdruck	Standrohre/Sperrohre Verrohrung (nachgeführt oder mitgeführt) gebirgsabhängig Spülung	Standrohre/Sperrohre gebirgsabhängig Spülung Bildung eines Filterkuchens hydrostatisch	Standrohre/Sperrohre gebirgsabhängig Spülung Bildung eines Filterkuchens hydrostatisch	Standrohre/Sperrohre gebirgsabhängig Spülung Bildung eines Filterkuchens hydrostatisch	Standrohre/Sperrohre gebirgsabhängig Spülung Bildung eines Filterkuchens hydrostatisch
Bohrstrang	Bohrgestänge Stahlseil	Stahlseil	Bohrgestänge mit Schraubverbindern	Bohrgestänge mit Schraubverbindern Schwerstangen, Stabilisatoren, Stoßdämpfer	Bohrgestänge mit Schraubverbindern oder Flanschverbindern Schwerstangen, Stabilisatoren, Stoßdämpfer	Bohrgestänge mit Flansch- oder Schraubverbindern mit eingehängter oder integrierter Luftleitung, Doppelwand-Bohrgestänge Schwerstangen, Stabilisatoren, Stoßdämpfer	Bohrgestänge mit Schraubverbindern
Bohrstrangantrieb und Antrieb für Hilfswerkzeuge	Seilwinde mit Freifalleinrichtung, Schlammtrammel hydraulischer Kraftkopf oder Drehtisch	Seilwinde mit Freifalleinrichtung, Schlammtrammel	Bohrhammer mit pneumatischem oder hydraulischem Antrieb übertage oder im Bohrloch	Drehtisch, Kraftspülkopf	Drehtisch, Kraftspülkopf	Drehtisch, Kraftspülkopf	Drehtisch, Kraftspülkopf
Ausbauverrohrung	Aufsatzrohre Filterrohre	Mantelrohre/Sperrohre Aufsatzrohre Filterrohre	Futterrohre Mantelrohre/Sperrohre Aufsatzrohre Filterrohre	Futterrohre Mantelrohre/Sperrohre Aufsatzrohre Filterrohre	Futterrohre Mantelrohre/Sperrohre Aufsatzrohre Filterrohre	Futterrohre Mantelrohre/Sperrohre Aufsatzrohre Filterrohre	Futterrohre Mantelrohre/Sperrohre Aufsatzrohre Filterrohre
Bohrbeginn	ab Geländeoberkante	ab Geländeoberkante	ab Geländeoberkante	ab Geländeoberkante	ab Geländeoberkante	erst ab ca. 5 – 10 m Tiefe einsetzbar	ab Geländeoberkante
Untergrund	in allen Gesteinen einsetzbar, geringer Bohrfortschritt im Festgestein	in allen Gesteinen einsetzbar, geringer Bohrfortschritt im Festgestein	Festgestein, guter Bohrfortschritt	in allen Gesteinen einsetzbar, im groben Lockergestein und klüftigem Festgestein Spülverluste	in allen Gesteinen einsetzbar, im groben Lockergestein und klüftigem Festgestein Spülverluste	in allen Gesteinen einsetzbar, im groben Lockergestein und klüftigem Festgestein Spülverluste	in allen Gesteinen einsetzbar, im groben Lockergestein und klüftigem Festgestein Spülverluste

Vertikalfilterbrunnen

Bohrverfahren nach DVGW W 115

Bohrverfahren	Diskontinuierlicher Bohrgutaustrag		Kontinuierlicher Bohrgutaustrag mit Direktspülung = Rechtsspülung		Kontinuierlicher Bohrgutaustrag mit Umkehrspülung = Linksspülung		
	Trockenbohren	Seilschlagbohren (Pennsylvanisch)	Hammerbohren	Druckspülbohren (Rotarybohren)	Saugbohren	Lufthebebohren	Strahlsaugbohren
Bohrbewegung	drehend schlagend	schlagend	schlagend/drehschlagend	drehend	drehend	schlagend/drehschlagend	drehend
Probengewinnung	unmittelbar	unmittelbar	mittelbar	mittelbar	mittelbar	mittelbar	mittelbar
Bohrungsziel Vor- und Nachteile				schnelles und günstiges Abteufen eines Bohrloches			
Bohrdurchmesser	alle Bohrdurchmesser möglich	alle Bohrdurchmesser möglich	Obergrenze ca. 500 mm (*)	Obergrenze ca. 350 mm	beliebig groß, aber je nach Gestängedurchmesser erst ab ca. 250 mm	beliebig groß, aber je nach Gestängedurchmesser erst ab ca. 250 mm	beliebig groß, aber je nach Gestängedurchmesser erst ab ca. 250 mm
Bohrteufe	geringe Bohrteufe bis ca. 100 m u. GOK (abhängig vom End-Bohrdurchmesser) Rohrmantelreibung begrenzen Einbautiefe	Bohrteufen im Festgestein bis ca. 300 m u. GOK		Bohrteufe abhängig von Spülpumpenleistung und Gestänge- sowie Bohrdurchmesser über 1000 m u. GOK	je nach Dichtigkeit des Systems, Pumpenleistung und Gestänge- und Bohrdurchmesser Bohrdurchmesser Gestänge-Ø/wirtschaftl. Teufe 150 mm/100 m 200 mm/100 m	je nach Kompressorleistung und Gestänge- sowie Bohrdurchmesser über 500 m u. GOK	je nach Dichtigkeit des Systems und Gestänge- sowie Bohrdurchmesser bis ca. 50 m
Bohrprobennahme	Mischprobe aus Haufwerk	Mischprobe aus Haufwerk	schwierig	aus Rinnen und Auffangwannen am Spülstrom	aus Rinnen und Auffangwannen am Spülstrom	aus Rinnen und Auffangwannen am Spülstrom	aus Rinnen und Auffangwannen am Spülstrom
Probengüte	gut, teufengerecht	gut, teufengerecht	Bohrstaub: starke Vermischung, wenig teufengerecht (abhängig von Umlaufmenge und Aufstiegs geschwindigkeit der Spülung)	Kolbenpumpe = befriedigende Probenqualität weitgehend teufengerecht, geeignet für Filterbestimmungen, Stratigraphie etc. Kreiselpumpe = schlechte Probenqualität	relativ gut: meist wenig vermischt, Teufengerechtigkeit gut (abhängig von Umlaufmenge und Aufstiegs geschwindigkeit der Spülung)	relativ gut: meist wenig vermischt, Teufengerechtigkeit gut (abhängig von Umlaufmenge und Aufstiegs geschwindigkeit der Spülung)	relativ gut: meist wenig vermischt, Teufengerechtigkeit gut (abhängig von Umlaufmenge und Aufstiegs geschwindigkeit der Spülung)
Vertikalität	gut lotgerecht	gut lotgerecht	stark verfahrens- und meißelabhängig	Größe und Richtung von Abweichungen sind abhängig von der Beschaffenheit und Lagerung der zu durchbohrenden Gesteinsabfolge, der Bohrgarnitur und dem Bohrdruck	Größe und Richtung von Abweichungen sind abhängig von der Beschaffenheit und Lagerung der zu durchbohrenden Gesteinsabfolge, der Bohrgarnitur und dem Bohrdruck	Größe und Richtung von Abweichungen sind abhängig von der Beschaffenheit und Lagerung der zu durchbohrenden Gesteinsabfolge, der Bohrgarnitur und dem Bohrdruck	Größe und Richtung von Abweichungen sind abhängig von der Beschaffenheit und Lagerung der zu durchbohrenden Gesteinsabfolge, der Bohrgarnitur und dem Bohrdruck
Kaliberrhaltigkeit	gut, kaliberrhaltig	gut, kaliberrhaltig	gut, kaliberrhaltig	Kaliberrhaltigkeit abhängig von der Beschaffenheit und Lagerung der Gesteinsabfolge. Auskolkungen in Geröllschichten und bei Schichtübergängen möglich	Kaliberrhaltigkeit abhängig von der Beschaffenheit und Lagerung der Gesteinsabfolge. Auskolkungen in Geröllschichten und bei Schichtübergängen möglich	Kaliberrhaltigkeit abhängig von der Beschaffenheit und Lagerung der Gesteinsabfolge. Auskolkungen in Geröllschichten und bei Schichtübergängen möglich	Kaliberrhaltigkeit abhängig von der Beschaffenheit und Lagerung der Gesteinsabfolge. Auskolkungen in Geröllschichten und bei Schichtübergängen möglich
Energiebilanz	Rohrmantelreibung begrenzen Einbautiefe		hohe Reibungsverluste im Gestänge	hohe Reibungsverluste im Gestänge	Reibungsverluste	im Verhältnis zur Bohrteufe geringer Energieaufwand	Reibungsverluste

Vertikalfilterbrunnen

- ⊕ Erforderlicher Bohrdurchmesser ergibt sich aus
 - ⊕ Ausbaudurchmesser + Ringraumbreite
- ⊕ Gewählter Ausbaudurchmesser ergibt sich aus
 - ⊕ hydraulisch erforderlichem Brunnenradius
 - ⊕ technisch erforderlicher Ausbaudurchmesser aufgrund der Einbauten
→ ist zumeist maßgeblich

Q* in m ³ /h	U-Pumpen-Ø in Zoll	Ausbau-Ø in mm	Ringraum min. in mm	ergibt Bohr-Ø in mm
< 1	2"	65	60	180
< 9	3"	80	60	200
< 20	4"	115	80	275
< 75	6"	175	80	335
< 100	8"	250	100	450
< 250	10"	300	100	500

- ⊕ Erforderliche Ringraumbreite ist abhängig von
 - ⊕ Bohrverfahren (Bohrlochgeometrie)
 - ⊕ Verfüllmaterial
 - ⊕ Platzbedarf für Peilrohr

Körnung in mm	Schichtdicke in mm
0,25 bis 2	≥ 50
> 2 bis 8	≥ 80
>8 bis 31,5	≥ 100

Vertikalfilterbrunnen

- ③ Anforderung an den Filterkies
 - ③ Entsandten begünstigen
(Feinteile < Kennkorndurchmesser d_K durchlassen)
 - ③ Sandführung im Betrieb verhindern
(Teile > Kennkorndurchmesser d_K zurückhalten)
 - ③ Stützfunktion für Bohrloch und Ausbauverrohrung
- ③ Filtermaterial
 - ③ Quarzkies gewaschen
 - ③ Glaskugeln

Tab. 1: Filterkieskörnungen nach DIN 4924.

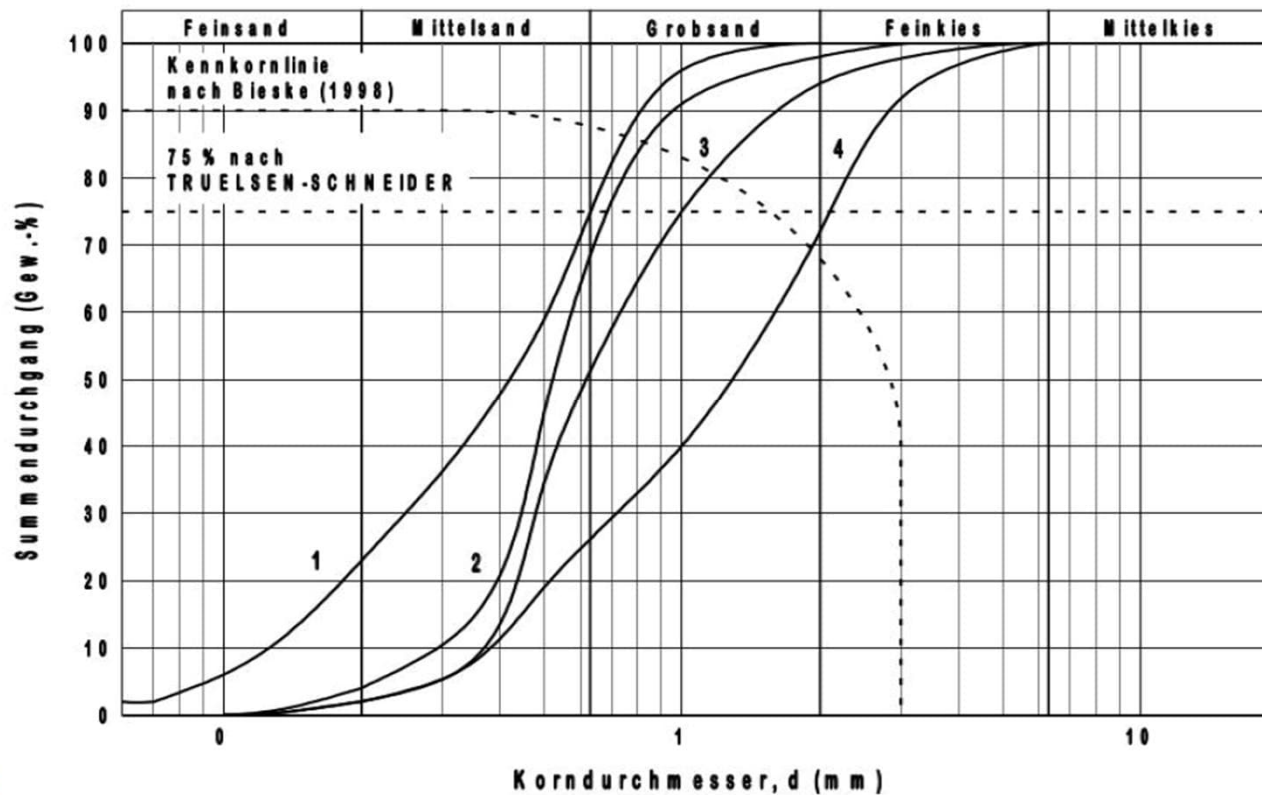
Körnungen [mm]		Zusammenhängende Körnungen bei mehrfacher Abstufung für Brunnenfilter	Unterkorn	Überkorn	Siebgutmenge für Probe [g]	
			Zulässiger Höchstanteil [Gew.-%]			
Filtersand	0,25 – 0,5	×	15	15	500	
	0,5 – 1	×			500	
	0,71 – 1,4	×			1000	
	1 – 2	×	×		1000	
Filterkies	2 – 3,15	× ×	10	10	1000	
	3,15 – 5,6	×			1000	
	5,6 – 8	×			×	5000
	8 – 16	×			×	5000
	16 – 31,5				× × ×	10000

Vertikalfilterbrunnen

Bestimmung des Filterkorns $d_F = f \cdot d_K$

f = Filterfaktor (2,5 bis 6,5) je nach Lagerungsdichte
=> in der Praxis 4,5

d_K = Kennkorndurchmesser aus Kornverteilungskurve:



Vertikalfilterbrunnen

☉ Filterschlitzweite $s_W = \frac{1}{2} * D_s$

D_s = kleinster Durchmesser Filterkies

Schlitzweiten s_W nach DIN 4925 [mm]	DN 35–DN 80	* 0,2–3,00
	DN 100–DN 125	0,3–3,00
	DN 150–DN 175	0,5–3,00
	DN 200–DN 300	0,75–3,00
	DN 350–DN 400	1,0–3,00

☉ Wahl der Ausbaurohrung

☉ Gängige Materialien

- ☉ Stahl (roh/verzinkt/beschichtet)
- ☉ Edelstahl
- ☉ Kunststoff (PVC-hart , PVC-U)

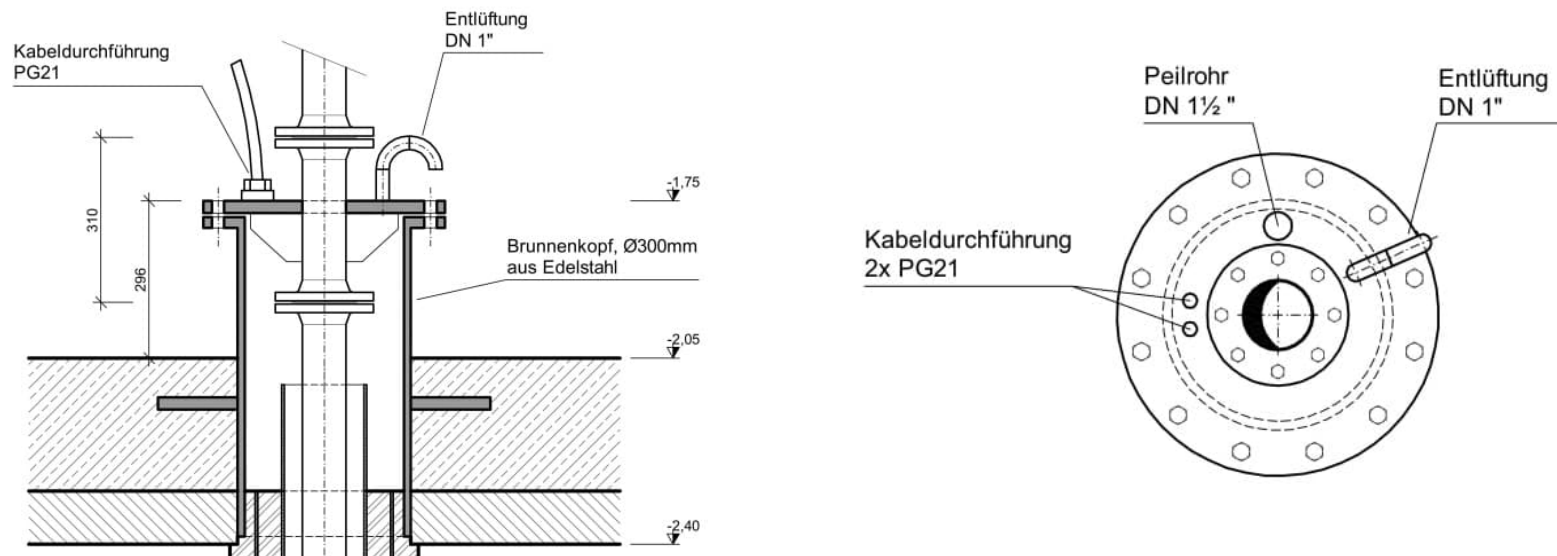
☉ Art der Filterrohre:

- ☉ Rundlochung
- ☉ Langlochung
- ☉ Schlitzbrückenlochung
- ☉ Wickeldrahtfilter
- ☉ Kiesbelagsfilter

Vertikalfilterbrunnen

☉ Brunnenkopf

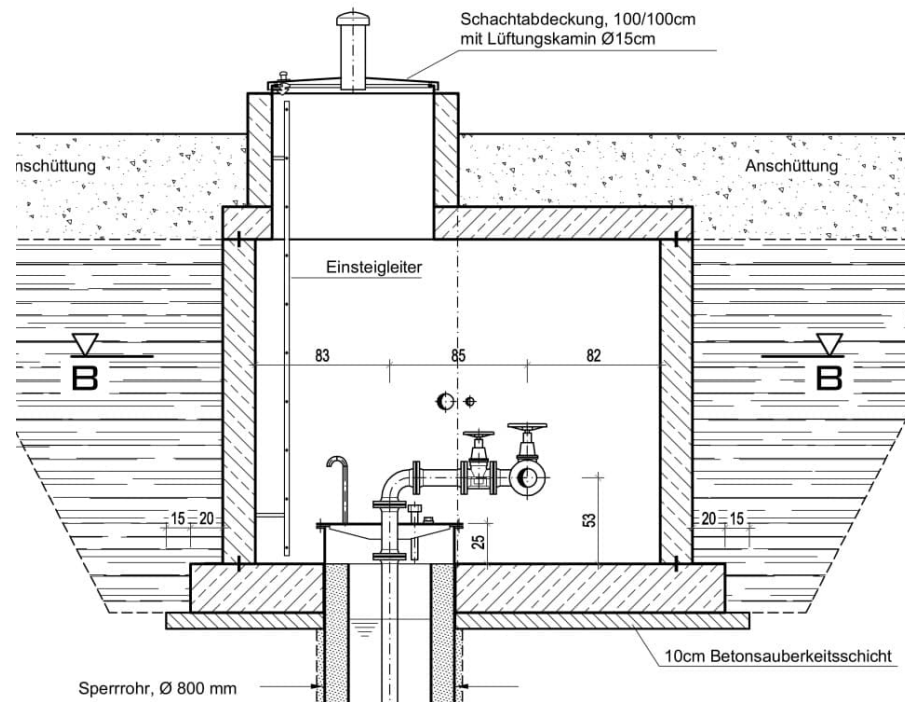
- ☉ aus Stahl oder Edelstahl
- ☉ Durchführungen für Steigrohr, Peilrohr, Kabel f. Pumpe und Niveausonde
- ☉ Be- und Entlüftung
- ☉ OK Brunnenkopf ca. 30 cm über der Schachtsohle



Brunnenausrüstung

☉ Brunnenvorschacht

- ☉ Dichte Ausführung aus Betonfertigteilen, Ortbeton oder Kunststoff
- ☉ Einstiegöffnung mind. 80 cm, tagwasserdicht, überflutungssicher
- ☉ Montageöffnung für Pumpen
- ☉ Platz für alle erforderlichen Armaturen, Wasserzähler, etc.
- ☉ Ausreichende Be- und Entlüftung



Brunnenausrüstung

- ③ Einbauten
 - ③ Pumpenauswahl
 - ③ Steigleitung: Nennweite, Material, Rohrverbindungen
 - ③ Armaturen: Absperrarmaturen, Rückflußverhinderer
 - ③ Messtechnik (Durchfluß, Druck, Niveau)



Teil 2 - Wasserspeicherung

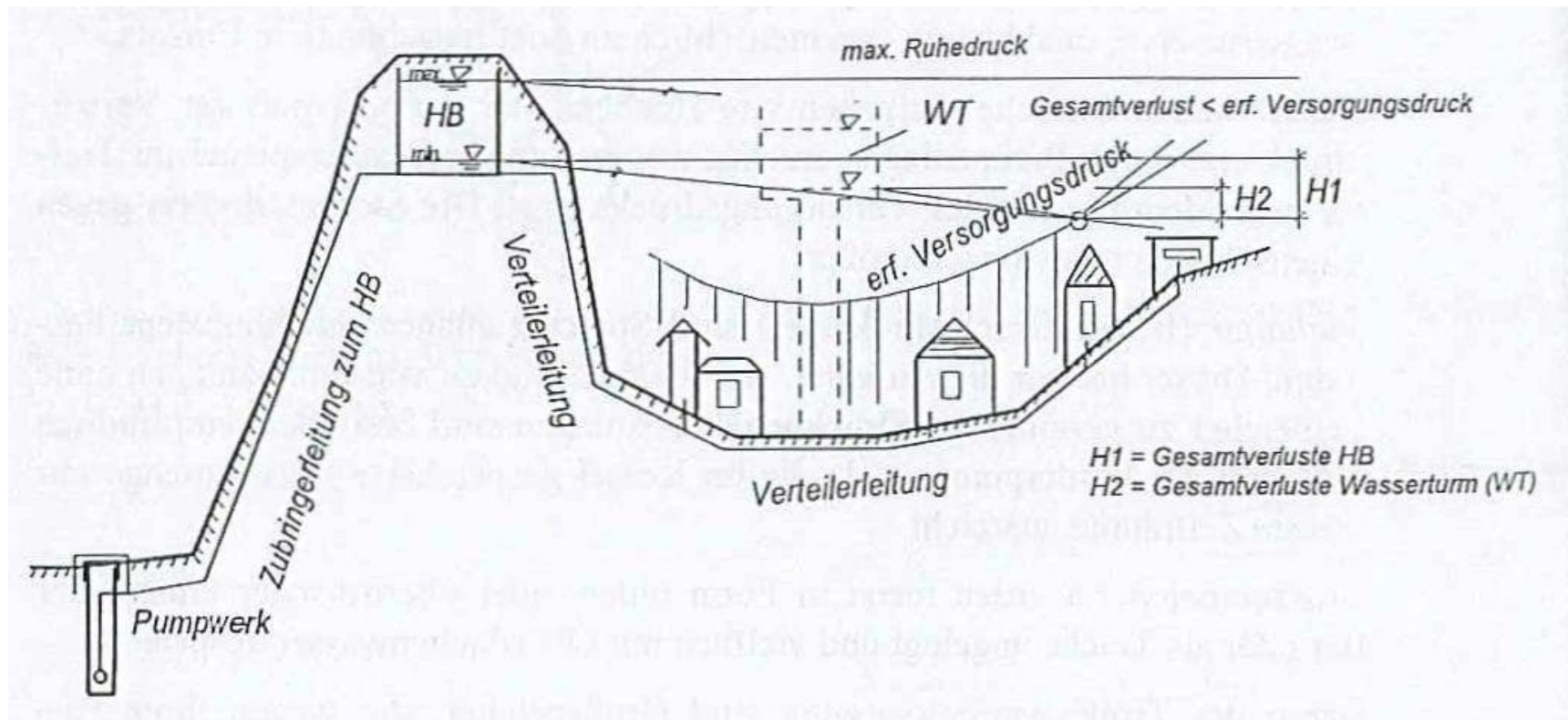
- ③ Anforderungen an die Wasserspeicherung
- ③ Möglichkeiten der Speicherung/Bauformen
- ③ Funktion und Situierung
- ③ Dimensionierung
- ③ Baugrundsätze
- ③ Materialien
- ③ Ausrüstung
- ③ Typische Mängel
- ③ Beispiele Sanierung

Anforderungen an Wasserspeicher

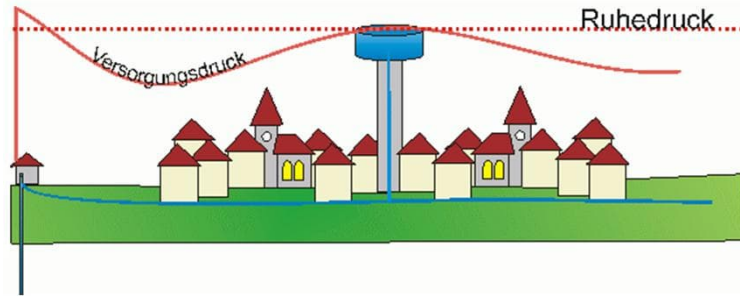
- ③ Ausgleich von Verbrauchsschwankungen
- ③ Vergleichmäßigung des Versorgungsdrucks
- ③ Speichervorrat bei Ausfall der Gewinnungsanlagen oder Pumpenausfall, Stromausfall
- ③ Löschwasservorrat
- ③ Steuerung der Brunnenpumpen
- ③ Vergleichmäßigung des Netzpumpenbetriebs
- ③ Misch- und Absetzbecken

Funktion und Situierung

Druckausgleich

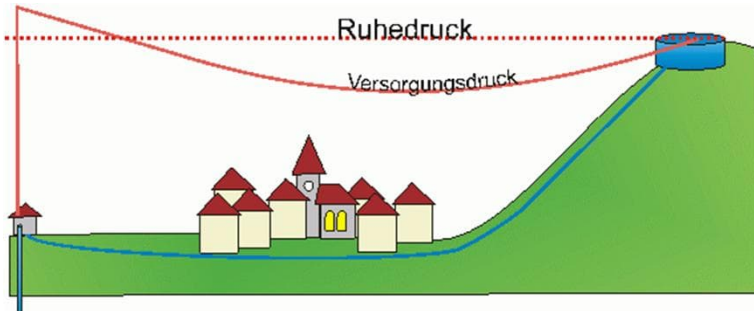


Funktion und Situierung

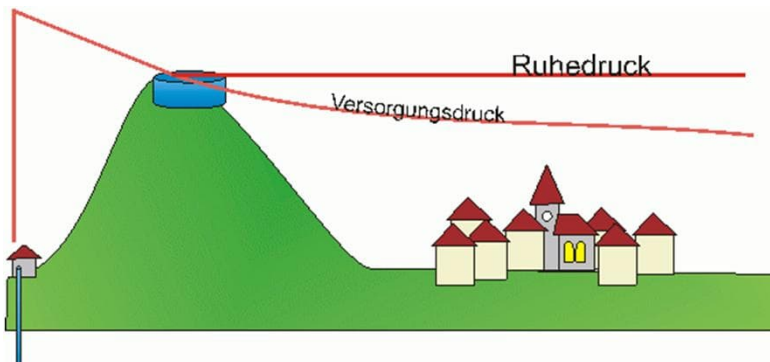


Zentralbehälter

als Durchlauf- oder
Gegenbehälter



Gegenbehälter



Durchlaufbehälter

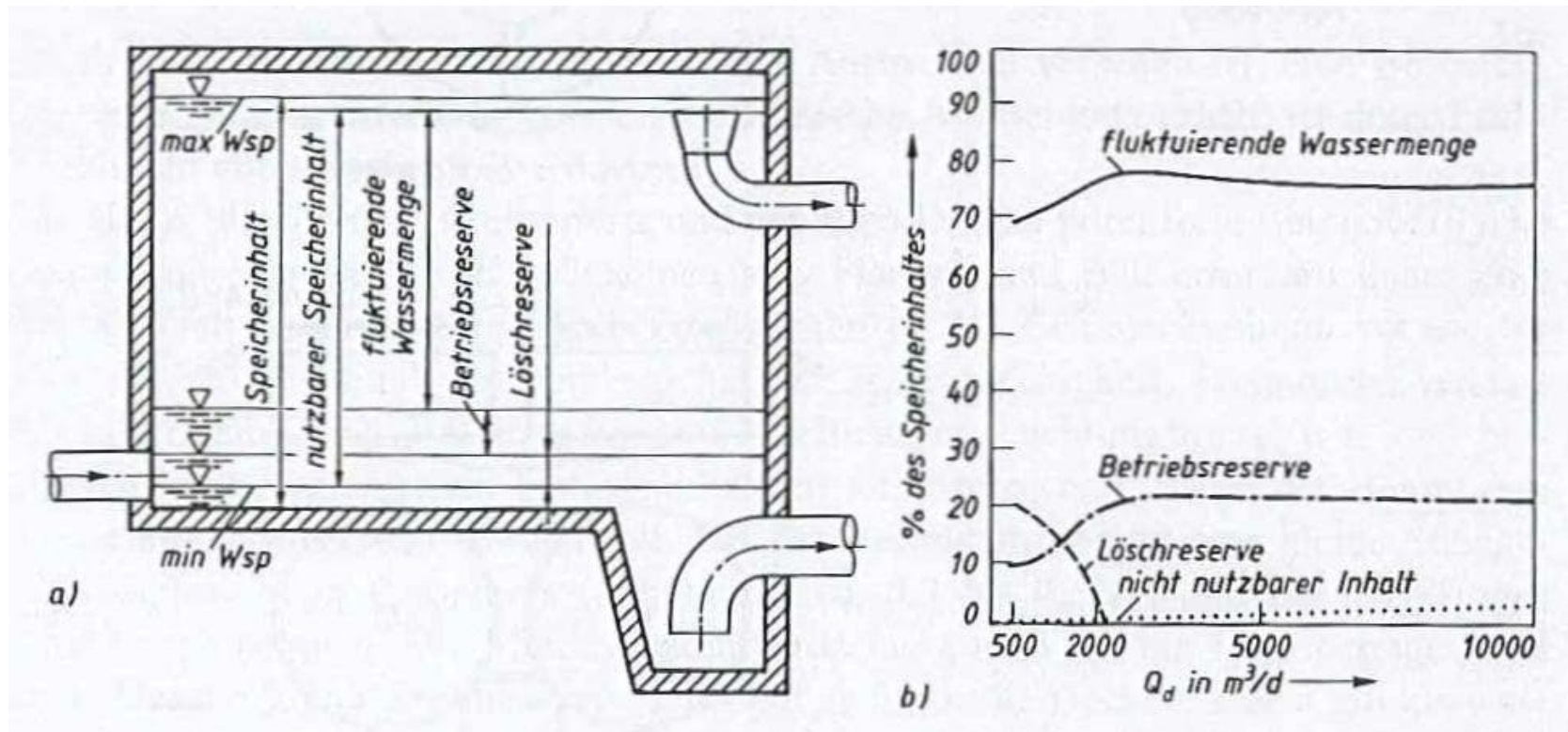
Dimensionierung

☉ Speicherinhalt:

- ☉ fluktuierende Wassermenge
- ☉ Betriebsreserve
- ☉ Löschwasserreserve
- ☉ nicht nutzbarer Behälterinhalt

☉ Nutzinhalt :

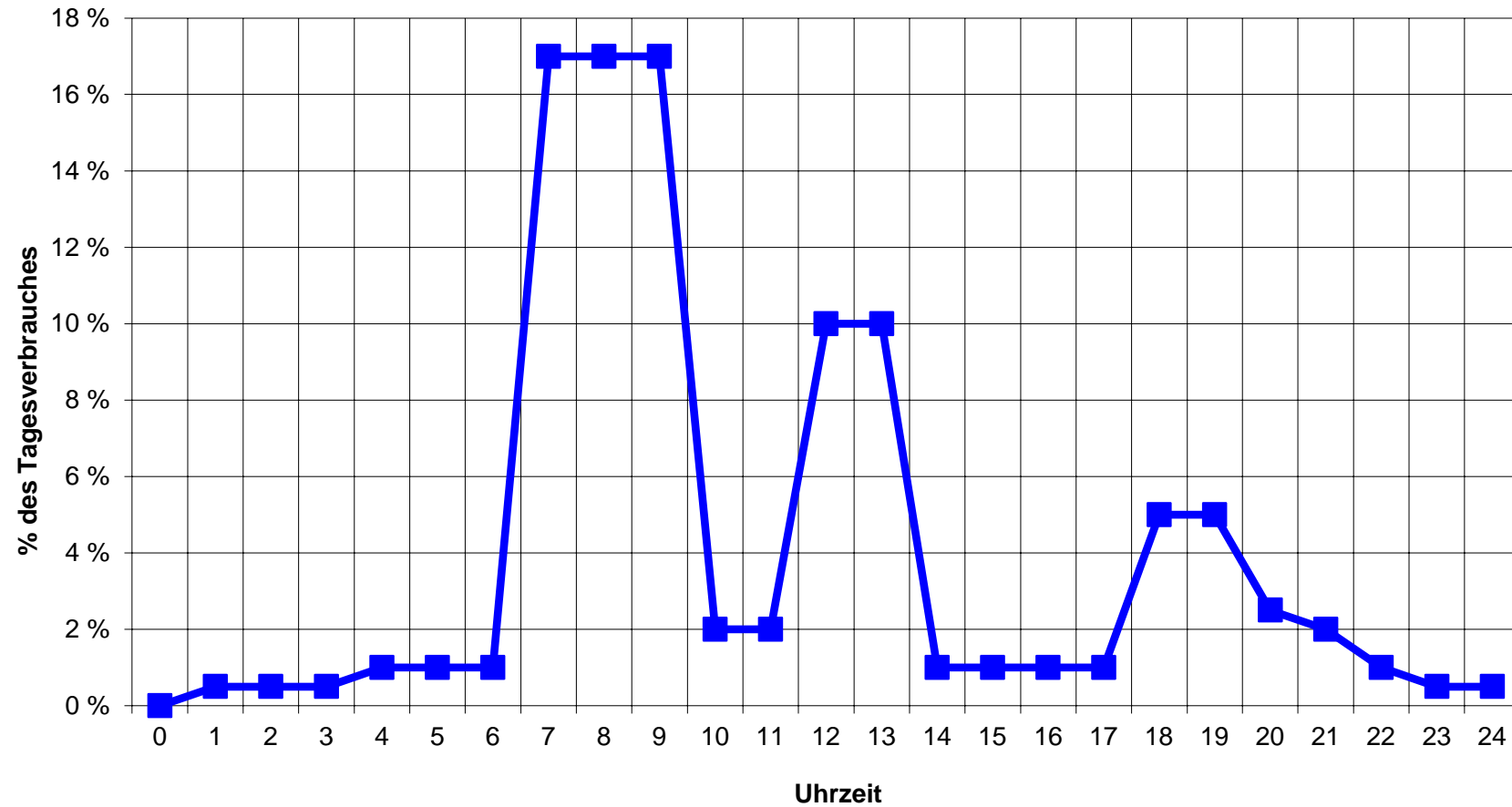
das zur Versorgung zur Verfügung stehende Behältervolumen ohne die Löschwasserreserve.



Dimensionierung

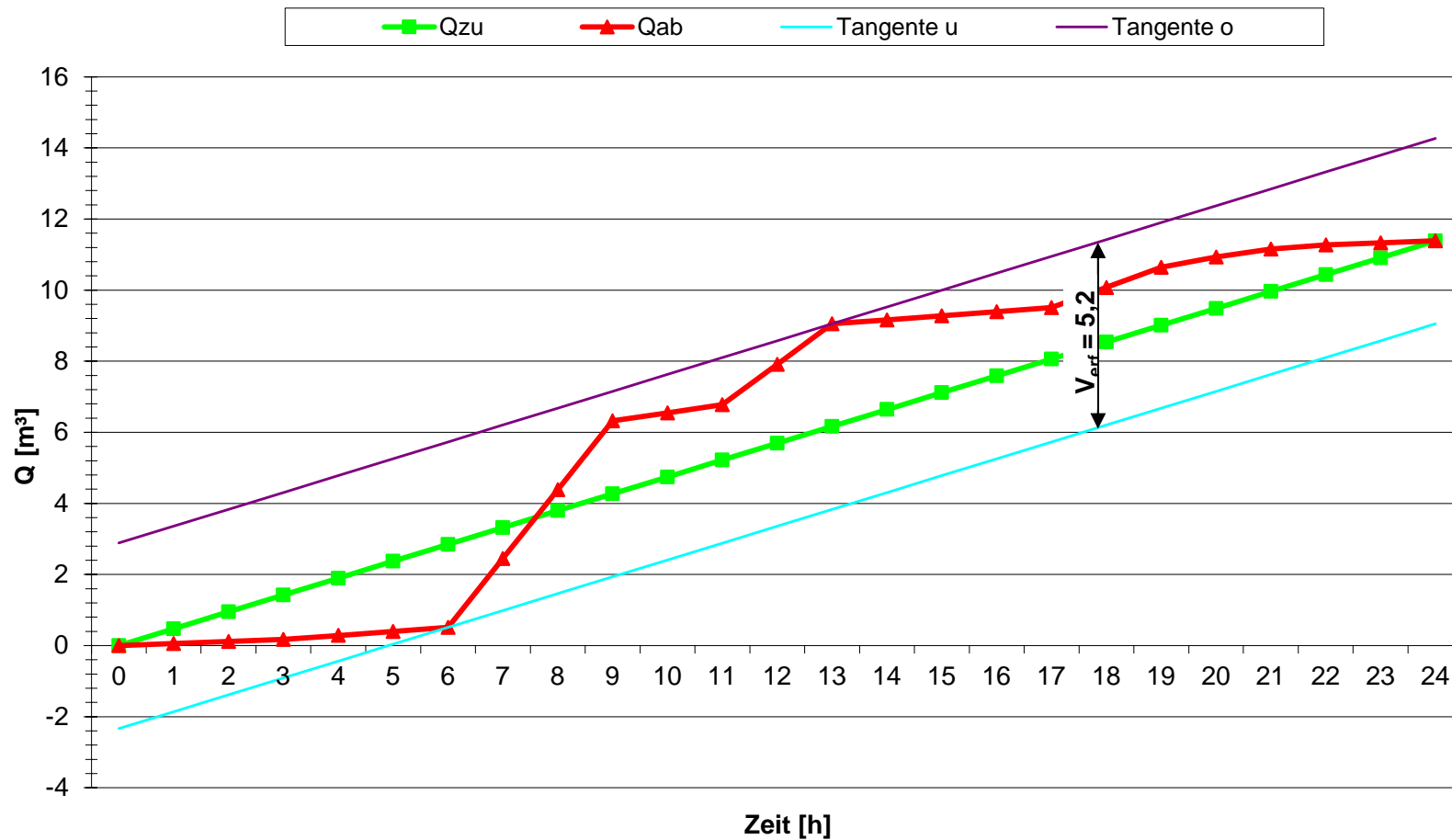
Ausgleich von Verbrauchsschwankungen

Verbrauchscharakteristik



Dimensionierung

Ausgleich von Verbrauchsschwankungen



Bauformen

- ③ min. 2 Wasserkammer wegen Reinigung oder Instandsetzung
- ③ Grundrissform richtet sich nach Gelände, Statik, Baupraxis, Wirtschaftlichkeit, Durchströmung, Betriebserfordernissen
- ③ Rechteckform:
 - ③ baulich/betrieblich einfach (eben Flächen)
 - ③ Wasseraustausch: Seitenverhältnis 2:1 bis 3:1
 - ③ gut an steiles Gelände anzupassen
 - ③ große Wasserkammern problematisch (Statik, Stagnationszonen in den Ecken)

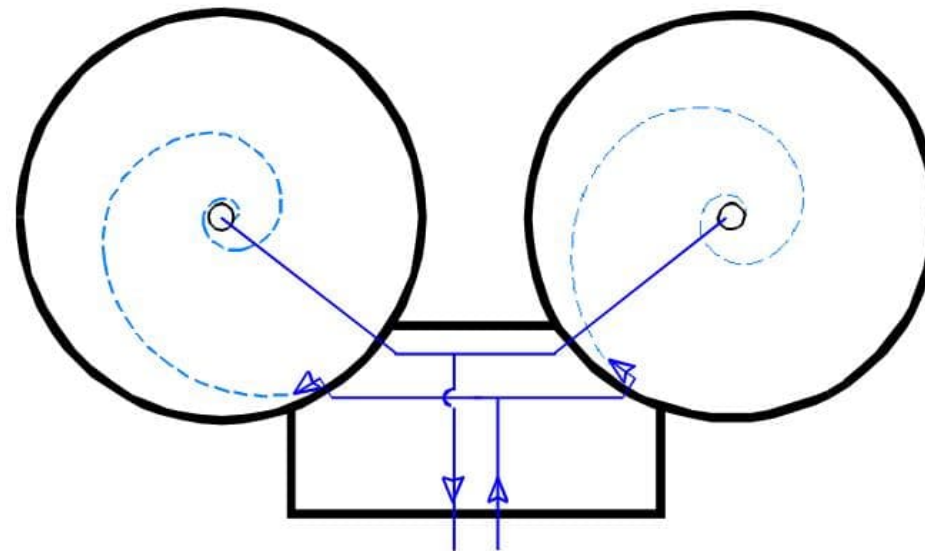
Bauformen

- ☞ Kreisform:
 - ☞ statisch günstig
 - ☞ auch große Behälter wirtschaftlich
 - ☞ keine Stagnationszonen
- ☞ Wassertiefe je nach Behältergröße 2,5 bis 8m

Nutzhalt m ³	Wassertiefe m
bis 500	von 2,5 bis 3,5
über 500 bis 2 000	von 3,0 bis 5,0
über 2 000 bis 5 000	von 4,5 bis 6,0
über 5 000	von 5,0 bis 8,0

Durchströmung

- ☉ Zu- und Ablauf mögl. weit voneinander entfernt
- ☉ mögl. großer Energieeintrag durch den Zulauf
- ☉ Zulauf über Wasser: Sauerstoffeintrag erwünscht?
- ☉ Zulauf unter Wasser: Düse $v = 0,6$ bis $1,0$ m/s
- ☉ Rundbehälter: Entnahmeturbine in der Mitte



Isolierung

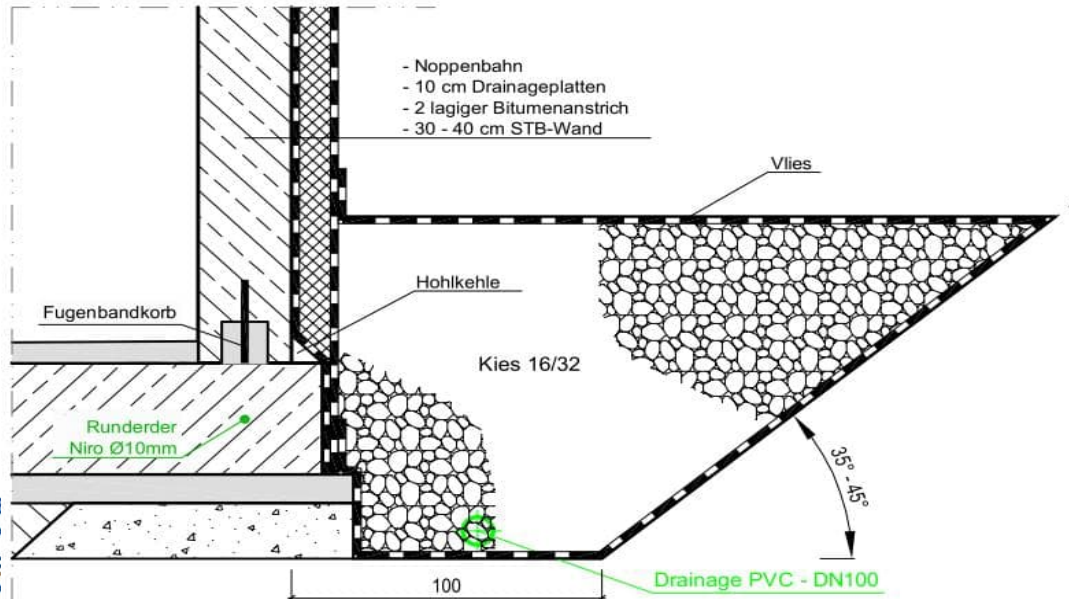
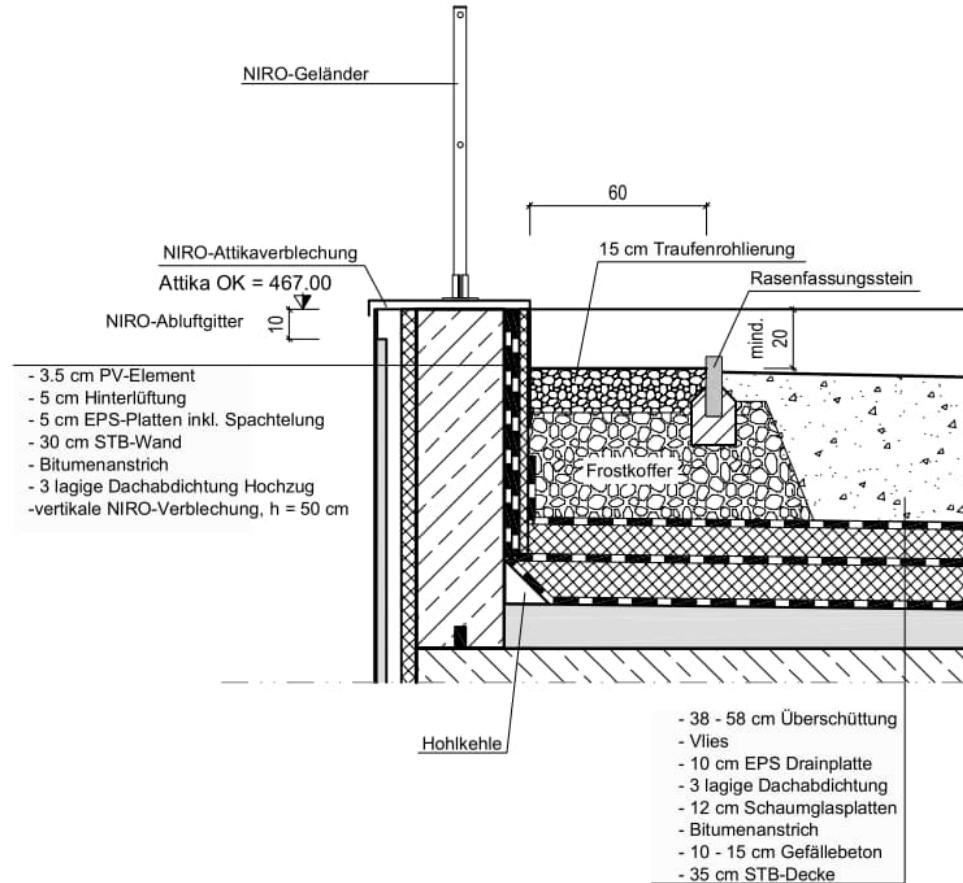
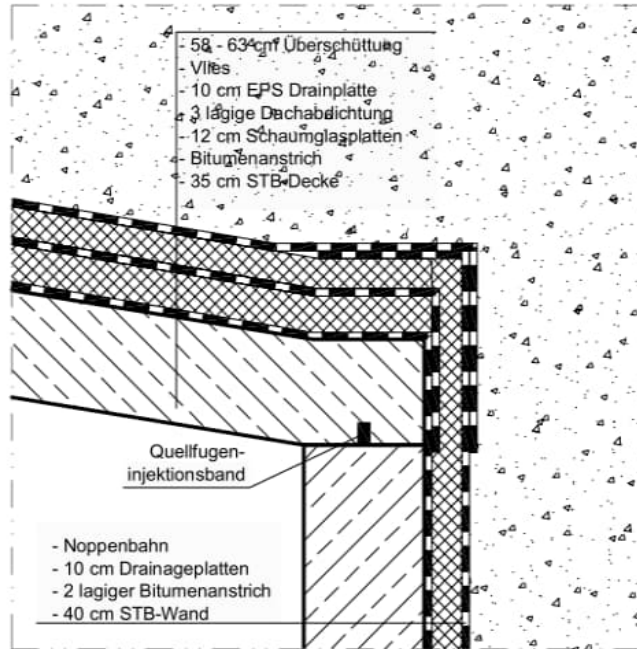
☉ Wärmeschutz

- ☉ wichtig wegen Kondenswasserbildung an der Decke, Schimmelbildung in der Schieberkammer
- ☉ besser technische Dämmung als große Überschüttung
- ☉ Materialien: XPS und Foamglas im Erdbereich, EPS, Steinwolle, etc. an der Fassade

☉ Feuchtigkeitsisolierung:

- ☉ Wände: 2-lagiger Bitumenanstrich
- ☉ Dach: 3-lagige Dachbahnen, wurzelsicher
- ☉ auf gute Entwässerung achten (Drainplatten, Ringdrainage)

Isolierung






Be- und Entlüftung






- ③ „Kamineffekt“ nur bei großem Höhenunterschied zwischen Zu- und Abluftöffnung
- ③ Luftaustausch durch Wasserspiegeländerung (atmen) oft zu gering. Besser Zwangslüftung.
- ③ warme Luft = feuchte Luft, daher auf Wassertemperatur bringen (Luftführung durch Wasser, z.B. Überlaufleitung)
- ③ Schieberkammer: besser keine Durchlüftung, sonst Entfeuchtung vorsehen
- ③ Kondenswasserbildung an der Decke ist meist Wärme-schutzproblem oder Kombination aus zu feuchter Luft und zu kalter Decke
- ③ Luftfilter zum Schutz gegen Staubeintrag

Oberflächen

Verfliesung

-  Vorteile: saubere Optik, gut zu Reinigen
-  Nachteile: nicht verträglich mit HD-Reinigern, erforderliche Dickbettverlegung ist teuer bzw. handwerklich nicht gängig >> Qualitätsprobleme
-  Empfehlung: nur Schieberkammer und eventuell Wasserkammerboden verfliesen

PE-HD – Platten

-  in Schalung einlegen ist sehr aufwändig
-  Kosten vergleichbar mit Verfliesung
-  Sparpotenzial bei der Betonqualität
-  Ablagerungen bei eisen-/manganhaltigem Wasser
-  Empfehlung: Nur für die Sanierung

Oberflächen





- ③ Beschichtung der WK
 - ③ GFK: feuchteempfindlich: Abplatzungen, Blasen
 - ③ Mineralisch: gut Trinkwasserverträglich, bei guter Betonqualität jedoch nicht erforderlich. Vorsicht bei Schalölrückständen
- ③ Auskleidung mit Edelstahl
 - ③ sehr teuer
 - ③ Rückseite der Schweißnaht nicht mehr zugänglich, kann zu Problem werden.
- ③ Empfehlung: schalreinen Beton belassen oder Schalungsvlies (Zemdrain) verwenden

Oberflächen







Bauweisen

Ortbeton

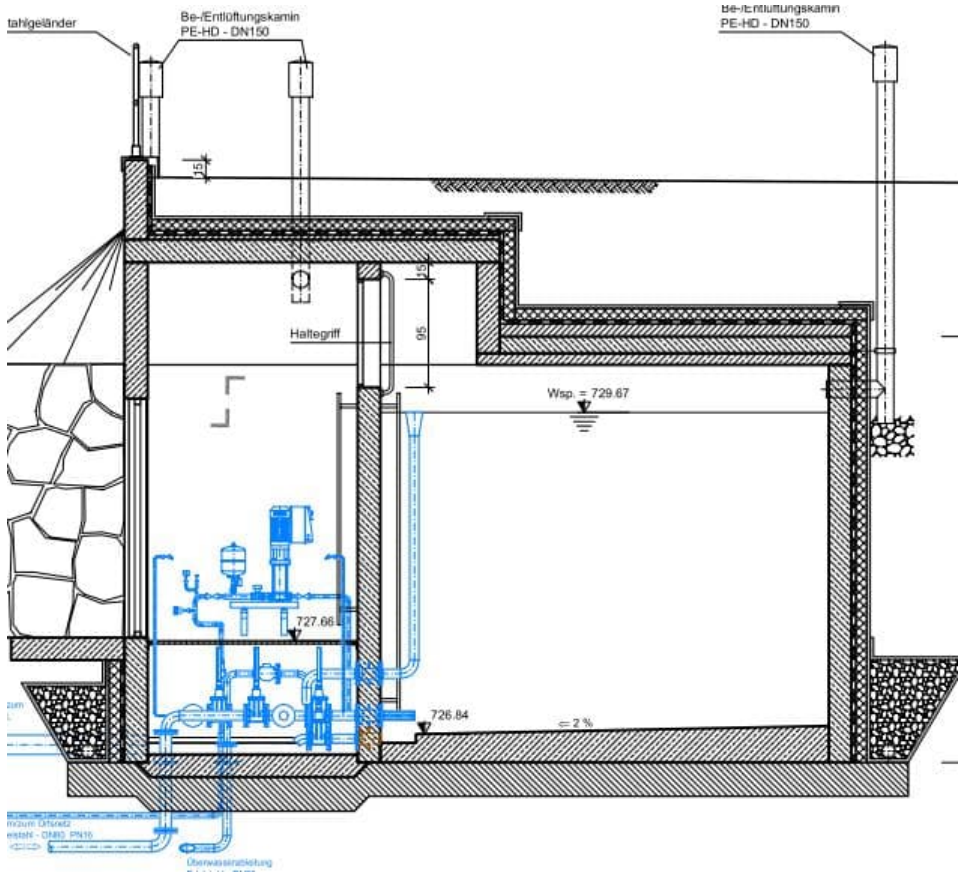
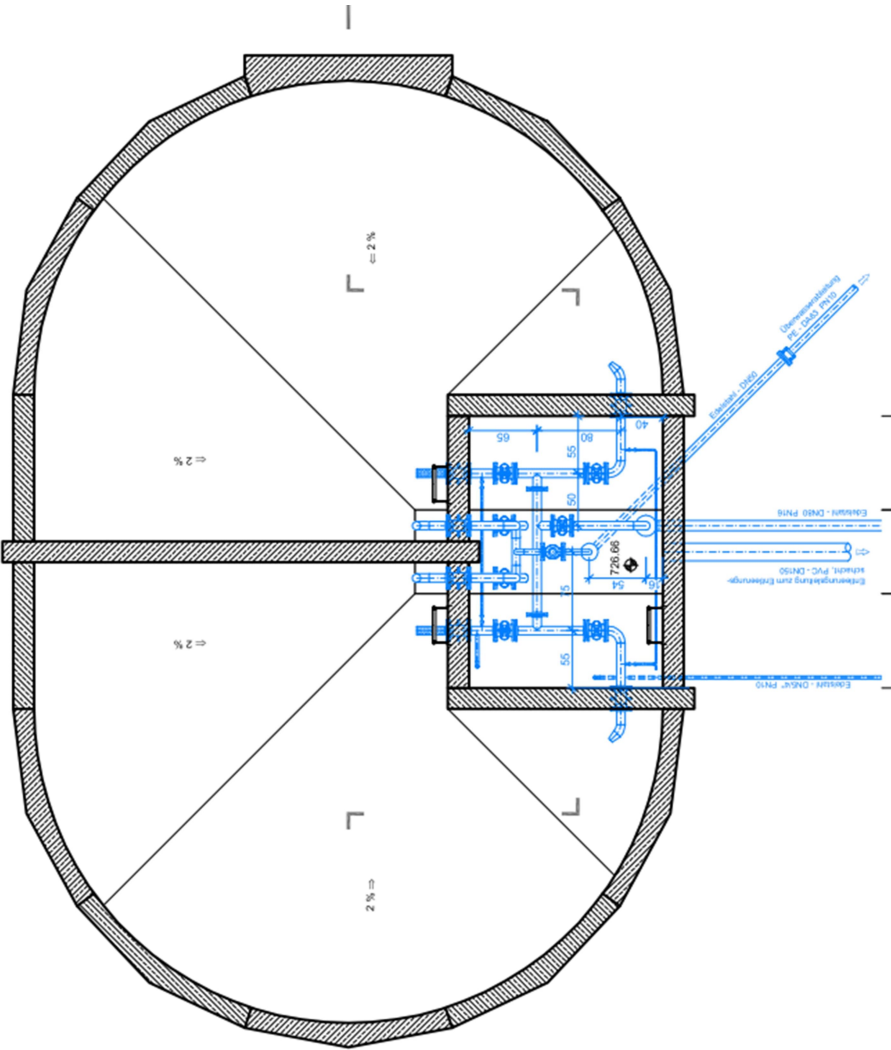
-  häufigste Bauweise, erprobt, flexibel
-  Wirtschaftlichkeit abhängig von Form, Größe und Standortbedingungen
-  braucht Zeit (Erhärtung, Austrocknung)
-  gute Ausführung, sonst Dichtheitsprobleme

Betonfertigteile

-  rasche Bauweise
-  gleichbleibende Qualität
-  Größe und Form eingeschränkt
-  Transport ?

Bauweisen

Hochbehälter aus Beton-Fertigteilen



Bauweisen

- ③ Kunststoff (PE-HD, GFK)
 - ③ rasche Bauweise
 - ③ gleichbleibende Qualität
 - ③ Größe und Form eingeschränkt
 - ③ Transport ?



Bauweisen

- ③ Edelstahl
 - ③ Kleinbehälter als Fertigsysteme
 - ③ Großbehälter vor Ort geschweißt
 - ③ rasche Bauweise
 - ③ kein Kondenswasserproblem
 - ③ Dichtheitskontrolle
 - ③ Reinigung automatisiert
 - ③ Wirtschaftlichkeit abhängig von Form, Größe und Standortbedingungen

Bauweisen

Kleinbehälter aus Edelstahl



Bauweisen

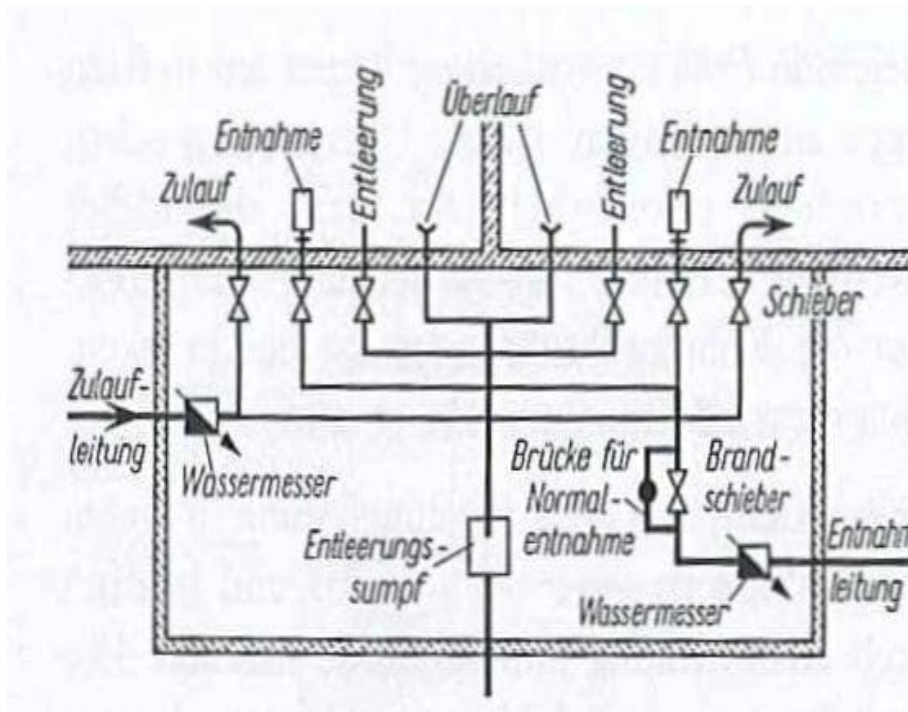
Großbehälter aus Edelstahl



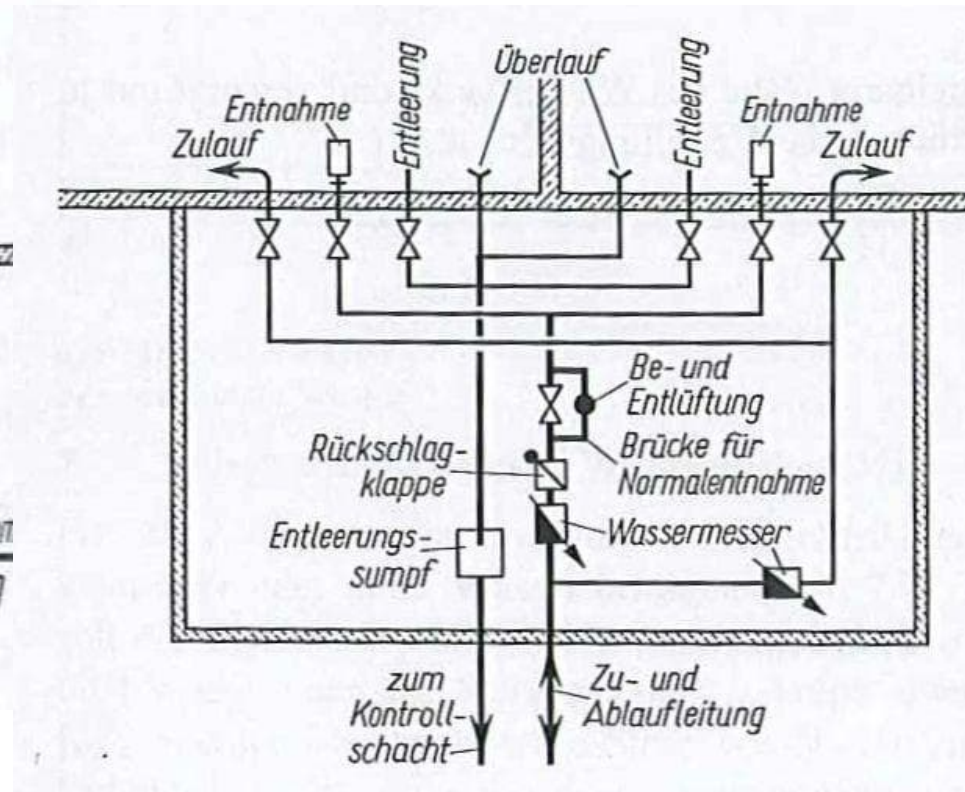
Ausrüstung

- ☉ Zulaufleitung
- ☉ Entnahmeleitung

- ☉ Entleerungsleitung
- ☉ Überlaufleitung



Rohrschema Durchlaufbehälter



Rohrschema Gegenbehälter

Ausrüstung

☰ Materialien Einbauteile

- ☰ Türen, Lüftungsgitter, Geländer etc. aus Edelstahl, Stahl verzinkt
- ☰ Rohre aus Edelstahl, Kunststoff (PEHD), Guss

☰ Mess-, Steuer- und Regeltechnik

☰ Wasserzähler:

- ☰ wenn relevant für Wasserbilanz (Systemeinspeisung)
- ☰ für Nachtverbrauchsmessungen, Stufentest
- ☰ Woltmannzähler WP , besser Verbundzähler
- ☰ IDM

☰ Wasserstandsmessung

- ☰ in jeder Kammer
- ☰ umschaltbar wegen Reinigung

☰ Alarmierung

- ☰ Störungen/Gebrechen
- ☰ Objektschutz

In eigener Sache.....



Eine Initiative von Blue Networks und Mach & Partner, zwei steirischen Ingenieur-Büros für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft mit dem Ziel, das Bewusstsein für das Gut „Wasser“ entscheidend zu verbessern.

www.sos-wasser.at
info@sos-wasser.at



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!