



lebensministerium.at

# Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen in Österreich



# **Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen in Österreich**

Wien, 2009



[lebensministerium.at](http://lebensministerium.at)

## **Erstellt von der Arbeitsgruppe Quellbeobachtung des Hydrographischen Dienstes in Österreich**

<b>Klaus Kaiser</b>	Amt der Oberösterreichischen Landesregierung – Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Oberflächenwasserwirtschaft/ Schutzwasserwirtschaft und Hydrographie
<b>Hans Wiesenegger</b>	Amt der Salzburger Landesregierung – Fachabteilung 6/6 Wasserwirtschaft, Referat 6/64 Hydrographischer Dienst
<b>Harald Huemer</b>	Amt der Salzburger Landesregierung – Fachabteilung 6/6 Wasserwirtschaft, Referat 6/64 Hydrographischer Dienst
<b>Gunther Suette</b>	Amt der Steiermärkischen Landesregierung – Fachabteilung 19A, Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft, Referat Hydrographie
<b>Barbara Stromberger</b>	Amt der Steiermärkischen Landesregierung – Fachabteilung 19A, Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft, Referat Hydrographie
<b>Gerald Mair</b>	Amt der Tiroler Landesregierung – Gruppe Bau und Technik, Abteilung Wasserwirtschaft, Sachgebiet Hydrographie und Hydrologie
<b>Jutta Eybl</b>	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3 – Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro
<b>Heinrich Pavlik</b>	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3 – Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro
<b>Robert Kirnbauer</b>	TU Wien – Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie
<b>Hermann Stadler</b>	Joanneum Research – Institut für WasserRessourcenManagement – Hydrogeologie und Geophysik
<b>Gerhard Völkl</b>	MR i. R. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3 – Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro

### **IMPRESSUM**

**Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft**  
**Abt. VII 3 Wasserhaushalt (Leitung: MR Dipl.-Ing. R. Godina)**  
**A-1030 Wien, Marxergasse 2**  
Redaktion: DI. Jutta Eybl  
Fachbeirat: Arbeitsgruppe Quellbeobachtung des HD in Österreich  
Technische Mitarbeit: ADir. Ing. J. Wurth  
Redaktionsanschrift: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft  
Abt. VII 3 Wasserhaushalt, A-1030 WIEN, Marxergasse 2  
Tel: ++43 1 71100 6942 Fax: ++43 1 71100 6851  
E-mail: [Wasserhaushalt@lebensministerium.at](mailto:Wasserhaushalt@lebensministerium.at)  
Foto Titelblatt: HD Steiermark – Preunegger Siebenquellen 2005

Hergestellt im BMLFUW

Gedruckt auf umweltschonend hergestelltem Papier mit Pflanzenöl-Druckfarben.

©BMLFUW, Wien, 2009 - Alle Rechte vorbehalten



# Inhaltsverzeichnis

<b>VERWENDETE ABKÜRZUNGEN UND BEZEICHNUNGEN .....</b>	<b>3</b>
<b>1. GRUNDLAGEN .....</b>	<b>6</b>
1.1 AUFGABENSTELLUNG .....	6
1.2 ZIEL .....	7
<b>2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN.....</b>	<b>8</b>
<b>3. AUFTRETEN VON GRUNDWASSER UND QUELLTYPEN.....</b>	<b>11</b>
3.1 AUFTRETEN VON GRUNDWASSER .....	11
3.2 QUELLTYPEN .....	12
3.2.1 Unterscheidung nach dem Aquifer .....	12
3.2.2 Unterscheidung nach Ausbauzustand.....	13
<b>4. PARAMETER.....</b>	<b>14</b>
4.1 QUELLSCHÜTTUNG .....	14
4.2 WASSERTEMPERATUR .....	14
4.3 ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT .....	15
4.4 TRÜBUNG.....	15
<b>5. MESSNETZKONZEPTION .....</b>	<b>15</b>
5.1 REGIONALE ANFORDERUNGEN .....	16
5.2 HYDROLOGISCHE ANFORDERUNGEN.....	16
5.3 HYDROGEOLOGISCHE ANFORDERUNGEN .....	16
5.4 MESSNETZHIERARCHIE .....	16
5.4.1 Messstellen des Basismessnetzes .....	17
5.4.2 Messstellen von Sondermessnetzen .....	18
5.4.3 Quellmessstellen der Länder.....	18
<b>6. KRITERIEN ZUR AUSWAHL VON MESSSTELLEN.....</b>	<b>18</b>
<b>7. ERRICHTUNG VON QUELLMESSSTELLEN.....</b>	<b>20</b>
7.1 VORARBEITEN .....	20
7.2 MESSSTELLENKONZEPTION .....	21
7.2.1 Wasserstandsmessung .....	22
7.2.2 Geschwindigkeitsmessung .....	25
7.2.3 Direkte Mengenmessung.....	31
7.2.4 Schaffung definierter Fließbedingungen – Messwehre und –gerinne.....	32

7.2.5 Wassertemperaturmessung.....	34
7.2.6 Leitfähigkeitsmessung.....	35
7.2.7 Trübungsmessung.....	36
7.2.8 Datensammler.....	38
7.2.9 Fernübertragungseinheiten.....	41
7.2.10 Energieversorgung.....	41
7.2.11 Blitz- und Überspannungsschutz.....	45
7.2.12 Anforderungen an die Messtechnik.....	46
7.3 PLANUNG UND ERRICHTUNG VON MESSSTELLEN.....	50
7.3.1 Formen von Quellmessstellen.....	52
7.3.2 Wahl der Sensorik.....	54
7.3.3 Einbau der Sensorik.....	55
7.4 SICHERHEITSMABNAHMEN.....	58
<b>8. STAMMDATEN.....</b>	<b>59</b>
8.1 BESTIMMUNG VON LAGE UND HÖHE.....	59
8.2 STAMMDATENHALTUNG IM HYDROGRAPHISCHEN-DATEN-MANAGEMENT-SYSTEM (HYDAMS).....	60
<b>9. BEOBACHTUNG.....</b>	<b>61</b>
9.1 DATENERFASSUNG.....	61
9.1.1 Aufzeichnungsintervalle.....	61
9.1.2 Aufzeichnungsformat (Anzahl Nachkommastellen).....	61
9.1.3 Datenauslesen.....	62
9.2 DURCHFLUSSMESSUNGEN – SCHLÜSSELKURVENERSTELLUNG.....	62
9.3 BEOBACHTER.....	66
9.4 KONTROLLMESSUNGEN.....	66
<b>10. WARTUNG.....</b>	<b>67</b>
<b>11. QUALITÄTSSICHERUNG.....</b>	<b>68</b>
<b>12. VERWENDETE LITERATUR.....</b>	<b>71</b>
<b>13. ZITIERTER UND ZU BERÜCKSICHTIGENDE NORMEN UND GESETZE.....</b>	<b>72</b>

**ANHANG 1 – MESSWEHRE UND VENTURIGERINNE, KALIBRIERFORMULARE**

**ANHANG 2 – BEISPIELE**

**ANHANG 3 – ANLEITUNG ZU STAMMDATENHALTUNG, DATENIMPORT, EINGABE VON KONTROLLWERTEN UND PEGELSCHLÜSSELERSTELLUNG IN HYDAMS**

## Verwendete Abkürzungen und Bezeichnungen

Abs	Absatz
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
A-D	Analog-Digital
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BSL	Best Straight Line
bzw.	beziehungsweise
DIN	Deutsche Industrienorm
EN	Europäische Norm
etc.	et cetera
FS	Full Scale
GSM	Global System for Mobile Communications
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GZÜV	Gewässerzustandsüberwachungsverordnung
HyDaMS	Hydrographisches-Datenmanagement-System
ISO	International Organization for Standardization
LSB	Last Significant Bit
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
mind.	mindestens
NIROSTA	Synonym für nicht rostenden Stahl
NTC	Negative Temperature Coefficient
ÖK25V	Österreichkarte Maßstab 1:25 000
ÖK50	Österreichkarte Maßstab 1:50 000
ÖNORM	Österreichische Norm
ÖVE	Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Pt100	Platinwiderstandselement mit 100 $\Omega$ Nennwiderstand bei 0 °C
Pt1000	Platinwiderstandselement mit 1000 $\Omega$ Nennwiderstand bei 0 °C
PTC	Positive Temperature Coefficient
PTFE	Polytetrafluorethylen
QMS	Qualitätsmanagement-System
RAM	Rechargeable Alkali Mangan
SDI 12	Serial Data Interface at 1200 Baud
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UV	Ultraviolett
WRG	Wasserrechtsgesetz
WKEV	Wasserkreislaufferhebungsverordnung
z.B.	zum Beispiel
A <sub>E</sub>	Einzugsgebietsfläche

C	elektrische Kapazität
G	elektrischer Leitwert
I	Stromstärke
Q	Quellschüttung, Durchfluss, Ladungsmenge
Q <sub>max</sub>	größte Quellschüttung
Q <sub>min</sub>	kleinste Quellschüttung
R	elektrischer Widerstand
U	Spannung
W	Wasserstand
Z <sub>F</sub>	spezifische Schallimpedanz
γ	elektrische Leitfähigkeit
ρ	spezifischer elektrischer Widerstand

bit	binary digit
cm	Zentimeter
FNU	Formacin Nephelometric Units
°	Grad (Winkelmaß)
°C	Grad Celcius
g/m <sup>2</sup>	Gramm pro Quadratmeter
h	Stunden
ha	Hektar
K	Kelvin
km <sup>2</sup>	Quadratkilometer
l/s	Liter pro Sekunde
m	Meter
mm	Millimeter
mm <sup>2</sup> Cu	Quadratmillimeter Kupfer
m/s	Meter pro Sekunde
m <sup>3</sup> /s	Kubikmeter pro Sekunde
mg/l	Milligramm pro Liter
nm	Nanometer
Ns/m <sup>3</sup>	Newtonsekunden pro Kubikmeter
TEF	Trübungseinheiten Formacin
μS/cm	Mikrosiemens pro Zentimeter
μm	Mikrometer
Ω	Ohm
Ωm	Ohmmeter
%	Prozent

## Vorwort

Quellen sind definitionsgemäß Austrittstellen unterirdischen Wassers an die Erdoberfläche und damit Ursprung oberirdischer Gewässer. Ihre Einzugsgebiete sind zunächst unbekannt und in der Regel nicht durch orographische Linien abgrenzbar. Die unterirdische Passage des Wassers vom Niederschlag zum Oberflächenabfluss ist der direkten Beobachtung entzogen und somit jener Abschnitt des natürlichen Wasserkreislaufs, über den am wenigsten bekannt ist. Die Beobachtungen an Quellen sollen Aufschluss über diesen Bereich bringen. Die Charakteristik einer Quelle kommt am besten in den Ganglinien verschiedener Parameter zum Ausdruck. Deren zeitlicher Verlauf enthält Informationen über das oberirdische Einzugsgebiet einschließlich der klimatologischen Bedingungen und die unterirdischen Wasserwege und Speicherräume.

Innerhalb des natürlichen Wasserkreislaufs zeichnen sich Quellen durch große Typenvielfalt und unterschiedlichste Ganglinien einzelner Parameter aus. Dies stellt sowohl bei der Auswahl und beim Bau von Messstellen als auch bei der Bearbeitung und Interpretation der Daten eine besondere Herausforderung dar. Kreativität, technisches Geschick, Erfahrung in allen Teilbereichen der Hydrographie und Liebe zur Natur sind bei der Beschäftigung mit Quellen gefragt und das macht diese Arbeit so spannend.

Laut § 59c Abs 3 Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG 1959) hat sich die Erhebung des Wasserkreislaufs auch auf Quellen zu beziehen. Die Wasserkreislaufferhebungsverordnung (WKEV) enthält hierzu nähere Bestimmungen bezüglich Art, Umfang und örtlichen Bereich der durchzuführenden Beobachtungen und Messungen. Diese Richtlinie ist eine über die Wasserkreislaufferhebungsverordnung (WKEV) hinausgehende fachliche Konkretisierung für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen.

Bei Messungen an Quellmessstellen sind die geltenden allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen einzuhalten.

Die vorliegende Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen gilt für den Hydrographischen Dienst in Österreich. Allen anderen hydrographisch tätigen Institutionen, die gewässerkundliche Einrichtungen betreiben und auf Grund § 59i Abs 3 WRG 1959 zur Mitteilung der Daten verpflichtet sind, wird empfohlen, diese Richtlinie zu beachten.

Die Vervielfältigung und Wiedergabe dieser Richtlinie unter Einhaltung der gängigen Zitierregeln ist ausdrücklich erlaubt.

# 1. Grundlagen

## 1.1 Aufgabenstellung

Generell werden die Ergebnisse von Quellmessungen zur Beantwortung von gewässerkundlichen Fragestellungen herangezogen. Die an Quellen erhobenen Daten geben Aufschluss über Größe und Art des Einzugsgebiets, die Drainage und Speicherung im Untergrund und über die Reaktion der Quellen auf Niederschlags- und Schneeschmelzereignisse. Die Kenntnis von spezifischen Parametern, wie z.B. Schüttung, elektrische Leitfähigkeit, Wassertemperatur, Trübung in ihrem mehr oder weniger ausgeprägten jahreszeitlich schwankenden Verhalten ist Voraussetzung für die Einschätzung der Verhältnisse im hydrographischen Einzugsgebiet und im Aquifer.

Die Erfassung der oben angeführten Parameter ist Voraussetzung für nahezu jede hydrologische Arbeit und deren Umsetzung in die wasserwirtschaftliche Praxis. Es ist aber auch ein möglichst umfangreiches Wissen über die naturräumlichen Gegebenheiten im Einzugsgebiet notwendig, um diese Daten richtig interpretieren zu können.

Daten einer langjährigen Beobachtung sind Grundlage und Voraussetzung für

- die näherungsweise Bestimmung der Wasserressourcen,
- Betrachtungen des Zustands von Grundwasserkörpern oder Gruppen von Grundwasserkörpern,
- detaillierte statistische Auswertungen, die Auskunft geben über das natürliche Dargebot in räumlicher und zeitlicher Verteilung, über Veränderungen von Ergiebigkeiten und Spenden infolge anthropogener und klimatischer Einflüsse,
- Aussagen im Rahmen von Beweissicherungen,
- Wasserhaushaltsuntersuchungen und wasserwirtschaftliche Planungen, wie z.B. wasserwirtschaftliche Bilanzierungen, Rahmen- und Bewirtschaftungsplanungen,
- die Bemessung von Anlagen für wasserwirtschaftliche Zwecke, z.B. Wasserversorgungsanlagen,
- hydrologische und hydrogeologische Untersuchungen und
- allgemeine Informationen für die Öffentlichkeit.

Die Erstellung von Wasserbilanzen im hydrographischen Sinn ist für einzelne Quellen nur näherungsweise möglich, da die Fläche des Einzugsgebietes meist nicht exakt festgelegt werden kann.

In Verbindung mit anderen hydro- und meteorologischen Daten (z.B. Niederschlag, Verdunstung, Schneedecke), wenn möglich von Messstellen im Einzugsgebiet der jeweiligen Quelle, können die Zeitreihen verschiedener an der Quelle gemessener Parameter weitergehend interpretiert werden.

Aufgrund der genannten Anforderungen ist eine Quellmessstelle in der Wasserkreislaufferhebungsverordnung (WKEV) als ortsfeste Messeinrichtung zur kontinuierlichen Erfassung der maßgeblichen Parameter Schüttung, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und in ausgewählten Fällen auch Trübung definiert.

## **1.2 Ziel**

Ziel dieser technischen Richtlinie ist es, die Beobachtungen und Messungen an Quellmessstellen in Österreich in vergleichbarer und nachvollziehbarer Qualität durchzuführen. Damit die Messergebnisse den Genauigkeitsanforderungen des Hydrographischen Dienstes genügen und die Vergleichbarkeit der Daten auch über die Bundesländergrenzen hinweg sicher gestellt ist, regelt diese Richtlinie, wie Messstellen an Quellen zu errichten, auszustatten, zu betreiben, zu warten und wie die Beobachtungen und Messungen durchzuführen sind.

Eine verantwortungsbewusste Erfüllung der hydrologischen Arbeit setzt voraus, dass die an einer Quellmessstelle zu erfassenden Daten entsprechend den in dieser Richtlinie enthaltenen Regelungen mit großer Sorgfalt und Genauigkeit gewonnen werden. Das Quellmessstellennetz und sein Datenbestand sind von erheblichem volkswirtschaftlichem Wert.

Diese Richtlinie ist eine über die Wasserkreislaufferhebungsverordnung (WKEV) hinausgehende fachliche Konkretisierung für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen und regelt

- die Kriterien für die Messstellenerrichtung,
- die Messstellenerrichtung selbst,
- die zu messenden Parameter,
- die Methoden und Verfahren für die Messungen,

- die Frequenz der Messungen,
- die Stammdatenhaltung,
- die Wartung von Messstellen und Messgeräten und
- die Kalibrierung von Messgeräten.

## 2. Begriffsbestimmungen

Entsprechend der einschlägigen Fachliteratur und der ÖNORM B 2400, ÖNORM B 2602 sowie der Wasserkreislaufferhebungsverordnung (WKEV) lauten die relevanten Definitionen:

Begriff	Definition
Einzugsgebiet ( $A_E$ , in $\text{km}^2$ bzw. ha)	in der Horizontalprojektion gemessene Fläche eines Gebietes, das von Wasserscheiden begrenzt wird
elektrische Kapazität	physikalische Größe, die die Fähigkeit eines Körpers oder einer elektrischen Leiteranordnung definiert, elektrische Ladung zu speichern. Sie wird als Verhältnis der Ladungsmenge $Q$ zur angelegten Spannung $U$ bestimmt: $C = Q/U$ .
elektrischer Widerstand ( $R$ in $\Omega$ )	Das Ohmsche Gesetz $U = R \cdot I$ beschreibt die Proportionalität zwischen Spannung und Stromstärke. Der elektrische Widerstand $R$ ist dabei der Quotient aus Spannung $U$ und Stromstärke $I$ . Der Kehrwert des elektrischen Widerstandes heißt elektrischer Leitwert $G = 1/R$ . Er ist auch abhängig von der Geometrie und dem Material des Leiters – also eine Bauteileigenschaft. Weiters ist er temperaturabhängig.
elektromagnetische Induktion	Entstehen einer elektrischen Spannung entlang einer Leiterschleife durch die Änderung des magnetischen Flusses
Faradayscher Käfig (Faraday-Käfig)	allseitig geschlossene Hülle aus einem elektrischen Leiter
Fließwechsel	Übergang von strömendem zu schießendem bzw. von schießendem zu strömendem Abfluss. Der Übergang vom strömenden zum schießenden Abfluss vollzieht sich kontinuierlich (z.B. stetig geringer werdende Wassertiefe über einer Wehrkrone). Dagegen verläuft der Übergang

	vom Schießen zum Strömen diskontinuierlich in Form des so genannten Wechselsprungs.
fluviatil	von fließendem Wasser abgetragen oder abgelagert
galvanische Entkopplung	elektrische Trennung zweier leitfähiger Gegenstände. Konsequenterweise ist sie ein wirksamer Schutz gegen elektromagnetische Störungen.
Geomorphologie	Wissenschaft von den Oberflächenformen der Erde, Teilgebiet der physischen Geografie und der dynamischen Geologie, untersucht nicht nur das Relief der Natur- und Kulturlandschaft, sondern auch die Kräfte und gesetzmäßigen Abläufe, durch die die verschiedenen Formen gestaltet werden.
Grundwasser	unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdkruste (Poren, Klüfte und dergleichen) zusammenhängend ausfüllt, unter gleichem oder größerem Druck steht als er in der Atmosphäre herrscht und dessen Bewegung durch Schwerkraft und Reibungskräfte bestimmt wird
Grundwasserleiter, Aquifer	gut durchlässiger Boden- oder Gesteinskörper, in dessen Hohlräumen Grundwasser fließen oder stehen kann
Grundwasserstauer	im Vergleich zum Aquifer gering durchlässiger Boden- oder Gesteinskörper, der als hydraulisch wirksame untere Begrenzung des Aquifers angesehen werden kann
hydrographisches Einzugsgebiet (in km <sup>2</sup> bzw. ha)	Einzugsgebiet, dem der Abfluss an einer bestimmten Stelle eines Gewässers aufgrund natürlicher Verhältnisse tatsächlich entstammt (Horizontalprojektion)
Hysterese (Hysteresis)	die Ausgangsgröße eines Systems ist nicht allein von der Art der Eingangsgröße abhängig, sondern auch von der Geschichte, welche die Eingangsgröße hatte
induktiv	auf der elektromagnetischen Induktion beruhend
Kalibrierung	Als Kalibrierung wird der Vergleich der mit einem Messgerät ermittelten Werte mit denen einer Referenz oder eines Normals bezeichnet. Dabei wird ermittelt, wie groß die Abweichung zwischen beiden Werten ist oder ob diese Abweichung innerhalb bestimmter Schranken liegt. Die gesetzlich vorgeschriebene Kalibrierung eines Messgeräts ist eine Eichung.
kapazitiv	auf die elektrische Kapazität bezogen
Karstgrundwasser	unterirdisches Wasser in verkarsteten Gesteinen

Kluftgrundwasser	unterirdisches Wasser in geklüfteten, nicht verkarsteten Gesteinen
Lithologie	Gesteinskunde
Meniskus	gewölbte Flüssigkeitsoberfläche
orographisches Einzugsgebiet (in km <sup>2</sup> bzw. ha)	Einzugsgebiet, das von oberirdischen Wasserscheiden begrenzt wird (Horizontalprojektion)
Parallaxe	Winkel, den zwei Gerade bilden, die von verschiedenen Standorten zu einem Punkt gerichtet sind
piezoelektrischer Effekt (Piezoeffekt)	beschreibt die Änderung der elektrischen Polarisation und somit das Auftreten einer elektrischen Spannung an Festkörpern, wenn diese durch mechanische Belastung (Druck, Zug) elastisch verformt werden (direkter Piezoeffekt). Umgekehrt verformen sich Materialien bei Anlegen einer elektrischen Spannung (inverser Piezoeffekt).
piezoresistiver Effekt	beschreibt die Änderung des elektrischen Widerstands von Festkörpern, unter mechanischer Belastung (Druck, Zug)
Pneumatik	Lehre von den Luftbewegungen und vom Verhalten der Gase bzw. Anwendung von Luft und Gasen in der Technik
pneumatisch	mit Gas bzw. Druckluft betrieben, mit Luftdruck arbeitend
Porengrundwasser	unterirdisches Wasser in Locker- oder Festgesteinen, deren durchflusswirksame Hohlräume überwiegend aus Poren gebildet werden
Quelle	räumlich begrenzte natürliche Austrittsstelle von unterirdischem Wasser
Quellfassung	Bauwerk zur Fassung von natürlich zu Tage tretendem unterirdischem Wasser
Quellschüttung (Q, in m <sup>3</sup> /s, l/s)	aus einer Quelle pro Zeiteinheit austretendes Wasservolumen
schießender Abfluss	die Fließgeschwindigkeit ist größer als die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Störwellen
Schüttungszahl $Q_{\max}/Q_{\min}$	Verhältnis zwischen größter und kleinster Quellschüttung während eines längeren anzugebenden Zeitabschnittes
spezifischer elektrischer Widerstand ( $\rho$ in $\Omega\text{m}$ )	Ist der elektrische Widerstand eines Leiters bezogen auf eine definierte Länge und Fläche. Damit ist er nur vom Material und der Temperatur des Leiters abhängig. Der Kehrwert des spezifischen elektrischen Widerstandes heißt elektrische Leitfähigkeit $\gamma = 1/\rho$ .

spezifische Schallimpedanz, Schallkennimpedanz ( $Z_F$ in $\text{Ns/m}^3$ )	Wellenwiderstand eines Mediums, definiert durch das Verhältnis von Schalldruck zu Schallschnelle. Die Schallschnelle gibt an, mit welcher Wechselgeschwindigkeit die Luftteilchen (bzw. Partikel des Schallübertragungsmediums) um ihre Ruhelage schwingen – also die Momentangeschwindigkeit eines schwingenden Teilchens. Schallwellenwiderstand oder Schallwiderstand sind veraltete Bezeichnungen für die Schallkennimpedanz.
strömender Abfluss	die Fließgeschwindigkeit ist kleiner als die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Störwellen
Wasserscheide	Grenze zwischen Einzugsgebieten, von der aus Wasser verschiedenen Orten zufließt; zu unterscheiden sind oberirdische und unterirdische Wasserscheiden.
Zeitreihe	zeitabhängige Folge von Datenpunkten

### 3. Auftreten von Grundwasser und Quelltypen

#### 3.1 Auftreten von Grundwasser

Der Begriff Grundwasser, wie er in der ÖNORM B 2400 definiert ist, sagt nichts über die Art der Entstehung des Grundwassers und den geogenen Zustand des Untergrunds aus.

Die genannten Hohlräume, die Grundwasser enthalten, können verschiedenen Ursprungs und von sehr unterschiedlicher Größe sein. Es kann sich dabei um Poren (in Locker- oder Festgesteinen), Haarrisse, Klüfte und Karsthohlräume (in Festgesteinen) handeln.

In **Porenaquiferen** strömt das Grundwasser durch Poren Hohlräume, die miteinander in Verbindung stehen und in welchen eine einheitliche Grundwasser Oberfläche ausgebildet ist. Wenn das Porengrundwasser in einer Quelle zum Austritt gelangt, ermöglicht das Messungen, welche Rückschlüsse auf die hydrogeologischen und hydrologischen Verhältnisse innerhalb des Aquifers und des hydrographischen Einzugsgebietes erlauben.

**Kluftaquifere** können lokal gute Wasserwegigkeit aufweisen. Von Porenaquiferen unterscheiden sie sich vor allem dadurch, dass die wasserführenden Klüfte nicht

zwingend miteinander in Verbindung stehen. Die Ausbildung einer einheitlichen Grundwasseroberfläche ist nur lokal gegeben.

Neben den oben genannten Formen sind **Karstaquifere** von besonderer Bedeutung. Die Eigenheit von Karstsystemen liegt darin, dass die Karsthohlräume durch die lösende Eigenschaft des Wassers, in geologischen Zeiträumen gemessen, laufend erweitert und verändert werden. Daraus resultiert auch die Mineralisation des Wassers, welche durch den Parameter elektrische Leitfähigkeit erfasst wird. Karstaquifere sind hinsichtlich ihrer Hydraulik zumeist unübersichtlich und schwer zu definieren, weil die Wasserbewegung in Schächten, Höhlen, Röhren und Karstschläuchen, aber auch in feinklüftigen Gesteinskomplexen erfolgt, die auch unter das Austrittsniveau der Quellen reichen können. Die Ausbildung einer einheitlichen Grundwasseroberfläche ist meist nur lokal gegeben.

## **3.2 Quelltypen**

Das Auftreten von Quellen hat immer geomorphologische und hydrogeologische Gründe, wobei die Lithologie, die Lagerungsverhältnisse und die Tektonik den größten Einfluss auf die Grundwasserbewegung und Grundwasserspeicherung haben. Quellen können einzeln oder in Form von Gruppen bzw. Bändern (Horizonten) auftreten.

Die im Folgenden getroffene Einteilung entspricht jener, die im Hydrographischen-Datenmanagement-System (HyDaMS) verwendet wird. Eine eindeutige Zuordnung ist oft schwierig, da in der Natur häufig Mischformen auftreten.

### ***3.2.1 Unterscheidung nach dem Aquifer***

#### **Porengrundwasserquelle**

Mit dieser Bezeichnung werden vornehmlich Quellen zusammengefasst, die aus Lockersedimenten im Talbereich entspringen. Der Quellabfluss hat meist nur ein geringes Gefälle, was spezifische Anforderungen beim Messstellenbau mit sich bringt. Diese Quellbäche werden gelegentlich auch als Gießbäche oder Gießen bezeichnet. Häufig entspringen diese Quellen am Talrand, wo sich der noch besser durchlässige Hangschutt mit der Talfüllung verzahnt. Mögliche Ursachen für diese Grundwasserauftriebe sind Talverengungen, Veränderungen in den Durchlässigkeiten oder verschüttete Karstquellen, die sich während der Talverfüllung den Weg nach oben frei gespült haben.

Reine Porengrundwasserströme zeigen meist sehr ausgeglichene Jahresgänge und eine flache Temperaturganglinie mit Maximalwerten im Herbst. Allfällige Karstwasseranteile machen sich vor allem bei Schneeschmelze bemerkbar.

### **Hangschuttquelle**

Unter diesem Quelltyp werden alle jene Quellen zusammengefasst, die aus geböschten Porenaquiferen entspringen (Schutthalden, die ohne jede fluviale Einwirkung nur durch Verwitterung und Schwerkraft entstanden sind, Bergsturzkörper, Blockmoränen, Schwemmfächer).

### **Karstquelle**

Diese Quellen entspringen aus verkarstungsfähigem Festgestein (Kalk, Dolomit, Gips, Kalkglimmerschiefer, Marmor). Die Karstentwässerung erfolgt durch Karsthohlräume, die sich bevorzugt entlang von Klüften, Verwerfungen und Schichtfugen entwickeln. Karstquellen können perennierend (ständig fließend) oder intermittierend (gelegentlich fließend) sein und enorme Schüttungsschwankungen (über drei Zehnerpotenzen) aufweisen. Die Verweilzeit des Wassers kann ebenfalls stark variieren.

### **verdeckte Karstquelle**

Der unmittelbare Quellaustritt ist vielfach durch Lockersedimente (z.B. Hangschutt, Blockwerk, Moräne) überdeckt. Dadurch kann eine Abschwächung der Karstcharakteristika (z.B. geringere Schüttungszahl) bedingt sein.

### **Kluftquelle**

Diese Quellen entspringen aus Klüften des nicht verkarstungsfähigen Festgesteins. Wie bei Karstquellen können auch Kluftquellen verdeckt sein.

## ***3.2.2 Unterscheidung nach Ausbauzustand***

### **Ungefasst**

Naturbelassene Quellaustritte können in sehr unterschiedlichen Erscheinungsformen wie z.B. als Quelhöhle, Quellspalte, Quelltrichter, Quelltümpel, Quellnische, Quellmulde, etc. auftreten.

### **Gefasst**

Gefasste Quellen sind solche, an denen bauliche Maßnahmen (Stollenfassung, Drainagefassung, Fassung mit Stauwerk, etc.) vorgenommen wurden. Auch die Art der Nutzung (Wasserversorgung, Kraftwerk, Fischzucht, Bad, etc.) ist von Interesse.

## **4. Parameter**

In § 13 Z 7 WKEV sind Quellmessstellen als ortsfeste Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Erfassung der maßgeblichen Parameter Schüttung, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und in ausgewählten Fällen auch Trübung definiert. Das heißt, dass die drei erstgenannten jedenfalls an allen Quellmessstellen zu erheben sind. An welchen Messstellen eine Trübungsmessung installiert wird, ist abhängig vom zu erwartenden Trübungsverlauf und im Einzelfall in Abstimmung zwischen Hydrographischem Landesdienst und der Abteilung Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) zu entscheiden.

### **4.1 Quellschüttung**

Der wesentlichste Parameter an Quellmessstellen ist die Schüttung (Schüttungsmenge), also das pro Zeiteinheit austretende Wasservolumen. Im Hydrographischen Dienst wird sie einheitlich in l/s angegeben.

Für die Ermittlung der Schüttung kann der an einer Quelle gemessene Wasserstand herangezogen werden, sofern eine eindeutige über einen längeren Zeitraum gültige Beziehung zwischen Wasserstand und Durchfluss (Pegelschlüsselkurve) herstellbar ist. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Berechnung mittels an der Messstelle erfassten Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten (Fließgeschwindigkeits-Durchfluss-Beziehung). Der Wasserstand ist die Höhenlage der Wasseroberfläche bezogen auf einen festgelegten Bezugspunkt (Pegelnulppunkt).

In bestimmten Fällen kann es notwendig sein, die Quellschüttung durch Summierung mehrerer Teilmessungen zu ermitteln.

An gefassten Quellen kann die Schüttung auch direkt mit einem Durchflussmessgerät ermittelt werden.

### **4.2 Wassertemperatur**

Der Parameter Wassertemperatur gemessen in °C zeigt an, inwieweit Quellen auf atmosphärische Temperaturänderungen bzw. Beeinflussungen durch Niederschläge, Schneeschmelze oder ähnliches reagieren und liefert somit grobe Anhaltspunkte über das Speicherverhalten und die Verweilzeit des Wassers im Untergrund. Weiters

kann die Wassertemperatur Hinweise auf die mittlere Seehöhe des hydrographischen Einzugsgebietes liefern.

### **4.3 Elektrische Leitfähigkeit**

Die elektrische Leitfähigkeit ist der Kehrwert des spezifischen elektrischen Widerstandes ( $\gamma = 1/\rho$ ) und wird im Hydrographischen Dienst in  $\mu\text{S}/\text{cm}$  angegeben. Sie kann als Maß für die Konzentration ionischer gelöster Stoffe (Summenparameter) angesehen werden. Der gemessene Wert der elektrischen Leitfähigkeit von Wasser in  $\mu\text{S}/\text{cm}$  multipliziert mit dem Faktor 0,7 gibt größenordnungsmäßig den Inhalt gelöster Feststoffe in  $\text{mg}/\text{l}$  an.

Die Ganglinie der elektrischen Leitfähigkeit liefert wichtige Informationen über die Lithologie des Aquifers, die Speicherdynamik des Einzugsgebiets, die Abflussdynamik der Quellen und ihr Verhalten bezüglich Niederschlägen und Schneeschmelzvorgängen.

### **4.4 Trübung**

Unter Trübung wird die Verringerung der Durchsichtigkeit einer Flüssigkeit verstanden, verursacht durch das Vorhandensein ungelöster Substanzen (organische und anorganische Schwebstoffe sowie lebende Organismen). Sie wird in TEF (Trübungseinheiten Formacin, ältere Bezeichnung) oder FNU (Formacin Nephelometric Units, Streulichtmessung, normgerechte Bezeichnung) angegeben. Besondere Bedeutung hat dieser Summenparameter bei Karst- und Kluftquellen.

## **5. Messnetzkonzeption**

Das Quellmessnetz des Hydrographischen Dienstes wurde nach den im Folgenden beschriebenen Anforderungen eingerichtet. Allfällige Erweiterungen des Messnetzes haben diese Anforderungen in Ergänzung zu den bestehenden Messstellen abzudecken.

## **5.1 Regionale Anforderungen**

Das Quellmessstellennetz des Hydrographischen Dienstes wurde so eingerichtet, dass mit diesem die charakteristischen Eigenheiten der unterschiedlichen Grundwasserkörper bzw. Gruppen von Grundwasserkörpern erfasst werden können. Ein repräsentativer Querschnitt über die verschiedenen Quell- und Aquifertypen wurde angestrebt.

## **5.2 Hydrologische Anforderungen**

Die Quellmessstellen wurden so angeordnet, dass – bezogen auf das relevante Einzugsgebiet – näherungsweise eine Wasserbilanz erstellt werden kann (siehe auch § 2 Abs 1 WKEV).

Für jede Quellmessstelle ist zumindest eine Messstelle des Hydrographischen Dienstes aus dem atmosphärischen Bereich als Bezugsmessstelle zwecks Interpretation auszuwählen. Dabei kann eine Messstelle des atmosphärischen Bereichs auch für mehrere Quellmessstellen als Bezugsmessstelle dienen. Aus der Gegenüberstellung von meteorologischen Daten und Quelldaten können weit reichende Rückschlüsse auf die Speicher- und Leitereigenschaften des Aquifers getroffen werden. Die Bezugsmessstellen sind in der entsprechenden Stammdatentabelle des Hydrographischen-Daten-Management-Systems (HyDaMS) einzutragen (Anleitung siehe Anhang 3)

Sinnvollerweise wurde das Quellmessstellennetz mit dem Messnetz der Gewässerzustandsüberwachung koordiniert (§ 2 Abs 2 WKEV).

## **5.3 Hydrogeologische Anforderungen**

Das Quellmessnetz wurde so konzipiert, dass damit die wesentlichen geologischen Einheiten des Bundesgebietes repräsentativ erfasst werden können.

## **5.4 Messnetzhierarchie**

Entsprechend § 4 Abs 1 WKEV ist zwischen einem Basismessnetz und Sondermessnetzen zu unterscheiden.

#### **5.4.1 Messstellen des Basismessnetzes**

Die im Sinne des § 4 Abs 2 WKEV das Basisnetz bildenden Quellmessstellen sind „ortsfeste, in Anbetracht der klimatischen und hydrologischen Schwankungen über lange Zeiträume betriebene Einrichtungen zur Erstellung von Wasserhaushaltsbilanzen von Flussgebieten und Grundwasserkörpern und zum Nachweis von natürlichen oder vom Menschen verursachten Änderungen des Wasserkreislaufs. Das Basismessnetz hat in sinngemäßer Anwendung auch die Ziele der überblicksweisen Überwachung gemäß § 59e WRG 1959 zu berücksichtigen.“

Gemäß § 5 Abs 1 WKEV sind daher Quellmessstellen des Basismessnetzes mit dem Ziel auszuwählen, dass sowohl das unterirdische Wasser in der gesättigten Zone in oberflächennahen Grundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern, als auch die Quellen repräsentativ erfasst werden und dass die Beurteilung des mengenmäßigen Zustandes der Grundwasserkörper oder Gruppen von Grundwasserkörpern einschließlich der Beurteilung der verfügbaren Grundwasserressource möglich ist.

Die repräsentative Erfassung bedeutet laut § 5 Abs 2 WKEV, dass die Ergebnisse der Messungen des Basismessnetzes mit Methoden der hydrologischen Regionalisierung Rückschlüsse auf unbeobachtete Gebiete und Wasserkörper sowie flächendeckende Aussagen für Grundwasserkörper ermöglichen.

Die Anzahl der Quellmessstellen des Basismessnetzes ist für jedes Bundesland – bezogen auf die jeweiligen Teileinzugsgebiete, die Planungsräume und die Flussgebietseinheiten – in der Anlage B der WKEV angeführt (§ 5 Abs 4 WKEV).

Die Messstellen des Basisnetzes müssen Beobachtungen über die gesamte Bandbreite der Schüttungs-, Wassertemperatur-, Leitfähigkeits- und Trübungsschwankungen, sowie langjährige homogene Datenreihen ermöglichen. Sie sind daher nur an solchen Stellen zu errichten, wo eine Datenerfassung in kennzeichnender Weise auch in Extremsituationen möglich ist.

Ihrer topographischen Lage am Gewässer wie ihrer baulichen Ausführung nach sind sie daher so anzuordnen, dass sie menschlicher Voraussicht nach sehr lange Zeiträume hindurch bestehen bleiben. Ihre einmal gewählte Lage soll nicht bzw. nur in Ausnahmefällen geändert werden.

Die Anordnung der Messstellen nach den zuvor genannten Gesichtspunkten wird von der Abteilung Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro im BMLFUW gemeinsam mit dem zuständigen Hydrographischen Landesdienst getroffen. Das Messnetz ist von Zeit zu Zeit zu überprüfen und allenfalls neuen Erkenntnissen und

Erfordernissen anzupassen.

Veränderungen an diesen Messstellen, vor allem Verlegungen, dürfen nur im Einvernehmen mit der Abteilung Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro im BMLFUW vorgenommen werden.

#### ***5.4.2 Messstellen von Sondermessnetzen***

Messstellen eines Sondermessnetzes sind zum einen Messstellen für Planungs- und Versuchszwecke, die im Zusammenhang mit der Planung wasserwirtschaftlicher Projekte eingerichtet werden bzw. der Forschung und Lehre z.B. zur Erprobung neuer Geräte oder Verfahren dienen, zum anderen Messstellen für besondere Zwecke, die zur Erreichung bestimmter wasserwirtschaftlicher Ziele, wie z.B. für die Informationsverdichtung oder wenn das Risiko der Verfehlung des guten mengenmäßigen Zustands eines Grundwasserkörpers gegeben ist, errichtet werden (§ 4 Abs 3 WKEV). Messstellen des Sondermessnetzes können, sofern sie aussagekräftige Ergebnisse über ein vom Basismessnetz nicht abgedecktes Gebiet liefern, im Zuge einer Novellierung der Wasserkreislaufferhebungsverordnung (WKEV) zu Messstellen des Basismessnetzes werden.

#### ***5.4.3 Quellmessstellen der Länder***

In diese Gruppe gehören alle Quellmessstellen, die nicht aus Bundesmitteln im Rahmen des Basismessnetzes oder eines Sondermessnetzes, sondern aus Landesmitteln finanziert werden.

### **6. Kriterien zur Auswahl von Messstellen**

Der Vielfalt der auftretenden Quelltypen sollte bei der Auswahl der Messstellen besonderes Augenmerk gewidmet werden. Ebenso müssen die technischen Voraussetzungen für eine Messstellenerrichtung gegeben sein. Insbesondere ist, sofern nicht ein automatisches Durchflussmessgerät zum Einsatz kommen soll, darauf zu achten, dass sich eine eindeutige Wasserstands-Schüttungs- oder Fließgeschwindigkeits-Schüttungs-Beziehung herstellen lässt. Schließlich ist auch noch die Betreuung der Messstelle zu gewährleisten.

Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die wichtigsten Kriterien für die Auswahl von Quellmessstellen für das Basismessnetz des Hydrographischen

Dienstes, welches dieses Spektrum so weit wie möglich abdecken soll. Wenn in einem Gebiet unterschiedliche Arten von Quellen in enger Nachbarschaft auftreten, so ist es durchaus sinnvoll, diese in das Programm aufzunehmen, weil dies interessante Vergleiche zulässt und eine rationellere Betreuung ermöglicht.

- **Erfassung verschiedener Arten von Grundwasserleitern**

Quellen aus:

- Porengrundwasser
- Hangschutt
- Karst
- geklüftetem Gestein
- Mischformen

- **Erfassung von Einzugsgebieten unterschiedlicher Lithologie**

- Karstquelle
  - *Kalke*
  - *Dolomite*
  - *Metamorphe Karbonate (z.B. Kalkglimmerschiefer, Marmor)*
  - *Kalkkonglomerate und Kalkbrekzien*
- Quelle aus nicht verkarstungsfähigem Festgestein
- Quelle aus Lockersedimenten
  - *Massenbewegung*
  - *Hangschutt*
  - *Schwemmkegel*
  - *Terrasse*
  - *Talfüllung*
  - *Moräne*
- Quelle mit besonderen chemisch-physikalischen Eigenschaften
  - *Gipsquelle*
  - *Mineralquelle*
  - *Thermalquelle*

- **Erfassung unterschiedlicher Schüttungen**

- jahreszeitlicher Verlauf
  - *stark schwankend*
  - *ausgeglichen*
- Größenordnung (mittlere Jahresschüttung)
  - *kleine Quelle (kleiner 10 l/s)*
  - *mittlere Quelle (10 – 100 l/s)*
  - *große Quelle (größer 100 l/s)*

- **Abdeckung der Grundwasserkörper bzw. Gruppen von Grundwasserkörpern**
- **Koordination mit der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV)**
- **Erfassung verschiedener geographischer Einheiten, Gebirgsgruppen, Tallandschaften**
- **Natur- / Kulturdenkmäler** (z.B. Zeuschacher Ursprung, Kaiserbrunn)
- **Nutzung vieljähriger oder historischer Beobachtungen oder Untersuchungen im Rahmen wissenschaftlicher Projekte**

Weitere zu berücksichtigende Kriterien sind:

- **Erreichbarkeit** (Zugänglichkeit, Wegstrecke, Gefährdungspotential z.B. durch Lawinen)
- **Eigentumsverhältnisse** (Zutrittsrecht)

Für Messstellen von Sondermessnetzen kann auch das Öffentliche Interesse (verschiedene Nutzungen, Projekte) ein Kriterium sein.

## **7. Errichtung von Quellmessstellen**

Messstellen sind so auszuführen, dass die eingesetzten Sensoren eine dauernde Datenerfassung ermöglichen und diese nicht durch An- und Ablagerung sowie Verkrautung beeinträchtigt wird. Es ist anzustreben, dass die Messwerterfassung auch in Extrembereichen erfolgen kann.

Die Sensorik ist grundsätzlich möglichst nahe dem Quellaustritt zu installieren. Sensoren zur Schüttungsermittlung können, bedingt durch die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten, auch weiter abstromig der Quelle eingebaut werden.

### **7.1 Vorarbeiten**

Zu den Vorarbeiten für die Errichtung einer Quellmessstelle gehören

- vorbereitende Recherchen – Beschaffung vorhandener Unterlagen,

- Überlegungen zur technischen Realisierbarkeit,
- eine Begehung und Kartierung des Einzugsgebiets unter besonderer Berücksichtigung der geologisch-hydrogeologisch-morphologischen Verhältnisse, der Bodennutzung (im Hinblick auf die GZÜV) und der regionalen Überlegungen (Abdeckung der Grundwasserkörper),
- Erstellung einer Fotodokumentation
- Überlegungen hinsichtlich der Einbindung in das Messnetz der Gewässerzustandsüberwachung (laut GZÜV),
- eine Untersuchung des Abflussregimes,
- die Typisierung der Quelle (Siehe Kapitel 3.2 und 6) und
- die Abstimmung mit dem Grundbesitzer und Wasserberechtigten.

## **7.2 Messstellenkonzeption**

Laut § 13 Z 7 WKEV ist eine Quellmessstelle eine ortsfeste Messeinrichtung zur kontinuierlichen Erfassung der Parameter Schüttung, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und in ausgewählten Fällen auch Trübung.

Trübungsmessungen sind vorrangig bei Karst- und Kluftquellen sowie an Quellen mit einem zu erwartenden signifikanten Trübungsverlauf (z.B. Umläufigkeiten aus Oberflächengewässern) durchzuführen. An welchen Messstellen eine Trübungsmessung installiert wird, ist im Einzelfall in Übereinkunft zwischen Hydrographischem Landesdienst und der Abteilung Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro im BMLFUW zu entscheiden.

Laut § 17 Abs 1 WKEV sind alle Quellmessstellen mit einem automatisierten Messwerterfassungssystem auszustatten.

Die Messung der einzelnen Parameter (Wasserstand, Fließgeschwindigkeit, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, Trübung, etc.) hat daher mit Erfassungssystemen zu erfolgen, deren Signal von einem Datensammler aufgezeichnet werden kann. Um dies zu gewährleisten ist die Messstelle entsprechend auszugestalten.

Um eindeutige Beziehungen zwischen den kontinuierlich gemessenen Parametern Wasserstand bzw. Fließgeschwindigkeit und der Quellschüttung herstellen und überprüfen zu können, sind gegebenenfalls bauliche Maßnahmen vorzusehen.

Sollte an einer Messstelle mehr als ein Temperatursensor eingebaut sein, ist für die

Aufzeichnung, Referenzierung und Kompensation sowie Weiterbearbeitung der am besten geeignete Sensor (technische Ausführung, Kontakt zum Messmedium) auszuwählen und im entsprechenden Stammdatenblatt im Hydrographischen-Daten-Management-System (HyDaMS) anzugeben (Anleitung siehe Anhang 3).

### **7.2.1 Wasserstandsmessung**

An den meisten Quellmessstellen wird die Schüttung mit Hilfe einer Wasserstands-Durchfluss-Beziehung ermittelt. Für die Anwendung von Fließgeschwindigkeits-Durchfluss-Beziehungen wird bei nicht profilerfassenden Messmethoden ebenfalls der Wasserstand für die Schüttungsberechnung benötigt. Der Wasserstand ist daher die wichtigste Hilfsgröße, die an Quellmessstellen erhoben wird.

Vorweg wird festgehalten, dass jede Quellmessstelle mit Wasserstandsaufzeichnung zur Kontrolle der kontinuierlichen Erfassung auch mit einem Lattenpegel auszustatten ist.

Lattenpegel sind vom Wasser benetzte Zahlenleitern, an denen man den Wasserstand ablesen kann. An Quellmessstellen kommen Lattenpegel zum Einsatz, die eine auf zumindest 0,5 cm genaue Ablesung ermöglichen. Unter günstigen Bedingungen sollte eine Ablesung auf 0,1 cm genau möglich sein.

Folgende Methoden können für die kontinuierliche Erfassung zur Anwendung kommen:

#### **Schwimmer-Winkelcodierer**

Damit werden Wasserspiegelschwankungen von einem Schwimmer über ein Schwimmerseil oder eine Perlschnur auf ein Schwimmerrad übertragen. Das Schwimmerseil bzw. die Perlschnur wird durch ein Gegengewicht gespannt. Ein optoelektrischer Sensor oder ein Magnetsensor wandelt den sich ändernden Drehwinkel des Schwimmerrades in ein digitales Signal um, das von einem Datensammler aufgezeichnet wird.

Der Schwimmer muss in einem Rohr oder Schacht untergebracht werden. Schwimmer und Gegengewicht dürfen einander nicht behindern.

#### **Drucksonden**

Bauartspezifisch können zwei Typen von Drucksensoren unterschieden werden: Absolutdrucksensoren und Differenzdrucksensoren.

Absolutdrucksensoren messen den Druck resultierend aus der Höhe der Wassersäule, der Dichte des Wassers und des einwirkenden atmosphärischen

Drucks. Dieser muss durch eine separate Messung kompensiert werden. Dies verursacht unter Umständen eine Vergrößerung der Messungengenauigkeit aufgrund der Fehlerfortpflanzung.

Bei Differenzdrucksensoren wird der Luftdruck durch eine Kapillare auf die Rückseite des Drucksensors (Zweikammersystem) angelegt und somit direkt kompensiert. Schwachstelle dieser Messungen ist die Kapillare im Sondenkabel, in der sich Kondenswasser bilden kann. Eine effektive Möglichkeit dies zu verhindern, ist die Verwendung von Silikagelfiltern zur Trockenhaltung der Luft in der Kapillare.

Bei hohen Salinitäten oder Temperaturen kann die Dichte des Wassers vom üblichen Wert abweichen. In solchen Fällen hat eine entsprechende Korrektur nachvollziehbar bereits im Datensammler zu erfolgen.

Im Sondengehäuse wird in der Regel eine Signalvorverarbeitung durchgeführt.

Als Sensorelemente werden derzeit hauptsächlich piezoresistive Sensoren verwendet. Daneben werden piezoelektrische, kapazitive, keramische, induktive und einige Spezialformen verwendet. Besonders hohe Genauigkeiten werden derzeit von kapazitiven Sensoren erreicht.

Als Sensormaterial können Metalle, Halbleiter und zunehmend keramische Verbundmaterialien verwendet werden. Eine galvanische Entkopplung zwischen Sensoraußenseite und Sensorelektronik ist wünschenswert.

#### Drucksonden mit Dehnmessstreifen (DMS):

Bei Sensoren mit Dehnmessstreifen wird der Effekt der Widerstandsänderung eines Leiters in Abhängigkeit der Dehnung ausgenutzt. Ein Dehnmessstreifen ist auf einer dem Wasserdruck ausgesetzten Membran fix montiert. Durch den Druck verändert sich die Form der Membran des Sensorelements und damit auch die des Dehnmessstreifens. Bei einem Metall-Dehnmessstreifen wird die Widerstandsänderung größtenteils durch die Formänderung hervorgerufen. Bei einem Halbleiter-Dehnmessstreifen verändert sich hauptsächlich der spezifische Widerstand des Dehnmessstreifens (piezoresistiver Effekt), während die Längenänderung gering ist.

#### Drucksonden mit piezoelektrischem Sensor:

Eine Membran drückt auf einen piezoelektrischen Kristall, der dadurch verformt wird und an seinen Stirnflächen eine elektrische Spannung hervorruft, welche gemessen werden kann.

#### Drucksonden mit kapazitivem Sensor:

Ein kapazitives Sensorelement besteht aus einer beweglichen flexiblen Membran,

die durch Druckänderung ausgelenkt wird, und einer fest stehenden zweiten Elektrode, die zusammen einen Kondensator bilden. Durch die Auslenkung ändert sich dessen Kapazität.

### **Pneumatische Pegel** (Druckluftpegel, Einperlverfahren)

Beim pneumatischen Verfahren wird Gas (Druckluft, Stickstoff, etc.) über eine dünne Kunststoffmessleitung in das Gewässer eingepert. In der Messleitung stellt sich dabei ein Druck ein, der dem Druck der Wassersäule über der Einperlöffnung entspricht. Dieser wird auf einen Drucksensor übertragen.

Der Einfluss des Luftdrucks muss kompensiert werden. Die Gasleitung ist wegen möglicher Kondenswasserbildung in kontinuierlichem Gefälle zu verlegen.

Bei hohen Salinitäten oder Temperaturen kann die Dichte des Wassers vom üblichen Wert abweichen. In solchen Fällen hat eine entsprechende Korrektur nachvollziehbar bereits im Datensammler zu erfolgen.

### **Ultraschall** (Echolot-Geräte)

Gemessen wird die Laufzeit eines Ultraschallsignals. Dieses kann von einem im Wasser angebrachten Sensor senkrecht von unten an die Wasseroberfläche oder von einem über dem Gewässer angebrachten Sensor senkrecht von oben auf die Wasseroberfläche gesendet werden. Durch die unterschiedlichen Eigenschaften (spezifische Schallimpedanz) von Wasser und Luft wird das Signal von der Wasseroberfläche reflektiert. Die Laufzeit ist proportional zur Distanz zwischen Sensor und Wasseroberfläche.

Der vom Messgerät ausgesendete Schallkegel darf nicht durch Einbauten bzw. Wände beeinflusst werden.

Da die Schallgeschwindigkeit stark temperaturabhängig ist, ist eine Temperaturkompensation vorzusehen. Auch hohe Salinitäten verändern die Laufgeschwindigkeit des Signals, daher ist im Fall von unter Wasser eingebauten Messsystemen eine nachvollziehbare Kompensation im Datensammler notwendig.

### **Radar**

Bei der Radarmessung handelt es sich – wie bei der Ultraschallmessung – um eine Laufzeitmessung. Im Gegensatz dazu ist sie aber nur gering temperaturabhängig.

### **Puls-Verfahren:**

Es werden von einem über dem Gewässer angebrachten Sensor senkrecht zur Wasseroberfläche Mikrowellen-Impulse einer definierten Trägerfrequenz und Bandbreite gesendet und nach der Reflexion an der Wasseroberfläche vom Sensor

wieder empfangen. Die Laufzeit der Mikrowellenimpulse ist proportional zur Distanz zwischen Sensor und Wasseroberfläche.

#### FMCW-Verfahren (frequency modulated continuous wave):

Von einem über dem Gewässer angebrachten Sensor werden rampenförmig frequenzmodulierte Radarwellen senkrecht zur Wasseroberfläche gesendet. Die Distanz zur Wasseroberfläche wird mit Hilfe eines Phasenvergleichs zwischen den emittierten und den an der Wasseroberfläche reflektierten Wellen gemessen. Der Frequenzunterschied (Laufzeit) ist proportional zur Distanz zwischen Sensor und Wasseroberfläche.

Die Voraussetzung für beide Verfahren ist das Vorhandensein einer eindeutigen Wasser-Luft-Grenzfläche. Liegt diese nicht vor (z.B. Eisdecke, keine Wellenbildung), so ergibt sich aus dem Laufzeitspektrum der Radarwellen keine eindeutige Wasserspiegelhöhe.

### **7.2.2 Geschwindigkeitsmessung**

Die Schüttung kann auch mit Hilfe einer Fließgeschwindigkeits-Durchfluss-Beziehung ermittelt werden. Folgende Verfahren können für die kontinuierliche Erfassung zum Einsatz kommen:

#### **Messung der Fließgeschwindigkeit in offenen Gerinnen**

##### Ultraschallmessung:

Für kontinuierliche Messungen an Quellen können das Laufzeitdifferenz-Verfahren und das Dopplerverfahren eingesetzt werden.

**Laufzeitverfahren:** dabei wird von zwei Sensoren (einer an jedem Ufer in einem bestimmten Längsabstand) zeitgleich ein akustisches Signal in einem bestimmten Winkel zur Hauptströmungsrichtung gesendet und empfangen. Bei Nulldurchfluss empfangen beide Sensoren die ausgesandten Ultraschallimpulse zur selben Zeit, d.h. ohne Laufzeitdifferenz. Bei Abfluss hingegen weisen die Ultraschallwellen stromaufwärts und stromabwärts unterschiedliche Laufzeiten auf, bis sie den jeweils anderen Sensor erreichen. Diese gemessene "Laufzeitdifferenz" ist direkt proportional zur Fließgeschwindigkeit im Messpfad. In der Regel werden zwei sich kreuzende Messpfade eingesetzt und die Ergebnisse gemittelt. Der Durchfluss wird durch Multiplikation der ermittelten Fließgeschwindigkeit mit dem Durchflussquerschnitt und einem Korrekturwert, der die Geschwindigkeitsverteilung im benetzten Profil berücksichtigt, berechnet. Damit der jeweils aktuelle Durchflussquerschnitt durch eine kontinuierliche Wasserstandsaufzeichnung

bestimmt werden kann, muss die Querschnittsgeometrie über die Benetzungsfläche hinaus genau erhoben und mathematisch beschrieben werden. Der Korrekturwert und die Querschnittsgeometrie sind regelmäßig (zumindest vierteljährlich) zu überprüfen.

**Dopplerverfahren:** dieses beruht auf dem Dopplereffekt. Als Dopplereffekt bezeichnet man die Veränderung der wahrgenommenen oder gemessenen Frequenz von Wellen jeder Art, während sich die Quelle und der Beobachter einander nähern oder voneinander entfernen, sich also relativ zueinander bewegen.

Bei hydrometrischen Messsystemen nach dem Doppler-Effekt sind Sender und Empfänger in einem Gerät enthalten, die Frequenzverschiebung entsteht an im Wasser mittransportierten Teilchen, die die Schallwellen reflektieren. Dabei kommt es zu Frequenzverschiebungen, die gemessen werden. Diese sind direkt korrelierbar mit der Geschwindigkeit des Teilchens. Als Teilchen können mikroskopische Luftbläschen, Schwebstoffe, etc. fungieren.

Messsysteme, die das Dopplerverfahren und das Laufzeitverfahren kombinieren (ADCP: Acoustic Doppler Current Profiler), können sektorale Geschwindigkeitsprofile ermitteln.

Die ermittelte Geschwindigkeit ist nur für einen bestimmten Bereich des Profils (Messkegel) repräsentativ. Bei einigen Messkonfigurationen wird während der Messung keine Profilerfassung durchgeführt, andere Systeme sind entweder mit einem Drucksensor ausgestattet oder haben im Messvorgang das so genannte „Bottom Track – Verfahren“ zur Erkennung der Gerinnesohle integriert. Eine Beziehung zwischen der ermittelten Geschwindigkeit und der Durchflussmenge muss hergestellt werden können. Dazu sind neben dem Durchflussquerschnitt auch Angaben zur Geschwindigkeitsverteilung über den Querschnitt erforderlich. Diese können z.B. durch Abflussmessungen oder Berechnungen bzw. Modellierungen gewonnen werden.

#### Radarmessung:

Diese kontinuierliche Messung arbeitet nach dem Prinzip der Doppler-Frequenzverschiebung und erfolgt berührungslos. Es werden von einem über dem Gewässer angebrachten Sensor schräg zur Wasseroberfläche Mikrowellen-Impulse einer definierten Trägerfrequenz und Bandbreite gesendet. Durch das Fließen des Wassers (Wellen an der Wasseroberfläche sind Voraussetzung für diese Messmethode) wird die Frequenz der reflektierten Impulse verändert. Die reflektierten Wellen werden vom Sensor wieder empfangen. Durch Vergleich der abgestrahlten Frequenz mit der von der Wasseroberfläche reflektierten Frequenz

wird die Fließgeschwindigkeit ermittelt. Es muss eine Beziehung zwischen der ermittelten Geschwindigkeit an der Wasseroberfläche und der Durchflussmenge hergestellt werden können.

### **Messung der Fließgeschwindigkeit in Rohrleitungen**

Die Beobachtung an gefassten Quellen kann auch mit Geräten erfolgen, die vom Betreiber der jeweiligen Anlage in der Quelfassung eingebaut wurden. Daher werden der Vollständigkeit halber in der Folge die meisten bekannten Messmethoden für Fließgeschwindigkeitsmessungen in Rohrleitungen beschrieben. Ob die angewandte Messmethode den Genauigkeitsanforderungen des Hydrographischen Dienstes entspricht, ist im Einzelfall zu überprüfen.

#### **Geräte nach dem Messflügelprinzip:**

Ein Flügelrad wird vom Flüssigkeitsstrom in Rotation versetzt und nimmt eine Drehzahl an, die der mittleren Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit im Messquerschnitt entspricht. Die Drehzahl des Flügelrades ist somit proportional zur Fließgeschwindigkeit und die Anzahl der Umdrehungen zum durchgeströmten Volumen.

**Flügelradzähler:** Das Wasser tritt durch ein oder mehrere am Rand des Flügelbeckers tangential angebrachte Löcher ein, versetzt den Flügel in Bewegung und tritt durch eine zweite, höher liegende Öffnung bzw. Reihe von Öffnungen wieder aus. Über ein Zahnradgetriebe wirkt die Radachse auf ein Zählwerk, das bei Nassläufern in der Flüssigkeit liegt. Trockenläufer trennen Mess- und Anzeigeraum und übertragen die Rotation mit Hilfe von Magnetkupplungen.

**Woltmann-Zähler:** Reinhard Woltmann beschrieb 1790 das Prinzip der Messung von Strömungen mit Flügelrädern. Die Achse des Woltmann-Laufrads mit schraubenflächenartig verwundenen Schaufeln liegt parallel zur Strömungsrichtung. Das Rad wird also axial angeströmt. Ein reibungsarmes Getriebe verbindet mittels einer Magnetkupplung die Achse mit dem Zählwerk. Der Rohrquerschnitt erfährt im Woltmannzähler keine wesentliche Verengung. Hierdurch tritt sehr geringer Druckverlust gegenüber dem Flügelradzähler auf.

Man unterscheidet zwei Bauformen, den waagrechten oder senkrechten Einbau des Turbinenrads. Der senkrechte Einbau hat den Vorteil der geringeren Lagerreibung und damit der größten Empfindlichkeit. Allerdings ist der Druckverlust, bedingt durch die Strömungsleitung, größer. Der waagrechte Einbau hat die Vorteile der beliebigen Zählereinbaulage (z. B. vertikal), der größeren Messbereiche und des kleineren Druckverlusts.

Für große Messspannen wird der Verbundwasserzähler eingesetzt. Dieser vereinigt

einen Woltmann- und einen Flügelradzähler. Eine Umschalteneinrichtung mit Feder- oder Gewichtsbelastung sorgt dafür, dass bei Unterschreiten eines definierten Durchflusses der Woltmannzähler abgeschaltet wird, so dass die kleine Wassermenge nur durch den "Nebenzähler" läuft. Die durchgeflossene Menge erhält man durch Summieren der in beiden Zählwerken erfassten Menge.

**Turbinenradzähler:** Diese bestehen wie Woltmann-Zähler aus einem sich im Flüssigkeitsstrom frei drehenden Axialturbinenrad. Die Drehbewegung wird durch eine magnetisch-induktive Abtastung rückwirkungsfrei durch die Gehäusewand nach außen übertragen. Hierzu dient ein außerhalb des Gehäuses angeordneter Tastkopf mit einer Spule, die das Signal abgreift.

**Sägezahnzähler (Impeller Flow):** Der Sensor besteht aus einem Rotor mit kleinen Magneten in jedem der Rotorblätter ("Sägezähne"). Im Zuge der Rotation passieren diese Magneten eine Spule oder einen Reedkontakt im Sensor. Die hier erzeugten Signale werden in einer Übertragungseinheit in Impulse umgewandelt, deren Frequenz proportional zur Fließgeschwindigkeit ist.

Die Sensoren können sowohl vertikal (zu bevorzugen) als auch in einem Winkel von bis zu 45° eingebaut werden. Vor allem bei höheren Gasanteilen hat sich nach Angabe von Herstellern ein geneigter Einbau als vorteilhaft erwiesen. Bei Einbau in vertikal verlaufende Rohrleitungen ist darauf zu achten, dass die Strömung aufwärts gerichtet ist.

Die besten Ergebnisse sind zu erwarten, wenn sowohl vor als auch nach der Sensorik eine gerade Strecke ohne Einschnürungen oder Ventile gegeben ist. Besonders ist darauf zu achten, dass in der Zu- und Ablaufstrecke keine Luftsäcke ausgebildet sind und sich auch kein Sediment ablagern kann.

#### Geräte mit Frequenzmessung bei erzwungener Strömungsänderung:

**Wirbel-Durchflussmesser:** Dieses Messprinzip beruht auf der Beobachtung, dass sich nach Hindernissen in einer Strömung, z.B. hinter einem Brückenpfeiler, Wirbel ausbilden. Dementsprechend arbeiten Wirbelzähler nach dem Prinzip der Karman'schen Wirbelstraße. Hinter einem angeströmten freien Staukörper im Messrohr bilden sich bei entsprechend hoher Geschwindigkeit beidseitig Wirbel mit einander entgegengesetztem Drehsinn, welche durch die Strömung abgelöst werden. Die Frequenz der Wirbelablösung zu beiden Seiten des Staukörpers ist direkt proportional zur mittleren Fließgeschwindigkeit und damit zum Volumendurchfluss. Die Wirbel erzeugen periodische Druck- und Geschwindigkeitsänderungen, das sind Begleiteffekte, die eine Erfassung ermöglichen. Voraussetzung für die Verwendung ist, dass dem Gerät eine

Beruhigungsstrecke vorgeschaltet ist, damit sich die Wirbel sauber ausbilden können.

**Drall-Durchflussmesser:** Dieser besteht aus einem sich konisch verengenden Teil, einem zylindrischen Teil und einem sich konisch erweiternden Teil. Durch einen Eintrittsleitkörper am Beginn des sich konisch verengenden Rohres, der in seiner Form einem feststehenden Turbinenrad entspricht, wird das Wasser zur Rotation gezwungen und fließt in einer Art Schraubenbewegung. Im zylindrischen Abschnitt des Messrohres stabilisiert sich der Drall. Eine Querschnittsbetrachtung in diesem Teil zeigt, dass die Rotationsgeschwindigkeit an der Rohrwand relativ klein ist und zur Rohrachse zunimmt, bis sich in der Rohrmitte der stabile Wirbelkern ausbildet. Beim Übergang der Strömung in den sich erweiternden Teil des Rohres wird der Wirbelkern ausgelenkt, und zwar dadurch, dass es im erweiterten Bereich zur Rückströmung kommt. Der Wirbelkern führt eine schraubenförmige Sekundärrotation aus, deren Umlauffrequenz dem Durchfluss in weiten Grenzen linear proportional ist. Diese Sekundärrotation wird mit einem Messfühler erfasst, der die beim Umlauf entstehenden Druckunterschiede zur Impulserfassung nutzt.

#### Geräte nach dem Wirkdruckverfahren:

Diese arbeiten entweder nach dem Differenzdruckverfahren (Drosselverfahren, Staudruckverfahren) oder nutzen Reibungsverluste an Rohrwänden (Durchflussmessung aus Druckabfall an geraden Rohren).

**Drosselverfahren:** Durch eine Verengung im Rohrquerschnitt (kreisförmige Blende, Düse, Venturidüse) kommt es zu einer Erhöhung der Geschwindigkeit und des dynamischen Drucks bei gleichzeitiger Abnahme des statischen Drucks. Der Wirkdruck ergibt sich aus der Differenz zwischen dem statischen Druck vor der Drossel und dem in der Drossel bzw. kurz hinter dieser. Diese Druckdifferenz ist das Maß für den Durchflussstrom.

Das Wirkdruck-Messverfahren ist nur in ständig voll gefüllten Rohren und bei gleichmäßigen Strömungsverhältnissen anwendbar. Deshalb muss das Drosselgerät zwischen zwei geraden zylindrischen Rohrstrecken eingebaut sein, in denen sich keine Hindernisse oder Rohrabweichungen befinden.

**Staudrucksonde:** Diese hat mehrere Öffnungen (meist Bohrungen) in und gegen die Strömungsrichtung. An den gegen die Strömung gerichteten Öffnungen liegt der Gesamtdruck, also die Summe aus statischem und dynamischem Druck (Staudruck) an. Da an den Öffnungen auf der der Strömung abgewandten Seite nur der statische Druck anliegt, entspricht der Differenzdruck zwischen Ein- und Ausgang dem dynamischen Druckanteil. Dieser ist proportional zum Quadrat der

Strömungsgeschwindigkeit. Innerhalb der Staudrucksonde werden die an den Wirkdrucköffnungen anliegenden Drücke gemittelt.

#### Magnetisch-induktive Durchflussmessung (MID):

Dieses Messprinzip nutzt die Trennung bewegter Ladungen in einem Magnetfeld. Durch ein Rohr aus nichtmagnetischem Werkstoff, das eine elektrisch isolierende Auskleidung (z.B. aus Keramik oder PTFE) aufweist, strömt die zu messende Flüssigkeit. Von außen wirkt darauf senkrecht zur Strömungsrichtung ein Magnetfeld, erzeugt von zwei Feldspulen beiderseits des Messrohres, mit konstanter Stärke. In der Flüssigkeit vorhandene Ladungsträger (z.B. Ionen) werden durch das Magnetfeld abgelenkt: die positiven Ladungsträger z. B. nach links, die negativen nach rechts. An senkrecht zum Magnetfeld angeordneten Elektroden entsteht durch die Ladungstrennung eine Spannung, die messtechnisch erfasst wird. Die Höhe der gemessenen Spannung ist der Größe der Strömungsgeschwindigkeit der Ladungsträger und damit der strömenden Flüssigkeitsmenge proportional.

Der Vorteil der magnetisch-induktiven Durchflussmessung ist das Fehlen von Einbauteilen in der Strömungsbahn. Das Magnetfeld wird durch einen getakteten Gleichstrom wechselnder Polarität erzeugt. Dies gewährleistet einen stabilen Nullpunkt und macht die Messung gegenüber Einflüssen durch Mehrphasenstoffe, Inhomogenitäten in der Flüssigkeit oder geringe Leitfähigkeit unempfindlich.

Bei diesem Messsystem können auftretende Gasblasen und stark wechselnde elektrische Leitfähigkeit problematisch sein. Anzustreben ist die Anordnung der Messkonfiguration im Bereich ständig vollgefüllter Rohre mit gleichmäßigen Strömungsverhältnissen.

#### Ultraschalldurchflussmessung:

Auch in geschlossenen Querschnitten kommt das Laufzeitdifferenz-Verfahren (siehe oben) zum Einsatz. Für die Messung in Rohren mit gleichförmiger Strömung ist ein Messpfad ausreichend.

Die Sensoren werden auf der Rohrleitung montiert. Voraussetzung für eine exakte Durchflussmessung ist ein gut entwickeltes Geschwindigkeitsprofil in einem voll gefüllten Rohr. Störend wirken sich Gasblasen im Wasser aus.

Massendurchflussmesser: Diese werden in Geräte nach dem Coriolisprinzip und Thermische Massendurchflussmesser – letzterer wird fast ausschließlich für Gase verwendet – unterschieden.

**Coriolis-Massendurchfluss-Messgerät:** Die Corioliskraft (nach dem französischen Physiker Gaspard Gustave de Coriolis) ist neben der Zentrifugalkraft die zweite

Scheinkraft, die nur in rotierenden Bezugssystemen (z.B. unsere Erde) auftritt. Sie stellt eine Beschleunigung senkrecht zur Bewegungsrichtung dar, die dazu führt, dass kräftefreie Bewegungen vom rotierenden Bezugssystem aus gekrümmt erscheinen. Sie hängt vom Ort und von der Geschwindigkeit des Messkörpers relativ zum rotierenden Bezugssystem ab.

Das Coriolis-Massendurchfluss-Messgerät nutzt die Coriolis-Kräfte, die entstehen, wenn eine in Bewegung befindliche Masse einer Schwingung quer zur Bewegungsrichtung ausgesetzt wird. Das Messgerät besteht aus zwei bogenförmigen metallischen Rohren, die mittels Magneten in Schwingung versetzt werden. Das durchströmende Wasser verursacht eine Phasenverschiebung in der Schwingung, welche über Magnete an den Enden der Schwingarme in eine Spule induziert und dann elektronisch ausgewertet wird. Die Schwingfrequenz der Messrohre selbst ist zudem ein direktes Maß für die Messstoffdichte.

### **7.2.3 Direkte Mengenmessung**

Für die Messung von Durchflüssen in geschlossenen Rohrleitungen stehen neben Geschwindigkeitsmessern auch Mengemesser (Volumenzähler) zur Verfügung. Sie werden auch als Verdrängungszähler bezeichnet.

Mengemesser sind Geräte, die Teilvolumina abgrenzen, erfassen und zum Gesamtvolumen integrieren. Sie arbeiten mit beweglichen Messkammern deren Volumen eindeutig definiert ist.

#### **Ovalradzähler**

Das Messelement besteht aus zwei verzahnten ovalen Zahnrädern. Die antreibende Flüssigkeit erzeugt je nach Stellung der Ovalräder unterschiedlich angreifende Drehmomente, die die Räder aufeinander abrollen lassen. Jede Umdrehung des Ovalradpaares transportiert ein definiertes Flüssigkeitsvolumen. Die Anzahl der Umdrehungen ist somit ein genaues Maß für die durchgeflossene Menge.

#### **Ringkolbenzähler**

In einem zylindrischen Gehäuse wird ein Hohlzylinder, der Ringkolben, exzentrisch zum Umlauf gebracht. Er transportiert dabei definierte Teilvolumina – den eigenen Inhalt und den des verbleibenden Raums im feststehenden Außenzylinder. Bei einem Umlauf des Ringkolbens werden die beiden Teilvolumina jeweils einmal erfasst.

### **7.2.4 Schaffung definierter Fließbedingungen – Messwehre und –gerinne**

Mit Messgerinnen und -wehren werden definierte Fließbedingungen geschaffen, so dass eine eindeutige und konstante Abhängigkeit zwischen Wasserstand und Durchfluss entsteht, die mittels einer hydraulischen Formel, beruhend auf dem Energieerhaltungssatz, beschrieben werden kann. Bei strömendem Abfluss bewirkt eine Verengung des Querschnittes eine Zunahme der spezifischen Energie in Fließrichtung. Dadurch verringert sich die Wassertiefe bei gleichzeitiger Erhöhung der Fließgeschwindigkeit. Ist die Kontraktion so stark, dass der Abfluss in der Engstelle nicht mit minimaler Energie abgeführt werden kann, so bildet sich im Oberwasser ein Aufstau und in der Engstelle tritt ein Übergang von strömendem zu schießendem Abfluss (Fließwechsel, kritischer Abflusszustand) auf. Hinter der Einengung geht die Strömung durch einen Wechselsprung wieder in den strömenden Zustand über.

#### **Messwehre**

Wehre sind Stauanlagen und das Überströmen dieser Anlagen wird als Überfall bezeichnet. Wird der Abfluss über die Wehrkrone nicht vom unterhalb des Wehrs befindlichen Wasser (Unterwasser) beeinflusst, spricht man von einem vollkommenen Überfall, bei welchem an der Wehrkrone ein Fließwechsel auftritt. Das Auftreten eines Fließwechsels ist für Messwehre unbedingt erforderlich. Wenn der Unterwasserspiegel tiefer liegt als die Wehrkrone (bei einem Dreieckswehr tiefster Punkt des Ausschnitts), ist ein vollkommener Überfall sichergestellt.

Nach der konstruktiven Gestaltung des Wehrkörpers werden abgerundete, breitkronige und scharfkantige Wehre unterschieden. Da sich bei letzteren der Überfallstrahl gut ablösen kann, sind Strahlform und Überfallbeiwert hinreichend bekannt, weshalb sie als Messwehre bevorzugt werden.

Nach Art des Verbaus des Gerinnequerschnitts werden Messwehre ohne und mit Seitenkontraktion (Wehr erstreckt sich nur über einen Teil der Gerinnebreite), nach Art der Querschnittausbildung Rechteck- (nach Rehbock, bzw. Poncelet) und Dreiecksüberfälle (nach Thomson) sowie kombinierte (gegliederte) Wehre unterschieden. Abbildungen und Formeln zur Berechnung des Durchflusses siehe Anhang 1.

Zur Messung kleiner Schüttungen eignet sich das Dreieckswehr, für mittlere bis höhere Schüttungen das Rechteckswehr. Für stark variable Schüttungen ist ein kombiniertes Wehr, bei dem über einem Dreiecksausschnitt ein Rechtecksüberfall angeordnet wird, günstig.

Voraussetzung für die Verwendung von Messwehren ist ein ausreichend großes

Gefälle, um den erforderlichen Wehrstau erzeugen zu können, ohne dass es zu einer Behinderung des freien Quellaustrittes kommt. Der Wehrquerschnitt muss dabei gleichmäßig im rechten Winkel angeströmt werden.

Weiters ist darauf zu achten, dass der Überfallstrahl belüftet ist, das heißt, hinter dem Überfallstrahl muss derselbe Luftdruck herrschen wie davor. Fehlt eine ausreichende Belüftung, wird der Überfallstrahl zum Wehr hin angesaugt und verformt sich hierdurch und/oder beginnt zu schwingen. In jedem Fall beeinträchtigt dies die Genauigkeit der Messung, weil in diesem Fall die Abflussformel nicht mehr genau stimmt.

Die Überfallkanten der Messwehre dürfen nicht mehr als 1 – 2 Millimeter stark sein, und sie müssen sauber glatt bearbeitet sein. Zur Luftseite hin sind sie unter 45° für Rechteckwehre bzw. 60° für Dreieckswehre abzufasen.

Die genannten Grenzwerte für die geometrischen Abmessungen sind oft nur schwer einzuhalten. Dies beeinträchtigt zwar die Genauigkeit der in Anhang 1 angegebenen Abflussformeln, bedeutet aber nicht, dass solch ein nicht ganz perfektes Wehr unbrauchbar wäre. In solchen Fällen müssen bei verschiedenen Wasserständen Abflussmessungen durchgeführt werden, um die Abflussformeln zu kalibrieren oder Korrekturformeln zu erstellen. Die Wehre bedürfen – wie alle Messeinrichtungen – einer regelmäßigen Kontrolle und Pflege. Es ist zu gewährleisten, dass Laub, kleine Äste oder sonstiges Schwemmzeug von der Wehrkante fern gehalten wird, Bewuchs an der Wehrwand ist zu entfernen, es ist zu kontrollieren, dass die Belüftung des Überfallstrahles verlässlich funktioniert.

Die kinematische Zähigkeit des Wassers geht implizit in die Abflussformeln ein, ist dort aber nicht explizit enthalten. Da die Temperaturen von Quellwässern im Allgemeinen in engen Grenzen variabel sind, kann die Zähigkeit als konstant angenommen werden. Messwehre sollen nahe dem Quellaustritt eingebaut werden, damit sich das Wasser im Winter nicht zu stark abkühlt oder im Sommer zu stark erwärmt und dadurch die Zähigkeit unzulässig verändert wird.

### **Messgerinne**

Für Schüttungsmessungen an Quellen kommen auch Messgerinne zum Einsatz. Die Dimensionierung erfolgt nach den zu messenden Schüttungsmengen. Auf eine horizontale Ausrichtung des Messgerinnes in und quer zur Fließrichtung ist zu achten.

Eine besondere Ausführung eines Messgerinnes ist der Venturikanal. Dieser setzt sich aus drei Bauteilen zusammen: Dem Einlauf- oder Beruhigungsteil, der Einschnürungs- und der Nachlaufstrecke. In der Einschnürungsstrecke folgt der

kurzen gut ausgerundeten Kontraktion ein längerer Diffusor mit kleinem Öffnungswinkel. Abbildung und Formel zur Berechnung des Durchflusses siehe Anhang 1.

Wie beim Messwehr muss auch beim Venturigerinne darauf geachtet werden, dass für jede mögliche Abflussmenge ein Fließwechsel in der Engstelle auftritt, da man nur in diesem Fall mit einer Wasserstandsmessung im Oberwasser auskommt. Gegebenenfalls kann das Venturigerinne auch mit einer Sohlschwelle kombiniert werden, um den Fließwechsel zu erzwingen.

Venturikanäle haben gegenüber Messwehren den Vorteil, dass ein relativ kleiner Aufstau im Oberwasser genügt, um einen Fließwechsel herbeizuführen. Ein weiterer Vorteil ist der zum Aufbau notwendige geringe Höhenunterschied im Gelände. Des Weiteren können Venturikanäle ohne Sohlschwelle Schwimm-, Schweb- und Sinkstoffe nahezu problemlos abführen.

Nachteilig für Quellmessungen kann der relativ geringe Messbereich eines Venturikanals sein (Sicherstellung des Fließwechsels im Niedrigwasserbereich).

## ***7.2.5 Wassertemperaturmessung***

### **Widerstandsthermometer**

Die Messung der Wassertemperatur im Zuge der Quellbeobachtung erfolgt ausschließlich mit Widerstandsthermometern, da diese eine Messung der tatsächlichen Temperatur erlauben. Thermoelemente können dagegen nur Temperaturdifferenzen zu einem bekannten Referenzniveau erfassen. Der elektrische Widerstand der meisten Materialien variiert beträchtlich mit der Temperatur. Die Ursache liegt in der Atomstruktur der festen Körper. Während es in Isolatoren keine freien Elektronen gibt, ist dies bei elektrischen Leitern der Fall. Diese freien Elektronen werden von den bei höheren Temperaturen stärker in ihren Gittern schwingenden Atomen in ihrem Fluss behindert, wodurch der elektrische Widerstand steigt. Bei Halbleitern herrscht normalerweise Mangel an Leitungselektronen. Erst durch Zufuhr thermischer Energie werden Elektronen zur Stromleitung frei, bei steigenden Temperaturen sinkt somit der elektrische Widerstand.

### **Metallwiderstandssensoren:**

Der Widerstand eines metallischen Leiters nimmt mit zunehmender Temperatur zu, er besitzt also einen positiven Temperaturkoeffizienten (abgekürzt PTC, Kaltleiter) Ein hoher Reinheitsgrad des Metalls gewährleistet die Reproduzierbarkeit des Messergebnisses. Das gängigste Material für Metallwiderstandssensoren ist Platin,

da seine Eigenschaften gut reproduzierbar sind und ein großer Messbereich möglich ist. Metallwiderstandssensoren werden in Form von Draht- und Dünnschichtsensoren gefertigt und in Schutzkörpern untergebracht. Aufgrund der Bauart sind sie größer als Halbleiterelemente. Genormte Platinwiderstandselemente (Pt100, Pt1000) können problemlos ausgetauscht werden.

#### Halbleiterwiderstandssensoren:

Diese werden auch als Thermistoren bezeichnet. Es werden zwei Typen unterschieden: Heißleiter (bei steigender Temperatur sinkt der Widerstand, daher negativer Temperaturkoeffizient, abgekürzt NTC) und Kaltleiter (bei steigender Temperatur steigt der Widerstand, daher positiver Temperaturkoeffizient, abgekürzt PTC). NTCs bestehen aus einer Mischung von Metalloxyden, die zu kleinen Kugeln, Plättchen oder Stäbchen gesintert werden. PTCs bestehen aus ferroelektrischen keramischen Werkstoffen und haben nur einen kleinen Messbereich. Halbleiterwiderstandssensoren sind gegenüber Metallwiderstandssensoren sehr klein. Der Halbleiter liegt möglichst weit an der Sensorspitze in gut wärmeleitender Umgebung (Silber) und geschützt in einem Sensorgehäuse.

Bei hydrographischen Messungen werden von den Halbleiterwiderstandssensoren fast ausschließlich NTC-Elemente verwendet.

### **7.2.6 Leitfähigkeitsmessung**

In Wasser erfolgt der Ladungstransport nicht wie bei Metallen durch Elektronen sondern durch positiv (Kationen) oder negativ (Anionen) geladene Ionen. Legt man an zwei Elektroden, welche in eine Ionenlösung tauchen, eine Potentialdifferenz an, so wandern die Kationen in Richtung der negativ geladenen Elektrode, die Anionen in Richtung der positiv geladenen Elektrode und es fließt elektrischer Strom durch die Lösung. Alle Stoffe, die elektrischen Strom leiten, besitzen einen messbaren elektrischen Widerstand. Mit Kenntnis der Geometrie des Leiters kann daraus der spezifische elektrische Widerstand und somit dessen Kehrwert die Leitfähigkeit ermittelt werden. Dies erfolgt mit Hilfe der Zellenkonstante, die auch andere Faktoren korrigiert (z.B. Elektrodenmaterial, Übergangswiderstand von Elektrode zum Messmedium).

Für Ionenleiter gilt, dass die elektrische Leitfähigkeit von der Konzentration, der Ladung und der Beweglichkeit der Ionen abhängt. Die Beweglichkeit ist von der Viskosität und damit der Temperatur des Leiters abhängig. Daher werden die gemessenen Werte für Wasser, um sie vergleichen zu können, auf 25 °C normiert.

### **Zweileiter-Messzelle**

Zwischen zwei Elektroden wird ein konstanter Strom bekannter Stärke eingepreßt und der vom elektrischen Widerstand des Wassers abhängige Spannungsabfall wird gemessen. Daraus kann der elektrische Widerstand ermittelt werden.

### **Vierleiter-Messzelle**

Sie besteht aus zwei Stromelektroden und zwei Spannungselektroden. Durch die Stromelektroden tritt der konstante elektrische Strom mit bekannter Stärke in das Messmedium ein. An den Spannungselektroden wird hochohmig der im Wasser entstehende Spannungsabfall gemessen.

Bei der Verwendung von Gleichstrom baut sich an den Elektroden ein elektrochemisches Potential auf, das der angelegten Messspannung entgegengerichtet ist und so wie ein zusätzlicher Widerstand wirkt (Polarisation). Es kommt zur Versinterung an den Elektroden. Bei Vierleiter Messzellen tritt die Polarisation nur an den beiden Stromelektroden auf. Durch die Verwendung von Wechselstrom wird die nur geringfügig entstehende Polarisation laufend wieder abgebaut.

Zweileiter-Messzellen, die mit Gleichstrom betrieben werden, dürfen zur Messung an Quellen im Hydrographischen Dienst nicht verwendet werden. Nach Möglichkeit sollen Vierleiter-Messzellen im Wechselstrombetrieb eingesetzt werden.

An Stelle von Platin für das Zellenmaterial werden heute meist Keramikverbundstoffe eingesetzt. Es ist darauf zu achten, dass nur solche Sonden verwendet werden, deren Elektroden trocken gelagert werden können und weitestgehend verschleißfrei sind.

### ***7.2.7 Trübungsmessung***

Die Trübung einer Flüssigkeit wird durch ungelöste Stoffe wie anorganische oder organische Partikel, durch Kolloide aber auch durch Gasbläschen hervorgerufen. Trifft Licht auf solche Teilchen, so wird ein Teil des Lichts gestreut, wobei man unter Streuung ganz allgemein die Ablenkung des Lichtstrahls aus seiner Richtung versteht. Das Ausmaß der Streuung wird vor allem durch die Anzahl und die Eigenschaften (z.B. Größe, Form und Farbe) der in der Flüssigkeit enthaltenen Partikel bestimmt. Die Messung der Trübung basiert auf der messtechnischen Erfassung dieser Streustrahlung. Der hierbei erhaltene Messwert ist abhängig von der Wellenlänge des verwendeten Lichts sowie der Geometrie der Messeinrichtung (Messwinkel).

Für die Trübungsmessung werden zwei unterschiedliche Methoden verwendet:

### **Durchlichtmessung**

Dabei wird der Lichtverlust eines transmittierten Strahls gemessen. Eine Lichtquelle sendet einen Lichtstrahl durch das Wasser, der direkt gegenüber (Winkel  $0^\circ$ ) von einem Fotodetektor empfangen wird.

### **Streulichtmessung** (nephelometrische Messung)

Hierbei wird die Intensität des seitlichen Streulichts gemessen, d.h. wie viel Streulicht unter einem bestimmten Winkel abgelenkt wird. Dazu sind Lichtquelle und Fotodetektor so auf dem Sondenkopf angebracht, dass der ausgesendete Lichtstrahl und der detektierte Lichtstrahl, der von einem Feststoffteilchen zurückgestreut wird, einen bestimmten Winkel einnehmen. Es gibt auch Geräte mit zwei Lichtquellen und zwei Lichtempfängern (Vierstrahl-Wechsellicht-Verfahren). Mit jedem Lichtsignal werden zwei Messsignale an den beiden Lichtempfängern detektiert - also insgesamt vier. Die Messsignale werden im Sensor verarbeitet und in proportionale Frequenzen umgewandelt. Der Messumformer ordnet den Frequenzen die entsprechenden Trübungseinheiten zu.

Generell kann festgestellt werden, dass sich größere Trübungen (größer 40 FNU laut EN ISO 7027) im Durchlicht und kleine Trübungen im Streulicht besser detektieren lassen. Der Grund hierfür ist das Phänomen der Mehrfachstreuung. Bei kleinen Konzentrationen kann sich das gestreute Licht jedes einzelnen Teilchens frei fortsetzen (Einfachstreuung), bei höheren Konzentrationen hingegen schirmen einerseits die der Lichtquelle näher liegenden Partikel das einfallende Licht ab und kann sich andererseits das Streulicht nicht mehr frei ausbreiten. Somit nimmt die Streulichtintensität nicht mehr proportional zur Konzentration zu.

Nach EN ISO 7027 wird für beide Messverfahren Infrarotlicht mit einer Wellenlänge von 860 nm verwendet. Der Messwinkel bei der Streulichtmessung beträgt  $90^\circ$ . Mit einer Infrarot-Lichtquelle wird der Einfluss von Färbungen in einer Lösung minimiert bzw. ausgeschaltet, da bei der Wellenlänge von 860 nm praktisch keine Absorption stattfindet.

Im Gegensatz dazu ist gemäß „Standard methods for the examination of water and wastewater“ (US EPA) eine Wolfram-Breitbandlichtquelle („Weißlicht“) erforderlich. Für die Messung klarer Wässer mit sehr geringer Trübung nach DIN 38404-C2-1 wird ebenfalls eine Weißlichtquelle mit einer Wellenlänge von 550 nm verwendet. Dies führt zu einer größeren Intensität der Streustrahlung. Eine Eigenfärbung der Lösung wirkt sich bei Weißlicht störend aus.

Messergebnisse, basierend auf unterschiedlichen Wellenlängen oder

unterschiedlichen Messanordnungen, sind nicht miteinander vergleichbar und nicht umrechenbar.

Alle Messgeräte können mit Trübungsstandards kalibriert werden (siehe Kapitel 11).

### **7.2.8 Datensammler**

Datensammler oder –logger sind elektronische Geräte zur digitalen Erfassung von Messwerten. Ein Datensammlermesssystem besteht aus

- Messwertgeber,
- Datensammler sowie
- Bedien- und Auslesegerät.

#### **Messwertgeber**

Die unterschiedlichen Messwertgeber, wie sie in den Kapiteln 7.2.1 bis 7.2.7 beschrieben wurden, messen den Momentanwert bzw. die Messwertänderung und geben sie an den Datensammler weiter. Um den Energiebedarf zu optimieren, werden die Messwertgeber an Quellmessstellen in der Regel nur kurzfristig zum Zeitpunkt der Messung eingeschaltet. Es ist zwischen analogen und digitalen Messwertgebern zu unterscheiden.

Analoge Messwertgeber finden hauptsächlich bei Verfahren, die auf physikalischen Effekten (Drucksonde, Temperatursensor, etc.) oder elektrochemischen Gesetzmäßigkeiten beruhen, Anwendung. Die analogen Signale werden mit Hilfe eines Analog-Digital-Wandlers (A-D-Wandler) in digitale Signale umgesetzt, die dann vom Datensammler gespeichert und gegebenenfalls weiterverarbeitet werden können. Der physikalische Wert, den der Sensor liefert (z.B. Volt), wird im Datensammler mittels Umrechnungspolynomen in den Ausgabeparameter (z.B. Meter) umgerechnet.

Der A-D-Wandler kann auch direkt mit dem Messwertgeber verbunden sein, so dass dem Datensammler digitale Signale übermittelt werden (günstig bei langen Messleitungen). Am Datensammler genügt in diesem Fall eine Schnittstelle, an welche alle Sensoren eines Datensammlersystems angeschlossen werden können (z.B. Feldbus, SDI 12).

Digitale Messwertgeber finden vorwiegend bei mechanischen Messverfahren Anwendung, bei denen sich die Messgröße leicht in digitaler Form erfassen lässt (z.B. Schwimmer-Winkelcodierer, Impulszähler).

## **Datensammler**

Dieser ruft in einem vorgegebenen Turnus (Taktung) die Messwerte passiver Messwertgeber ab bzw. empfängt das Signal aktiver Messwertgeber.

## **Bedien- und Auslesegerät**

Das Bediengerät besitzt die für die Kommunikation mit dem Datensammler notwendige Tastatur und Anzeige. In das Auslesegerät werden die Daten für den Transfer zum Hydrographischen-Daten-Management-System (HyDaMS) übertragen. Bei manchen Datensammlern erfolgt auch die Bedienung mit Hilfe des Auslesegerätes.

Die einzelnen Funktionseinheiten können in unterschiedlicher Weise miteinander verbunden werden. Folgende Formen existieren:

- A-D-Wandler befindet sich am Messwertgeber,
- A-D-Wandler ist im Datensammler integriert,
- Messwertgeber, A-D-Wandler und Datensammler bilden eine Einheit,
- Datensammler und Bedieneinheit sind kombiniert oder
- Bedien- und Auslesegerät sind kombiniert.

Datensammler sind geschützt unterzubringen (Vandalismus, Witterung, etc.).

Es sind nur solche Modelle zu verwenden, die eine Kontrolle der Messwerte und Korrektur der Parametrierung vor Ort (Anzeige, Auslesegerät) ermöglichen.

Bei Datensammlern, die mit Akkumulatoren oder Batterien betrieben werden, muss entweder die Möglichkeit bestehen, die Batterie- bzw. Akkumulatorenspannung unter Nennlast zu prüfen oder eine Anzeige der verbleibenden Kapazität vorhanden sein. Bei netzversorgten Geräten ist eine Pufferung vorzusehen, um bei einem kurzzeitigen Stromausfall Datenlücken zu verhindern.

## **Systematische Messabweichungen bei Messgeräten und Datensammlern**

Im Folgenden wird das System Messgerät-Datensammler als eine Einheit betrachtet. Grundsätzlich ist anzumerken, dass innerhalb dieses Systems soweit wie möglich auf digitale Messwertaufbereitung (im Bereich der Messgeräte) und digitalen Datentransfer (an der Nahtstelle Messgerät – Datensammler) zu achten ist. Gesonderte Messumformer mit analogen Ausgängen sind wegen des hohen Stromverbrauchs und der erst nachträglichen Digitalisierung der Messwerte so weit wie möglich zu vermeiden.

Systematische Messunsicherheiten können von den Messgeräten durch die Digitalisierung, teilweise auch bei der Messwertausgabe, hervorgerufen werden. Eine weitere Unsicherheitsquelle sind Werteumrechnungen und Kompensationsberechnungen. Seitens der Hersteller liegen diesbezüglich nur sehr wenige Angaben vor.

Die wichtigsten Unsicherheitsquellen sind

- Auflösung und Nichtlinearität der Analog-Digital-Wandler (A-D-Wandler),
- Temperatureffekte der Bauteile und
- Ungenauigkeiten der Umrechnungspolynome.

Derzeit quantifizierbar ist nur die Auflösung der A-D-Wandler. Dies zeigt folgende Tabelle.

A-D-Wandler	Berechnung	Messbereichsteilung
8 bit	$2^8$	256
12 bit	$2^{12}$	4096
16 bit	$2^{16}$	65536

Daraus ergibt sich ungefähr die Auflösung (Digitsprünge) des Messbereichs. In nachfolgender Tabelle wird diese anhand der Standardparameter dargestellt.

Messbereich	Teilung bei 8 bit	Teilung bei 12 bit
1400 $\mu\text{S/cm}$	5,47 $\mu\text{S/cm}$	0,342 $\mu\text{S/cm}$
50 $^{\circ}\text{C}$	0,195 $^{\circ}\text{C}$	0,0122 $^{\circ}\text{C}$
10 m	0,039 m	0,0024 m
3.5 m	0,137 m	0,00085 m

In diesen Bereich fällt auch noch der so genannte Digitfehler (genauer LSB = Last Significant Bit). Er beinhaltet die Digitalisierungsungenauigkeit und den Rundungsfehler der digitalen Anzeige. Dies betrifft immer die letzte dargestellte

Stelle. Bei einer 12-bit-Teilung der Digitalisierung der Leitfähigkeitswerte und einer gewählten Darstellung von einer Kommastelle kann diese Nachkommastelle nicht jeden beliebigen Wert annehmen (nur in Sprüngen von 0,342  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) und muss noch gerundet werden (siehe folgende Tabelle):

Messwert	ausgegebenener Wert	$\Delta$ -Messwert	$\Delta$ -ausgegeben. Wert
330,342	330,3		
		0,342	0,4
330,684	330,7		
		0,342	0,3
331,026	331,0		

### **7.2.9 Fernübertragungseinheiten**

Zur Datenübertragung können Datenleitungen, Mobilfunk (z.B. GSM, GPRS), Festnetztelefon oder Funk (terrestrisch oder Satellit) eingesetzt werden. Antennen müssen entsprechend den Normen mit Blitzschutz- bzw. Überspannungsableitungseinrichtungen ausgerüstet sein.

Neben der Übertragung von bereits gespeicherten Daten (z.B. einmal täglich) ist auch die direkte Übertragung des Messwertes (Echtzeitübertragung) in eine Zentrale möglich.

Wegen eventueller Übertragungsunsicherheiten und -ausfällen muss der Datenspeicher des Datensammlers über eine entsprechend große Speicherkapazität verfügen und auch vor Ort auslesbar sein.

### **7.2.10 Energieversorgung**

Für die Wahl und Auslegung der Energieversorgung ist der Bedarf der Messstelle nach den Verbrauchsangaben der Hersteller und in Abhängigkeit der Messintervalle zu ermitteln.

## **Netzanschluss**

Sofern die Möglichkeit besteht, sollen Quellmessstellen an ein Stromnetz angeschlossen werden. Dabei sind die Vorschriften der ÖVE einzuhalten. Des Weiteren ist ein Pufferakkumulator vorzusehen und auf einen entsprechenden Überspannungs- und Blitzschutz zu achten.

## **Batterien**

Alle Datensammler besitzen eine interne Stützbatterie, die die eingebaute Uhr betreibt und – abhängig vom Datensammlertyp – den Datenspeicher mit Strom versorgt (Memory-Refresh Batterie). Diese Batterien sind regelmäßig, den Herstellerangaben entsprechend, zu tauschen. Ist eine Überprüfung des Batteriezustandes möglich, soll diese durchgeführt werden und ein Batterietausch auch vom Messergebnis abhängig gemacht werden. Ein Stützbatteriewechsel empfiehlt sich vor der kalten Jahreszeit, um Datenverluste bei Ausfall der externen Stromversorgung (Akkumulatoren) zu verhindern. Besonders Lithiumbatterien haben sich zu diesem Zweck bewährt, da sie auch bei tiefen Temperaturen ausreichend Energie abgeben können.

Bei einzelnen Gerätetypen werden Batterien auch für den Messbetrieb eingesetzt. In diesem Fall ist eine regelmäßige Kontrolle der Spannung erforderlich.

## **Wechselakkumulatoren (Akkus)**

Bei Verwendung von Wechselakkumulatoren ist in Abhängigkeit vom Messintervall, den verwendeten Sensoren und dem Betreuungsintervall die notwendige Kapazität zu wählen.

Tiefentladungen der verwendeten Akkumulatoren können nur durch entsprechende elektronische Einheiten (Tiefentladeschutz, möglicherweise bereits im Datensammler integriert) wirkungsvoll vermieden werden. In Zusammenhang damit ist auf externe Geräte wie z.B. Modems zu achten. Eine Tiefentladung schadet jedem der derzeit üblicherweise verwendeten Akkumulatoren und verkürzt die Lebensdauer meist erheblich.

Alle Akkumulatortypen weisen Alterungseffekte auf, deren Ausprägung hauptsächlich von der Art der Stromentnahme, der Art und Weise der Aufladung und den Betriebstemperaturen abhängt. Für den Einsatz an Quellmessstellen sind Akkumulatoren zu wählen, die auch tiefe Temperaturen unbeschadet überstehen und dabei auch noch ausreichend Leistung abgeben können. In der Praxis bedeutet dies, dass ausreichend Leistungsreserven bei der Berechnung der Kapazität berücksichtigt werden müssen.

Nickel-Cadmium Akkumulatoren weisen neben den Vorteilen der Funktionstüchtigkeit bei geringen Temperaturen und einer hohen Leistungsdichte (Akkugewicht im Verhältnis zur Kapazität) leider den Nachteil der hohen Giftigkeit des eingesetzten Cadmiums auf.

Bleiakkumulatoren finden heute sehr häufig als Blei-Gel-Akkumulatoren an Quellmessstellen Verwendung, da sie unkompliziert in der Anwendung und leicht erhältlich sind. Dies bringt Sicherheit beim Betrieb (können z.B. lageunabhängig eingebaut werden) und beim Laden mit sich. Sie weisen aber eine geringe Leistungsdichte auf. Für Einsätze bei extrem niedrigen Temperaturen sind Bleiakkumulatoren mit verändertem Säuregehalt erhältlich.

Die Recyclingrate von Bleiakkumulatoren ist im Gegensatz zu anderen Typen nahezu 100%. Da nahezu alle Akkumulatortypen umweltschädliche Bestandteile enthalten, ist auf einen sehr sorgsamem Umgang im Gelände zu achten. Sie müssen an der Messstelle hochwassersicher angebracht werden. In Zukunft können verstärkt auch andere Akkumulatortypen zum Einsatz kommen. Dabei ist neben den technischen Aspekten auch auf die Umweltverträglichkeit zu achten. Erwähnenswert sind in diesem Zusammenhang RAM-Akkumulatoren (Rechargeable Alkali Mangan), da sie ohne giftige Bestandteile auskommen, in weiten Temperaturbereichen einsetzbar sind und eine hohe Leistungsdichte aufweisen.

Das Aufladen unterschiedlicher Akkumulatortypen muss unbedingt den Betriebsanleitungen gemäß erfolgen. Die Ladegeräte müssen entweder an den Typ und die Kapazität des Akkumulators angepasst werden können, oder es müssen unterschiedliche Ladegeräte Verwendung finden. Von Billiggeräten ist unbedingt abzuraten, da sie die Lebensdauer der Akkumulatoren in der Regel erheblich verkürzen. Zur Beurteilung des Zustands von Akkumulatoren kann die Dokumentation von Ladezyklen, Einsatzort und Einsatzzeit einzelner Akkumulatoren neben Messungen sehr hilfreich sein.

Akkumulatoren sollten nicht vorsorglich "auf Lager gelegt" werden, da besonders nicht verwendete Akkumulatoren altern. Es sollten daher nur die notwendigen Tauschakkumulatoren vorhanden sein.

### **Solarversorgung**

Für eine Solarversorgung bedarf es einer funktionellen Einheit bestehend aus Solarpaneel, Laderegler und Akkumulator, deren Komponenten aufeinander abgestimmt sein müssen. Derzeit werden Solarversorgungen fast ausschließlich mit speziellen Bleiakkumulatoren realisiert. Mindestanforderung an die zum Einsatz kommenden Laderegler ist eine Temperaturkompensation der

Ladeschlussspannung, da ansonsten die Lebenszeit des Akkumulators sehr stark reduziert wird.

Die Paneele sind entsprechend ihren Leistungskennzahlen in Beziehung zum Bedarf zu wählen. Die Ladeleistung von Solarpaneelen sollte nicht überschätzt werden. Die angegebene Spitzenleistung eines Paneels sollte dem vierfachen Wert des ermittelten Energiebedarfs entsprechen.

Es muss prinzipiell ein möglichst sonniger Standort gewählt und eine Beschattung weitestgehend ausgeschlossen werden, um unerwünschte Leistungsabfälle (bis zu 90%) zu vermeiden. Oft ist es günstiger eine lange Zuleitung (auch länger 100 m) von einer gut positionierten Solaranlage zur Messstelle in Kauf zu nehmen, da die Leitungsverluste kleiner sind als die erhöhte Stromausbeute (Achtung: Blitzeinwirkung).

Das Paneel ist sehr steil zu stellen, damit einerseits der Einfallwinkel der Sonne im Winter besser ausgenutzt wird und andererseits Schnee leichter abrutschen kann. Vogelschutzeinrichtungen (Greifvögel) können von Vorteil sein.

Schutz vor mechanischer Beschädigung kann die Verwendung von Schutzverglasungen aus Sicherheitsglas bieten.

### **Turbinen**

Kleinstwasserkraftwerke mit einer Leistungsabgabe von 50 - 100 Watt sind geeignet eine ausreichende Stromversorgung für den Inselbetrieb einer Quellmessstelle sicherzustellen. Grundvoraussetzung hierfür ist eine gesicherte Mindesttriebwassermenge sowie eine auf den Leistungsbedarf abgestimmte und vorhandene Fallhöhe. Das Kraftwerk (Turbine mit Generator) selbst arbeitet wartungsfrei und es muss lediglich auf einen regelmäßigen Tausch der Wellenlagerung geachtet werden. Aufgrund der geringen Abmessungen ist eine unauffällige Installation beispielsweise in einer farblich auf die Umgebung abgestimmten Metallbox möglich. Die Stromerzeugung erfolgt kontinuierlich über 24 Stunden und speist eine Puffereinheit (Akkumulator). Diese ist notwendig, um Entnahmespitzen bei der Datenerfassung, -speicherung und -übertragung nicht direkt vom Generator abzunehmen, was zu einer Überlastung führen kann.

Man kann mit Wasserkraft unter schwierigen Verhältnissen auch nur eine Grundlast bereitstellen und sie mit anderen Energielieferanten (z.B. Fotovoltaik) kombinieren.

Bei der Verwendung von Kleinstkraftwerken sind das Wasserrechtsgesetz und die Landesnaturschutzgesetze zu berücksichtigen und erforderliche Bewilligungen einzuholen.

## **Brennstoffzellen**

Die Brennstoffzellen befinden sich derzeit noch in der Entwicklungsphase, dürften aber in absehbarer Zukunft vermehrt zum Einsatz gelangen.

### ***7.2.11 Blitz- und Überspannungsschutz***

Blitz- und Überspannungsschutzeinrichtungen an einer Messstelle sind von einem konzessionierten Fachbetrieb zu errichten.

Grundsätzlich wird zwischen äußerem und innerem Blitzschutz unterschieden. Dies bezieht sich auf Gebäude, analog dazu auch auf die baulichen Einrichtungen von Quellmessstellen. Unter äußerem Blitzschutz ist die Fang- und Ableitungseinrichtung zu verstehen, der innere Blitzschutz umfasst die Gesamtheit der Maßnahmen gegen Auswirkungen von Blitzschlag auf elektronische und elektrische Anlagen im Inneren eines Bauwerks.

#### **Das innere Blitzschutzsystem**

Es umfasst alle Einrichtungen, die Überspannungen von außen mit dem Ziel der Verhinderung von Auswirkungen auf die gesamte Anlage ableiten können. Dazu zählen vor allem Überspannungsschutzeinrichtungen beim Anschluss an das öffentliche Stromnetz, Überspannungsschutzeinrichtungen bei Daten- und Kleinspannungsversorgungsleitungen, ebensolche Anlagen für Antennen und Solarpaneele.

Besonders bei Daten- und Kleinspannungsleitungen zwischen räumlich entfernten Einrichtungen ist auf deren Schutz zu achten. Wenn möglich sind die Überspannungsschutzeinrichtungen an beiden Endpunkten der Leitungen anzubringen. Die Ableitung dieser Systeme ist allseitig an den zentralen Erdungspunkt anzuschließen.

Manche Sensoren lassen sich nicht in das System des inneren Blitzschutzes integrieren, da sich zwischen Sensor und Datensammler keine Überspannungsableiter einbauen lassen, ohne die Messwertübertragung zu gefährden oder zu verfälschen. Um die Blitzschutzsysteme trotzdem so weit wie möglich aufrecht zu erhalten, ist zusätzlich zu den oben beschriebenen Maßnahmen ein eigener Potentialausgleich des gesamten Messsystems durchzuführen.

#### **Das äußere Blitzschutzsystem**

Den Fang- und Ableitungseinrichtungen kommt bei Verwendung von (erhöht montierten) Solarpaneele und Funkantennen eine besondere Bedeutung zu.

Fangstangen, Erdungsableiter, Potentialausgleichsschienen und Erdung müssen in diesem Fall unbedingt normgerecht ausgeführt werden.

Zur Ergänzung des äußeren Blitzschutzsystems sind über den zentralen Erdungspunkt oder die Potentialausgleichsschiene, welche im Bereich der zentralen Messeinrichtung bei der Messhütte liegen, alle verwendeten Sensoren in entsprechende Faradaysche Käfige einzubauen. Diese sind mit normgerechten Kabeln (Querschnitt 16 mm<sup>2</sup> Cu) mit dem zentralen Erdungspunkt bzw. der Potentialausgleichsschiene zu verbinden. Diese Potentialausgleichsschiene ist – soweit vorhanden – normgerecht mit den anderen Einrichtungen des äußeren Blitzschutzes zu verbinden. Diese Verbindungen sind regelmäßig besonders auf Korrosion zu überprüfen und gegebenenfalls zu erneuern.

Die Faradayschen Käfige (z.B. perforierte Rohre) für die Sonden sind derart zu konstruieren, dass zum einen eine einwandfreie Messung ermöglicht wird (ausreichende Durchströmung) und zum anderen die elektrische Wirksamkeit gegeben ist. Dazu muss der Sensor ein Mehrfaches des Durchmessers hinter dem Rohranfang montiert sein.

Während eines Gewitters sind die Arbeiten an den Quellmessstellen einzustellen. Hinsichtlich des Personenschutzes ist der sicherste Ort während eines Gewitters das Auto.

## ***7.2.12 Anforderungen an die Messtechnik***

### **Grundbegriffe der Messtechnik**

#### **Messwert:**

Vom Messgerät bzw. Datensammler angezeigter Wert.

#### **Wahrer Wert:**

Dieser ist grundsätzlich unbekannt. Diesen wahren Wert gilt es mit möglichst geringer Messabweichung zu erfassen.

#### **Messunsicherheit:**

Sie kennzeichnet die Streuung und den Bereich, in dem mit gewisser Wahrscheinlichkeit der wahre Wert erwartet werden darf (daraus werden alle statistischen Größen wie Standardabweichung, Varianz, Vertrauensbereich, etc. abgeleitet).

Die Messunsicherheiten können in drei Kategorien aufgeteilt werden:

- **Grobe Messabweichungen:** Sie entstehen z.B. durch falsche Messmethoden, defekte Geräte, falsche Ablesung, falsches Aufschreiben, Messungen mit zu geringer Stromversorgung. Sie sind grundsätzlich vermeidbar.
- **Zufällige Messabweichungen:** Sie entstehen bei Messungen unter an sich gleichen Bedingungen durch messtechnisch nicht erfassbare und nicht beeinflussbare Änderungen von Messgeräten, des Messobjekts und verschiedener Umwelteinflüsse. Da sie statistischen Gesetzen gehorchen, kann ihr Einfluss auf das Messergebnis ermittelt werden.
- **Systematische Messabweichungen:** Die Ursachen liegen im Messgerät, Datensammler, Sensor, Messverfahren, in der Datenübertragung oder beim Beobachter. Sie sind reproduzierbar in Größe und Vorzeichen. Es handelt sich dabei z.B. um Einflüsse von Temperatur und Luftdruck, Eich- und Kalibrierfehler, Alterung von Bauteilen (begrenzte Langzeitstabilität), Beobachtungsfehler wie falsche Ablesung am Meniskus (an der Wand von Pipetten, Messgefäßen, etc.), oder Parallaxenfehler (bei Ablesung von Zeigergeräten). Diese Messabweichungen können prinzipiell korrigiert werden (z.B. Rückrechnen falscher Kalibrierungen). Bei den hydrographischen in situ Anwendungen ist dies aber meist nicht durchführbar. Auch nach der Korrektur bleibt eine unwägbare Restunsicherheit.

### Angabe der Messunsicherheiten

Zur Beurteilung der Qualität von Messgeräten und Sensoren müssen die Angaben über systematische Messabweichungen (ungenau formuliert: Messfehler) herangezogen werden.

Allgemein üblich sind zwei Arten von Angaben der Messunsicherheit:

1. Angabe als Prozentwert vom Messbereichsendwert (%FS – Full Scale): Die Messunsicherheit ist über den gesamten Messbereich absolut gesehen gleich groß, daher ergibt das Ausnützen des vorhandenen Messbereichs kleinere prozentuale Abweichungen.

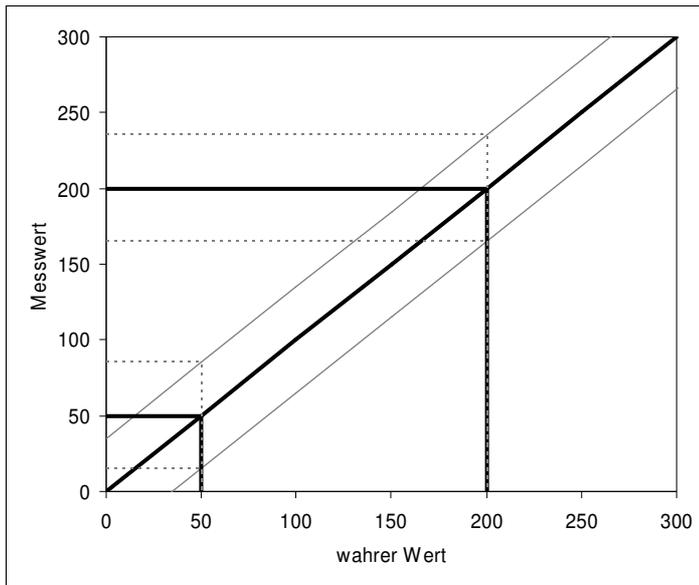


Abbildung a: Verhältnis wahrer Wert zu Messwert bei Angabe der Messunsicherheit als Prozentwert vom Messbereichsendwert

2. Angabe als Prozentwert vom Messwert (eigentlich von der errechneten besten Anpassung der Messwerte über den gesamten Messbereich, BSL Best Straight Line): Der absolute Wert der Messunsicherheit wächst mit der Messgröße.

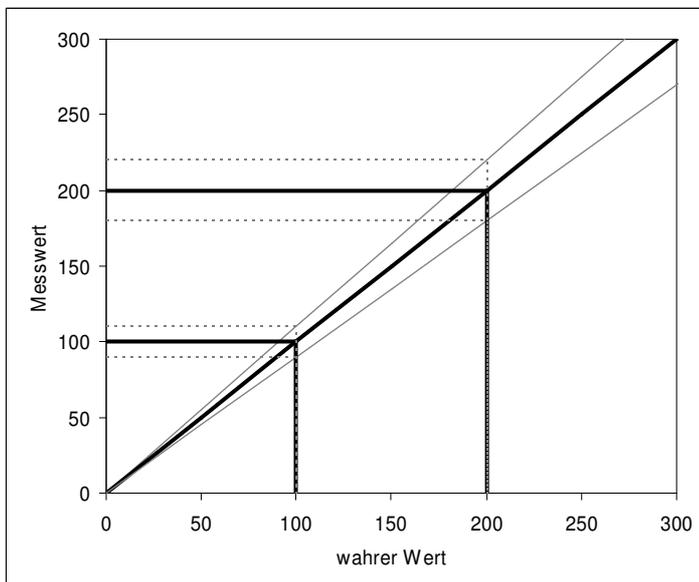


Abbildung b: Verhältnis wahrer Wert zu Messwert bei Angabe der Messunsicherheit als Prozentwert vom Messwert

### **Systematische Messabweichungen bei Sonden**

Viele Hersteller geben einen "generellen Fehler" an. Dieser ist jedoch nur bei gleich

bleibenden Bedingungen erreichbar. Es muss betont werden, dass dieser Begriff keine Definition laut Messtechnik ist. Die Hersteller fassen darunter unterschiedliche Teilfehler zusammen, sodass eine direkte Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Üblicherweise sind Temperatureinflüsse und Langzeitstabilität darin nicht enthalten.

Dieser "generelle Fehler" kann verallgemeinernd auch als "typischer Kurzzeitfehler" bezeichnet werden, er kommt dem Begriff des "unwägbaren Rests" innerhalb der systematischen Messabweichungen nahe.

#### Drucksonden:

In der nachfolgenden Tabelle sind am Beispiel von Drucksonden typischerweise, zusätzlich zum so genannten "generellen Fehler" auftretende, weitere Teile der systematischen Messabweichungen mit derzeit üblichen Unsicherheitsbereichen zusammengestellt:

<b>Unsicherheitsart</b>	<b>Bereich</b>	<b>%-Angabe</b>	<b>FS(Full-Scale)</b>
Temperatureffekt	0-50 °C	0.3	FS
Langzeitstabilität		0.2	FS pro Jahr
Temperaturhysterese		0.2	FS
Gesamt möglich		0.7	FS pro Jahr

Das ergibt bei einem Messbereich von 5 m eine mögliche Messunsicherheit von  $\pm 3,5$  cm über den gesamten Messbereich.

Der so ermittelte "Gesamtfehler" (allgemeine Messunsicherheit) kann nur als abgeschätzter Gesamt-Größtfehler entsprechend einem worst-case Szenario betrachtet werden, da er nicht nach den mathematischen Regeln der Fehlerfortpflanzung ermittelt worden ist. Trotzdem sind derartige Zusammenstellungen in der Messtechnik heute üblich. Diese Methode beschreibt sehr gut die möglichen Abweichungsbereiche.

#### Temperatursonden

Temperaturmessungen beruhen ausschließlich auf Widerstandsmessungen. Derzeit übliche Messungen mit NTC-Widerständen erreichen meist nur eine generelle Messabweichung von 0,2 K. Dieser Wert liegt für Platinwiderstandsthermometer niedriger. Eine absolute Genauigkeit unter 0,2 K im Gelände ist anzustreben.

### Leitfähigkeitssonden

Die Zusammensetzung systematischer Messabweichungen gilt analog zu den Drucksonden. Die Angaben der Sondenhersteller sind hier aber meist noch dürftiger.

Der angegebene "generelle Fehler" bezieht sich oft auf die Zellenkonstante. Das heißt, die Messabweichung wird vom aktuellen Messwert berechnet (% Anteil BSL).

Zu beachten ist neben den Messanwendungen, für die die Sonden ausgelegt sind, vor allem auch der zulässige Messbereich. Dies gilt sowohl für sehr gering als auch sehr hoch mineralisierte Wässer. Für letztere benötigt man gegebenenfalls neben speziellen Sonden auch spezielle Messgeräte.

Messtechnisch gesehen, ist ein Teil der Messunsicherheiten (teilweise als "genereller Fehler" bezeichnet) nicht vermeidbar. Andere Teile der systematischen Messabweichungen sind jedoch deutlich reduzierbar.

### Möglichkeiten zur Fehlerreduktion

Die oben beschriebenen möglichen Messabweichungen müssen nicht zwingend gleichzeitig und in Summe auftreten. Um die Sicherheit der Messungen zu erhöhen (die Abweichung zwischen dem Messwert und dem wahren Wert möglichst gering zu halten), sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

- Ausschließliche Verwendung von Sensoren und Messgeräten, die tatsächlich den Erfordernissen der Quellhydrographie entsprechen.
- Sondenspezifische Kalibrierungen in regelmäßigen Abständen. Diese müssen in ein umfassendes Qualitätsmanagement-System eingegliedert sein. Dazu müssen die benötigten Referenzgeräte (Handmessgeräte) den Vorschriften entsprechend kalibriert sein (siehe Kapitel 11).
- Minimierung der Temperatureffekte durch möglichst tiefen, quellnahen Einbau.
- Ausnutzung des Messbereichs, wenn die Angaben der Messabweichungen als Prozentwert vom Messbereichsendwert erfolgen.

## **7.3 Planung und Errichtung von Messstellen**

Der Bauentwurf bildet die Grundlage für die Bauausführung und gegebenenfalls für die wasser- und baurechtliche sowie allenfalls auch naturschutzrechtliche Behandlung. Er muss alle geplanten Maßnahmen vollständig darstellen. Bei seiner Erstellung sind alle einschlägigen Vorschriften (Natur- und Landschaftsschutz, Hygienevorschriften bei Trinkwasserversorgungsanlagen) zu beachten. Die

Zusammenarbeit zwischen Planung, Ausführung und Hydrographischem Landesdienst ist unbedingt sicherzustellen.

Das Einreichoperat muss mindestens folgende Unterlagen umfassen:

- Technischer Bericht,
- Kostenzusammenstellung,
- Übersichtskarte,
- Lageplan,
- Gewässerquerschnitte,
- Bauzeichnungen,
- hydraulische Berechnungen,
- Zusammenstellung der bestehenden Rechte und
- Zustimmung der betroffenen Grundeigentümer.

Im Zuge der Errichtung von Messstellen ist die Herstellung stabiler Verhältnisse erforderlich. Damit soll einerseits ein dauerhafter Betrieb der Messstelle gesichert werden, andererseits soll gewährleistet werden, dass die Ergebnisse nachvollziehbar und reproduzierbar sind. Gleichzeitig sind im Zuge der Messstellenerrichtung Überlegungen anzustellen, wo und wie Sonden eingebaut werden. Der Einbau der Messeinrichtungen direkt am Quellaustritt ist hinsichtlich der zu erzielenden Datenqualität anzustreben.

Nachstehende Punkte sind abzuklären:

- Wie ist der Quellaustritt ausgeformt?
- Wo bzw. wie kann eine Erfassung der gesamten Quellschüttung vorgenommen werden?
- Sind Umläufigkeiten zu befürchten?
- Gibt es im Fall einer gefassten Quelle Überläufe oder Nebenaustritte?
- Muss der Zutritt von Oberflächen- oder sonstigem Fremdwasser durch eine spezielle konstruktive Gestaltung verhindert werden?
- Ist an der Messstelle mit bedeutenden Mengen an Geschiebe zu rechnen?
- Welche Nutzungsformen am bzw. um das Gewässer (Weide, Holz-, Almwirtschaft, Kraftwerk, Fischteich, etc.) liegen vor?

- Sind auf Grund der örtlichen Gegebenheiten Sicherungsmaßnahmen (Absturzsicherungen, Einfriedungen, etc.) erforderlich?
- Gibt es Beeinträchtigungen durch Betriebsführungen (Wasserversorgungsanlagen, Kraftwerke, Fischteiche)?

Für die Wahl der konstruktiven Ausgestaltung sind

- das Schwankungsverhalten der Schüttung (Schleppkraft),
- die Gefällsverhältnisse am Austrittsort und
- die natürlichen Abflussbedingungen (Rückstauverhalten) bestimmend.

Als Ergebnis dieser Gesamtbetrachtung ist sodann die technische Ausführung der Messstelle abzuleiten und neben der Ausgestaltung der Quellmessstelle auch die Materialwahl vorzunehmen.

### ***7.3.1 Formen von Quellmessstellen***

#### **Messstellen mit natürlichem Messprofil**

Sollten es die natürlichen Verhältnisse oder die rechtlichen Vorgaben erlauben bzw. erfordern, kann eine Messstelle ohne zusätzliche Maßnahmen wie z.B. Errichtung eines Messwehres oder Messgerinnes betrieben werden.

Zu beachten ist dabei jedoch, dass ein stabiles Profil derart gegeben ist, dass sich eine dauerhafte Wasserstands-Durchflussbeziehung bzw. Fließgeschwindigkeits-Durchflussbeziehung herstellen lässt.

#### **Messwehre und –gerinne**

Solche Einrichtungen sind zumeist mit einem lokalen Aufstau verbunden, wobei darauf zu achten ist, dass dieser nicht in den Quellaustritt hineinreicht. Um möglichst gleichförmige Strömungsverhältnisse zu erreichen kann einem Messwehr ein Beruhigungsbecken, ein Wehrkasten ev. zusätzlich mit Tauchwänden, oder ein Schwimmkörper (ein oder mehrere Bretter auf einem gelenkig gelagerten Metallrahmen) vorgeschaltet werden (siehe Abbildungen in Anhang 2).

Generell können also zwei Varianten unterschieden werden:

1. Messstellen mit einem Stauwerk,
2. Messstellen mit einem Wehrkasten oder Messgerinne.

Für den Bau können Rundhölzer mit größerem Durchmesser, Bretter, Fertigplatten, Blechtafeln oder Mauerwerke verwendet werden. Als günstig haben sich bisher Lärchenhölzer (Bretter, Pfosten, Blöcke), imprägnierte Tafeln (Schalttafeln) und NIROSTA erwiesen, da diese sowohl gegen Witterungseinflüsse als auch aggressives Wasser sehr beständig sind.

Der zumeist am schwierigsten zu beherrschende Bereich ist die Einbindung des Wehrkastens oder Messgerinnes in das Gelände, da erst mit einer ordnungsgemäßen Einbindung Umläufigkeiten – sowohl über die Sohle als auch über die Seiten – vermieden werden können.

Eine Abdichtung der Gewässersohle und der Uferböschung kann durch

- natürlich stauendes (dichtes) Sediment,
- Teichfolie (Stärke mind. 1,5 mm, UV-beständig) oder
- Kombination Geotextil-Teichfolie-Geotextil (bei steinigem Untergrund, Geotextil mind. 250 g/m<sup>2</sup>)

erreicht werden.

Neben einer sorgfältigen Einbindung der Dichtmaterialien in das angrenzende Gelände ist vor allem im Sohlenbereich eine Auftriebssicherung von Bedeutung.

Es ist wichtig, dass die horizontale Lage eines Wehrkastens oder Messgerinnes sowohl in Quer- als auch Längsrichtung auf Dauer gewährleistet ist. Zu erreichen ist dies durch entsprechende Gründungsarbeiten bzw. Errichtung von Auflagern. Zur laufenden Kontrolle sollte eine Libelle angebracht werden.

Die Art des Messwehrs richtet sich in erster Linie nach der Größe der Schüttung (siehe Kapitel 7.2.2). Zu beachten ist jedoch, dass beim Rechteckausschnitt Verklausungen durch Treibgut weniger häufig eintreten als bei einem Dreiecksausschnitt. Das Eindringen von Treibgut kann durch Vorschalten eines Abweisers verhindert werden.

Sollten Quellen bzw. deren Abflüsse zu verstärkter Algenbildung neigen, welche die Messergebnisse des Parameters Wasserstand beeinflussen können, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen. Diese können darin bestehen, dass die Sohle des Wehrkastens oder Messgerinnes mit einem den Algenaufwuchs hemmendem Material ausgekleidet oder der Wehrkasten bzw. das Messgerinne abgedeckt wird.

### **Messstellen in Quellstuben bzw. -sammelschächten**

In Quellstuben stehen zur Installation von Schüttungsmesseinrichtungen

- der Einbau eines Messwehrs,
- der Einbau einer Messrinne,
- die Messung der Überfallhöhe in einer Sammelkammer oder
- die Messung des Zu- oder Abflusses in den entsprechenden Rohren zur Verfügung.

Wird eine Messstelle in einer Quellstube oder einem Quellsammelschacht errichtet, sind neben den allgemeinen Bedingungen der Wassergefährdung (qualitative Beeinträchtigung) folgende Punkte zu klären:

- Kann die Gesamtschüttung erfasst werden?
- Sind zur Erzielung aussagekräftiger Messdaten ergänzende technische Maßnahmen, wie z.B. Einengung des Überfalls von einer Kammer zur anderen, Anbringung einer Messrinne oder Einbau einer Messeinrichtung in der Ableitung, etc. zu setzen?
- Ist im Bereich der Sensorik eine ausreichende Beruhigung gegeben?

Generell sind im Zuge des Messstellenbaues nur solche Materialien einzusetzen, die den hygienischen Vorschriften einer Trinkwasserversorgungsanlage entsprechen.

### **7.3.2 Wahl der Sensorik**

Die Messbereiche der verwendeten Geräte müssen generell der Anwendung im Quellwasser angepasst sein.

Weiters ist darauf zu achten, dass die Messungen, soweit für Feldgeräte möglich, den geltenden Normen und Vorschriften entsprechend ausgeführt werden und die verwendeten Mess- und Aufzeichnungsmethoden dem Stand der Technik entsprechen. Bei deren Auswahl sind auch neue technische Entwicklungen zu berücksichtigen.

#### **Verwendung von Multiparametersonden**

Wenn alle Parameter direkt beim Quellaustritt gemessen werden können, ist die Verwendung einer Multiparametersonde zu empfehlen. Der Einbau kann sehr kompakt erfolgen und es muss nur ein einziges Sondenkabel vom Schaltschrank zur Sonde verlegt werden. Es ist aber darauf zu achten, dass die Einbaubedingungen für alle Einzelsensoren an der jeweiligen Einbaustelle gewährleistet werden können.

Der große Nachteil von Multiparametersonden ist, dass bei Ausfall eines

Messparameters die gesamte Sonde ausgebaut werden muss. Dadurch kommt es zu einem Totalausfall der Datenaufzeichnung bis zum Wiedereinbau. Daher ist nach Möglichkeit ein Ersatzgerät vorzuhalten.

Beinhaltet die Multiparametersonde auch einen Drucksensor, so ist zu gewährleisten, dass nach Wartungs- und Kalibrierarbeiten wieder dieselbe Einbautiefe erreicht wird.

### **Verwendung von Einzelsonden**

Leitfähigkeit, Wassertemperatur und Trübung sind möglichst nahe am Quellursprung zu messen (siehe WKEV, Anlage C). Die Schüttung kann aber aufgrund der örtlichen Gegebenheiten oft erst in einiger Entfernung vom Ursprung erfassbar sein. In solchen Fällen können sowohl Kombinationen von Multiparametersonden und Einzelsonden als auch lauter Einzelsonden zum Einsatz kommen.

Bei einem Einbau der Sonden an verschiedenen Stellen der Quelle ist unbedingt auf den Blitzschutz zu achten, da zwischen den Sonden ein Potential entstehen kann (bei Überspannung durch Gewitter, siehe Kapitel 7.2.11), welches Schäden an Sonden und Datensammler bewirken kann. Unter Umständen ist es sinnvoll, für die abgesetzt eingebaute Sonde einen eigenen Datensammler zu installieren.

## ***7.3.3 Einbau der Sensorik***

### **Generelle Forderungen**

Beim Einbau der Sensorik an einer Quellmessstelle ist in jedem Fall folgenden Forderungen nachzukommen:

- gute Zugänglichkeit für die Betreuung, Wartung und einen eventuellen Austausch,
- Lagestabilität,
- Benetzung auch bei Extremwasserführungen,
- Vermeidung von Aufstauerscheinungen,
- Verhinderung von Ausfällen bei Überschwemmungen,
- Schaden vermeidende Leitungsführungen (Hüllschlauch, Rohrleitungen mit Servicedeckel, etc.),
- Beachtung der Einbauvorschriften der Hersteller und
- Berücksichtigung des jeweiligen Bedienstetenschutzgesetzes

## **Parameterspezifische Forderungen**

### **Wasserstand:**

Die Messgeräte sind so einzurichten, dass sie den gesamten Bereich der möglichen Wasserstandsschwankungen bzw. der Schüttung erfassen. Größere Nebenaustritte sind mit einer eigenen Messeinrichtung auszustatten. Zutritte von Fremdwasser sind zu vermeiden (§ 17 Abs 2 WKEV).

Der Ort der Wasserstandserfassung durch die Messsonde muss möglichst nahe der Pegellatte liegen, damit der gemessene Wasserstand überprüft werden kann.

Wellenbewegungen an der Einbaustelle sind durch geeignete Maßnahmen zu reduzieren (Ausgleichsgefäße, Einbaurohre mit nur kleinen Öffnungen zum Messmedium, Schwimmkörper, siehe Abbildungen in Anhang 2)

### **Wassertemperatur:**

Die Platzierung der Temperatursonde muss möglichst nahe am Quellaustritt erfolgen (WKEV Anlage C), damit Lufttemperatureinflüsse, Schmelzwasser, Besonnung oder eventuelle seitliche Oberflächenwasserzuflüsse die Messung nicht beeinflussen.

Falls die Quelle in einem Tümpel oder Teich aufgeht sollte die Messeinrichtung direkt am Quellaustritt an der Sohle installiert werden (z.B. Einbau eines Schachtes oder eines Messkorbs), weil sich gerade bei stehenden Gewässern die Tageserwärmung besonders in den Sommermonaten stark auf die Messungen auswirkt.

### **Elektrische Leitfähigkeit:**

Da für die Leitfähigkeitsmessung eine Temperaturkompensation erforderlich ist, wird in der Regel eine kombinierte Sonde verwendet, ansonsten müssen die beiden Einzelsonden nebeneinander montiert werden.

Die Sonde ist möglichst nahe am Quellaustritt zu montieren (WKEV Anlage C).

Von besonderer Wichtigkeit ist, dass die Leitfähigkeitssonde in einer beruhigten Wasserzone eingebaut wird, wo auch bei höheren Wasserführungen Verwirbelungen und damit die Bildung von Luftblasen vermieden werden. Eine Anlagerung von Luftblasen an den Elektroden bzw. eine Drift zwischen diesen würde in der Folge zu falschen Messwerten führen.

### **Trübung:**

Die Trübungssonde sollte vor Licht geschützt installiert werden z.B. in einer Durchflusszelle. Wenn dies nicht möglich ist, muss eine lichtunempfindliche Sonde mit Vierstrahl-Wechsellicht-Verfahren verwendet werden. Durchflusszellen sind, wenn notwendig, mit Luftabscheidern und Sedimentfallen auszurüsten.

### **Einbau direkt am Quellaustritt**

Neben der generellen Forderung, dass durch den Einbau von Messeinrichtungen das natürliche Abflussverhalten nicht gestört werden darf, ist darauf zu achten, dass die Sensoren so eingebaut sind, dass sie lagestabil und geschützt gegen direkten Sonneneinfall sind.

#### **Quelltümpel, -see:**

Falls die Quelle in einem Tümpel oder Teich aufgeht, sollte für die Erfassung der Parameter Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und Trübung ein Schacht oder ein Messkorb direkt an den Quellaustritt an der Sohle positioniert werden um vor allem für die Messung von Temperatur und elektrischer Leitfähigkeit atmosphärisch bedingte Tagesgänge auszuschalten. Für die Ermittlung der Schüttung ist eine eigene abgesetzte Messeinrichtung mit einem Messwehr, einem Messgerinne oder in einem natürlichen Profil zu errichten.

#### **Stollen:**

Falls die Quelle in einem Stollen austritt, sollten Sensoren für die Erfassung der Parameter Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und Trübung direkt an den Hauptaustritt positioniert werden.

Für die Ermittlung der Schüttung kann eine abgesetzte Messeinrichtung errichtet werden. Auf Grund der geringen Gefällsverhältnisse ist die Anbringung eines Messwehres vielfach nur schwer vorzunehmen.

#### **Karstschlauch:**

Bei einem Einbau in einen Karstschlauch ist zu berücksichtigen, dass es in diesem Bereich zeitweise zu extrem hohen Strömungsgeschwindigkeiten kommt. Die Sonden sind gegen diese Strömung entsprechend zu schützen.

Messungen zur Schüttungsermittlung können auch bei solchen Quellen abgesetzt vorgenommen werden.

### **Einbau in einem Wehrkasten oder Messgerinne**

Die Messung des Wasserstandes erfolgt in einer Entfernung von mindestens dem Vierfachen der maximalen Überfallhöhe am Wehr (siehe Abbildung in Anhang 1) Der Einbau der Messsonden sollte gleichzeitig mit der Errichtung des Wehrkastens bzw. des Messgerinnes durchgeführt werden.

Durch die Messsonden bzw. deren Zuleitungen dürfen keine Turbulenzen oder Aufstauerscheinungen bewirkt werden, die sich auf die Wasserstandssonde und/oder die Pegellatte auswirken. Diese können durch

- horizontalen Einbau der Sonden durch die Wand des Wehrkastens bzw. des Messgerinnes hindurch oder
- senkrechten Einbau fluchtend mit der Wand des Wehrkastens bzw. des Messgerinnes oder
- Einbau in einer solchen Entfernung vom Messüberfall, dass die oben angesprochenen Einwirkungen nicht gegeben sind,

vermieden werden.

### **Einbau in Verbindung mit Stauanlagen**

Sensoren in einer Stauanlage sind so anzubringen, dass eine Beeinflussung durch den Abflusstrichter nicht gegeben ist.

### **Einbau in einen Quellsammelschacht**

Bei einem Einbau in einer Trinkwasserversorgungsanlage hat dieser so zu erfolgen, dass weder während des Einbaues noch im Zuge der örtlichen Betreuung eine Beeinträchtigung der Wasserqualität auftritt. Für eine ausreichende Beruhigung ist zu sorgen.

Der Datensammler einer solchen Messstelle ist zum Schutz vor Feuchtigkeit und Frost in einem von der Schachtluft abgetrennten Gehäuse oder in einem oberirdischen Schaltkasten zu installieren.

## **7.4 Sicherheitsmaßnahmen**

Die Bestimmungen des Bedienstetenschutzgesetzes des jeweiligen Bundeslandes sind zu berücksichtigen und einzuhalten.

Wesentlich für die Sicherheit an Messstellen in exponiertem Gelände sind gut ausgebaute Fußwege, Stufen, Leitern und Absturzsicherungen. Diese sind so anzubringen, dass die Messstellen auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen (Schnee, Glätte und Vereisung) sicher zu erreichen sind. Hohe Podeste und Stege sind mit einer rutschfesten Oberfläche, wie z.B. Maschendraht, der über die Holzplanken gelegt wird, auszustatten. Ein Handlauf ist ebenfalls anzubringen.

Zahlreiche Messstellen sind in Schächten gelegen. Gefahren ergeben sich hier für das Personal aus der Möglichkeit zu stürzen.

Eine weitere Gefahr besteht im Vorhandensein von Gasen. In einem Schacht können Gase wie Kohlendioxid, Methan oder Schwefelwasserstoff vorkommen. Sie entstehen durch Abbau von organischem Material und können die Luft verdrängen,

was zu Sauerstoffmangel sowie zu Toxizität und Entflammbarkeit führen kann. Diese Gefahren treten bereits bei geringen Konzentrationen auf. Die Reaktion von Menschen auf die Gase kann sehr schnell sein und zu rascher Bewusstlosigkeit führen. Daher ist bei derartigen Messstellen ein geeignetes Belüftungssystem (z.B. Zwangsbelüftung) einzubauen.

Ist ein Aufenthalt im Wasser notwendig, z.B. bei Abflussmessungen, muss das Personal vorsichtig und erfahren genug sein, um selbst entscheiden zu können, ob das Begehen des Gewässers unter den gegebenen Umständen erfolgen kann. Nach Möglichkeit ist der maximale Wasserstand oder die maximale Fließgeschwindigkeit, bei welchen eine Begehung noch möglich ist, festzulegen. Eine Aufzeichnung darüber ist in der Pegelhütte bzw. im Schaltschrank aufzubewahren. Daneben muss aber nach Hochwässern auf mögliche Profilveränderungen geachtet werden.

Bei der Durchführung von Abflussmessungen kann ein Seil oder eine Leine – über das Gewässer gespannt – sehr hilfreich sein. Diese(s) ist an beiden Enden sicher zu verankern, um eine Person gegen die Strömung abzusichern.

## **8. Stammdaten**

Als Stammdaten werden alle relevanten Informationen zur Beschreibung einer Messstelle bezeichnet. Es sind dies insbesondere

- Messstellename und –nummer,
- Informationen zur Lage: Koordinaten, Höhenlage, Grundwasserkörper, Gebirgsgruppe, Gemeinde, etc.,
- Quellart,
- Nutzung,
- Messeinrichtungen,
- etc.

### **8.1 Bestimmung von Lage und Höhe**

Der Quellaustritt, die Wasserstands- bzw. Schüttungsmessung und die Leitfähigkeits- und Temperaturmessung können in einiger Entfernung voneinander liegen. Daher wird für Quellmessstellen einheitlich der Ort der Wasserstands- bzw.

Schüttungsmessung als Messstellenort angegeben, allenfalls kann die Lage des Quellaustritts durch ergänzende Koordinaten definiert werden.

Grundsätzlich hat die Bestimmung der Lage und Höhe so genau wie möglich zu erfolgen. Da Quellmessstellen jedoch oft in entlegenen Tälern liegen, ist eine geodätische Einmessung meist nur schwer möglich. Da Wasserstandsdaten nur als Hilfsgröße erhoben werden, ist eine derartige Einmessung aber auch nicht zwingend erforderlich.

Für die Zielsetzungen der Hydrographie im Rahmen der Quellbeobachtung ist eine Lage- und Höhenbestimmung durch die ÖK 25V, die ÖK 50, Landesluftbilder oder ein digitales Höhenmodell ausreichend.

Die Art der Ermittlung ist im Hydrographischen-Daten-Management-System (HyDaMS) in der entsprechenden Stammdatentabelle (Anleitung siehe Anhang 3) anzugeben. Einen Überblick über die mit den einzelnen Methoden erreichbaren Genauigkeiten bietet die folgende Tabelle

Methode	Genauigkeit	
	Lage	Höhe
terrestrisch-geodätische Anbindung an einen definierten Vermessungspunkt	Millimeter	Millimeter
Vermessung mittels GPS (Handgerät ohne Basispunkt)	Zehnermeter	Zehnermeter
Vermessung mittels GPS (mit Basispunkt)	Zentimeter	Zentimeter
Erfassung mittels digitalem Höhenmodell	Meter	Meter
Laserscanning	Dezimeter	Dezimeter – Meter
Erfassung aus ÖK50, ÖK25V	Zehnermeter	Zehnermeter

Sollte absehbar sein, dass aufgrund der natürlichen Verhältnisse oder örtlichen Gegebenheiten eine Veränderung des Pegelnullpunktes eintreten könnte, ist zur Rekonstruktion zumindest ein abgesetzter Festpunkt einzurichten.

## 8.2 Stammdatenhaltung im Hydrographischen-Daten-Management-System (HyDaMS)

Die Stammdaten von Quellmessstellen sind in das Hydrographische-Daten-Management-System (HyDaMS) einzutragen und immer aktuell zu halten. Eine ausführliche Anleitung und Beschreibung dazu befindet sich in Anhang 3.

## **9. Beobachtung**

### **9.1 Datenerfassung**

An Quellmessstellen des Hydrographischen Dienstes erfolgt eine quasi kontinuierliche Beobachtung ausschließlich mittels automatisierter digitaler Messwerterfassungssysteme (§ 17 Abs 1 WKEV). Erfasst werden Momentanwerte - also jene Werte die zum Zeitpunkt der jeweiligen Messung herrschen – in diskreten Zeitabständen.

Die aufgezeichneten Daten werden im Hydrographischen-Daten-Management-System (HyDaMS) gespeichert (Anleitung siehe Anhang 3).

#### ***9.1.1 Aufzeichnungsintervalle***

Das Mess- und Aufzeichnungsintervall beträgt im Normalfall 15 Minuten. Aufgezeichnet werden jene Werte, die zur jeweils vollen Viertelstunde (hh:00, hh:15, hh:30 und hh:45) gemessen werden. Die zugehörige Zeitangabe erfolgt in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ). Bei Kontrollmessungen während der Sommerzeitregelung ist diesem Umstand beim Eintrag in das Hydrographische-Daten-Management-System (HyDaMS) Rechnung zu tragen.

In Fällen wo die Stromversorgung für eine viertelstündliche Aufzeichnung nicht ausreicht (z.B. Winter), kann das Intervall, um Datenausfälle zu vermeiden, auf bis zu mehrere Stunden erstreckt werden.

#### ***9.1.2 Aufzeichnungsformat (Anzahl Nachkommastellen)***

Für die Beurteilung der hydrologischen Situation an einer Messstelle sind zum einen die Größe der Werte der gemessenen Parameter und zum anderen der Ganglinienverlauf der einzelnen Parameter von Bedeutung. Die im Folgenden festgelegten Aufzeichnungsformate dienen dem Erhalt möglichst differenzierter Ganglinien. Es muss allen mit der Materie Befassten bewusst sein, dass hohe Messwertaufösungen nicht in direktem Zusammenhang mit hohen Messgenauigkeiten stehen (vergleiche dazu Kapitel 7.2.12).

Wasserstand: 0,1 cm

Geschwindigkeit: 0,1 m/s

Elektrische Leitfähigkeit: 1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , liegen die Messwerte unter 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ : 0,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Wassertemperatur: 0,01  $^{\circ}\text{C}$

Trübung: 0,1 FNU

### **9.1.3 Datenauslesen**

Das Auslesen der Datensammler hat nach Möglichkeit monatlich, wenigstens aber vierteljährlich (soweit zugänglich) zu erfolgen. Nach dem Auslesen sind die Daten noch vor Ort mit einer geeigneten Software auf Vollständigkeit und Plausibilität zu prüfen. Gegebenenfalls sind notwendige Korrekturen (z.B. Uhrzeit) bzw. Reparaturen am Datenerfassungssystem schnellst möglich durchzuführen. Eine automatische Zeitsynchronisation zwischen Datensammler und Auslesegerät ist nicht durchzuführen.

## **9.2 Durchflussmessungen – Schlüsselkurvenerstellung**

Bei allen nicht profilerfassenden Messmethoden sind bei Anwendung in natürlichen Profilen in regelmäßigen Abständen, auf jeden Fall nach Hochwasserereignissen, die Messprofile auf Veränderungen zu überprüfen und gegebenenfalls die Wasserstands-Durchfluss- bzw. die Fließgeschwindigkeits-Durchfluss-Beziehung neu zu erstellen.

Bei Messstellen mit Messgerinnen sind zumindest zwei Durchflussmessungen pro Jahr, bei natürlichen Profilen vier Messungen pro Jahr durchzuführen. Eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Messungen über den gesamten Bereich des Wasserstandes ist anzustreben (§ 17 Abs 6 WKEV). Die ermittelten Wertepaare (Wasserstand, Schüttung) sind in das Hydrographische-Daten-Management-System (HyDaMS) einzugeben (Anleitung siehe Anhang 3).

Bei problematischen Messsituationen erfolgt die Überprüfung der Qualität der Messung durch Vergleich mit vorhandenen Messungen und Erstellung einer Schlüsselkurve.

### **Gefäß- und Auffüllmessung**

#### **Volumenmessung:**

Gemessen wird die Wassermenge, die in einer vorgegebenen Zeitspanne einem geeichten oder kontrollierten Messgefäß zufließt. Dabei muss das gesamte Quellwasser schlagartig in das Messgefäß geleitet werden. Dieses Verfahren eignet

sich für sehr kleine Schüttungen.

#### Füllzeitmessung:

Gemessen wird die Zeit, die zum Füllen eines bestimmten Rauminhaltes – Gefäß bzw. Becken (z.B. in Quellstuben) – benötigt wird. Eine Mindestfüllzeit von 10 Sekunden ist anzustreben.

Die Genauigkeit der Messungen steigt mit der Dauer der Füllzeit. Um zufällige Fehler zu minimieren ist eine Gefäßmessung mehrfach – in der Regel drei Mal hintereinander – durchzuführen.

#### Salzverdünnungsmessung

Diese Methode beruht darauf, dass ein in ein Fließgewässer eingebrachter Markierungsstoff bei vollkommener Durchmischung proportional zum Abfluss verdünnt wird.

Für Messungen an Quellen wird beim Hydrographischen Dienst das Integrationsverfahren verwendet. Dabei wird eine bestimmte Menge Kochsalzlösung schlagartig dem Gewässer zugesetzt und in entsprechender Entfernung (Durchmischungsstrecke) der zeitliche Verlauf der Leitfähigkeit kontinuierlich aufgezeichnet. Der Abfluss wird durch Integration der Durchgangskurve über die Zeit bestimmt.

Die Ergebnisse sind umso genauer, je deutlicher sich die zu messende Leitfähigkeit vom gewässereigenen Grundwert unterscheidet, jedoch darf der gewählte Messbereich des Leitfähigkeitsmessgerätes nicht überschritten werden. Auch zu kurze oder zu lange Durchgangszeiten können Einfluss auf die Genauigkeit der Messungen haben. Die günstigsten Werte für Einspeisemenge und Durchgangszeit, sowie die notwendige Durchmischungsstrecke variieren je nach Messstrecke und Wasserführung.

#### Messung von Querschnitt und Fließgeschwindigkeit in offenen Gerinnen

##### Flügelmessung:

Dabei werden in Messlotrechten an ausgewählten Punkten die Wassertiefe und mit dem hydrometrischen Flügel die Fließgeschwindigkeit bestimmt. Die Fließgeschwindigkeit wird aus der Anzahl der Flügelumdrehungen pro Zeiteinheit mit Hilfe der Kalibriergleichungen des Flügels ermittelt. Die Integration der Geschwindigkeit über die Tiefe an einer Messlotrechten ergibt den spezifischen Durchfluss. Der Durchfluss wird durch Integration der spezifischen Durchflüsse über die Wasserspiegelbreite berechnet. Für Messungen an Quellen mit natürlichem

Gerinne wird beim Hydrographischen Dienst hauptsächlich die Zweipunktmethode nach Kreps verwendet, d.h. es wird in der Messlotrechten an zwei bestimmten Punkten die Geschwindigkeit bestimmt. In Wehrkästen empfiehlt sich die Anwendung einer Vielpunktmethode.

Die Genauigkeit dieser Methode sinkt bei geringen Wassertiefen und kleinen Fließgeschwindigkeiten (unter 0,1 m/s). Bei sehr turbulenten Strömungsverhältnissen, hohem Luft- oder Feststoffanteil und stark instationärem Durchfluss ist diese Methode nur bedingt geeignet.

Die Auswahl der Flügelschaufeln hat je nach Wasserstand und Fließgeschwindigkeit zu erfolgen. Bei sehr geringen Fließgeschwindigkeiten werden mit induktiven Messgeräten bessere Ergebnisse erzielt.

Die Messflügel sind regelmäßig alle 2 Jahre, sowie nach Messungen unter extremer Belastung (Hochwasser) oder nach Beschädigung von einer entsprechend qualifizierten Institution (z.B. Nachweis der Akkreditierung oder einer entsprechenden ISO-Zertifizierung) kalibrieren zu lassen.

#### Ultraschallmessung:

Anstelle des klassischen hydrometrischen Flügels kommen vermehrt Ultraschallmessgeräte zur Anwendung. Sie werden wie die oben beschriebenen Messflügel verwendet, es sind also Auswertungen nach allen gängigen Methoden (Kreps, Vielpunkt, etc.) möglich.

Es werden sowohl Messgeräte, welche auf Basis des Dopplereffekts arbeiten, als auch solche bei denen das Laufzeitverfahren zur Anwendung kommt, angeboten. Eine Beschreibung der beiden Methoden findet sich im Kapitel 7.2.2. Messsysteme, die das Dopplerverfahren und das Laufzeitverfahren kombinieren, können sektorale Geschwindigkeitsprofile ermitteln.

Da diese Geräte teilweise noch in Entwicklung sind, sind Tests unter bekannten Anwendungsbedingungen vor dem Ankauf zu empfehlen. Grundsätzlich von Vorteil ist, dass diese Geräte keine mechanischen Teile aufweisen, in einem weiten Geschwindigkeitsbereich eingesetzt werden können und dass kleineres Treibgut (z.B. Blätter) keine Beeinträchtigung darstellt, solange das Durchflussverhalten im Gerinnequerschnitt nicht generell davon beeinflusst wird.

#### **Erstellung der Pegelschlüsselkurve**

Als Grundlage für das Festlegen der Pegelschlüsselkurve werden die gemessenen Wertepaare bestehend aus Durchfluss  $Q$  (Abszissenwert) und dem zugehörigen Wasserstand  $W$  (Ordinatenwert) in ein rechtwinkeliges lineares Koordinatensystem

eingetragen (siehe untenstehende Abbildung).

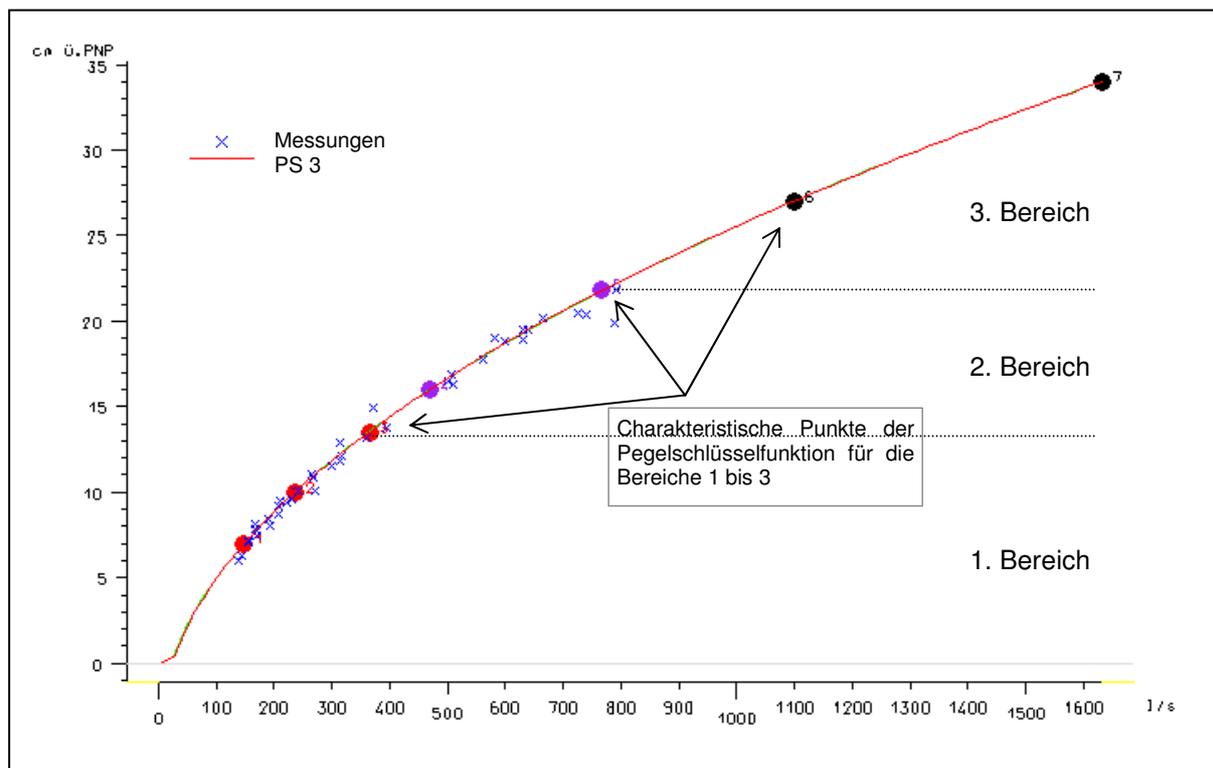
Durch die Punkteschar der Wertepaare (W-Q) werden, abhängig von der Profilgeometrie – Niederwasserbereich, Mittelwasser- und Hochwasserbereich – eine bis drei ausgleichende Funktionen der Form

$$Q = A \times (W - C)^B \quad (\text{wobei } A, B, C \dots \text{ Konstanten der Funktion bedeuten})$$

gelegt. Jede Funktion wird aufgrund der Messungen und der Auswahl von drei charakteristischen Punkten pro Bereich berechnet.

Dem Festlegen des Verlaufs der Pegelschlüssel in dem durch Messungen belegten Bereich muss eine umfassende Bewertung der Durchflussmessergebnisse vorausgehen, die vor allem den Gerinnezustand und die besonderen Gegebenheiten während der Ausführung der Messung berücksichtigt. Offensichtliche Fehlmessungen sind zu verwerfen. Messungen bei Beeinflussung durch Eis oder Verkrautung sind auszugliedern und einer gesonderten Bewertung zu unterziehen. Bei der Extrapolation des Pegelschlüssels sind hydraulische und hydrologische Abschätzungen heranzuziehen. Für die hydraulischen Berechnungen sind möglichst genaue Querschnittsaufnahmen zu verwenden.

Die Dauer der Gültigkeit eines Pegelschlüssels hängt von den Messungen und den örtlichen Gegebenheiten ab. Falls mit Durchflussmessungen Veränderungen der für den Pegelschlüssel maßgebenden Gerinnehydraulik belegt werden können, ist ein neuer Pegelschlüssel zu erstellen.



**Pegelschlüssel mit Durchflussmessungen**

Pegelschlüssel zur Berechnung der Schüttung im Hydrographischen-Daten-Management-System (HyDaMS) sind mit Hilfe des Programms Pegelschlüsseleditor zu erstellen und in HyDaMS zu importieren (Anleitung siehe Anhang 3).

### **9.3 Beobachter**

Für jede Messstelle sollte nach Möglichkeit vor Ort ein Beobachter, der zumindest wöchentlich eine Kontrolle durchführt, eingesetzt werden. Dabei sind Datum und Uhrzeit sowie die Messwerte der Einzelparameter in eine Liste einzutragen und am jeweiligen Monatsersten an den Hydrographischen Landesdienst zu senden. Erfolgt durch den Beobachter eine Auslesung mittels Memorycard, ist diese ebenfalls mitzusenden.

Falls vom Beobachter beim Messstellenbesuch eine Fehlfunktion festgestellt wird, ist der Hydrographische Landesdienst umgehend davon zu unterrichten.

Verfügt eine Messstelle über eine Fernübertragungseinrichtung, ist kein Beobachter erforderlich. In diesem Fall reicht eine zumindest einmal wöchentliche Plausibilitätskontrolle der übertragenen Daten an der Empfängerstelle.

### **9.4 Kontrollmessungen**

Bei Kontrollmessungen handelt es sich um diskrete Einzelmessungen verschiedener Parameter vor Ort mit Systemen oder Messgeräten, die unabhängig von den an der Quellmessstelle installierten in situ Messsystemen durchgeführt werden. Ablesungen der Anzeige des eingebauten Messgerätes oder Datensammlers stellen also keine Kontrollmessung dar. Ebenso ist die Ablesung eines Wasserzählers, in den ein Impulsgeber (Reed-Kontakt) eingebaut ist, keine Kontrollmessung in diesem Sinne. Kontrollmessungen dienen der Funktionskontrolle der eingebauten Messsysteme und bilden die Grundlage für eventuell notwendige Korrekturen der automatisiert erfassten Messwerte. Sie sind in regelmäßigen, dem Messsystem angepassten (z.B. Standzeit von Sonden und deren Kalibrierungen) Intervallen durchzuführen. Es ist zu beachten, dass jedes in situ Messsystem (ausgenommen regelmäßig geeichte Wasserzähler) durch Kontrollmessungen zu überprüfen ist.

Es muss gewährleistet sein, dass in situ Messungen und Kontrollmessungen direkt vergleichbare Messwerte ergeben können (z.B. identer Messort für die Wassertemperatur).

Kontrollablesungen am Lattenpegel sowie Kontrollmessungen der Parameter Leitfähigkeit, Wassertemperatur und Trübung sind nach Möglichkeit einmal monatlich, zumindest aber vierteljährlich durchzuführen (§17 Abs 3 WKEV bzw. Anlage C). Erfolgt die Schüttungsermittlung bei gefassten Quellen nicht mittels einer Wasserstandsauzeichnung, so ist eine Kontrollablesung an Wasserzählern, Schwebekörperdurchflussmessern oder Ähnlichem vorzunehmen bzw. eine Messung mit einem mobilen Durchflussmessgerät oder Ähnlichem durchzuführen.

Die Kontrollmessgeräte müssen entsprechend ihren Betriebsanleitungen gehandhabt werden (Temperaturbereich für Lagerung und Messung, Stromversorgung, Wartung). Es ist auch auf ausreichend Zeit zur Temperaturanpassung der Messzelle und des Messgeräts an das Messmedium bzw. die Umgebungstemperatur zu achten. Eventuelle Luftblasenanlagerungen an den Sonden sind z.B. durch mehrmaliges Eintauchen zu eliminieren.

Kontrollmessungen der Wassertemperatur können im Gegensatz zur kontinuierlichen Aufzeichnung auch mit einer Auflösung von nur 0,1 °C durchgeführt werden.

Die Dokumentation einer Kontrollmessung muss neben dem Messwert und dem Zeitpunkt (Datum und Uhrzeit) auch den Durchführenden sowie das verwendete Messgerät enthalten. Ergänzende Anmerkungen (z.B. Wetterlage, Sichtverhältnisse, Wellenschlag, Wasserbeschaffenheit, etc.) können bei der Auswertung sehr hilfreich sein. Alle erhobenen Kontrollwerte sind in das Hydrographische-Daten-Management-System (HyDaMS) einzugeben (Anleitung siehe Anhang 3) und die Feldaufzeichnungen zu archivieren.

Um die Vergleichbarkeit der Messwerte innerhalb des Quellmessnetzes gewährleisten zu können, müssen die verwendeten Handmessgeräte in das im Kapitel 11 beschriebene Qualitätsmanagement-System (QMS) integriert sein.

Anpassungen des Datensammlers an Kontrollwerte sind nur nach eingehender Prüfung durchzuführen. Die Ursachen von Messwertabweichungen sind nach Möglichkeit festzustellen und zu beseitigen.

## **10. Wartung**

Die Messstelle einschließlich aller zugehörigen Einrichtungen muss regelmäßig (mindestens vierteljährlich) kontrolliert werden. Festgestellte Mängel und Schäden sind zu protokollieren und umgehend zu beseitigen.

Wehrkästen, Messwehre, Messgerinne, Messblenden und Lattenpegel sind

regelmäßig zu reinigen, auf Dichtheit und Setzungen (z.B. durch Anbringung einer Libelle, Vergleich mit abgesetztem Festpunkt) zu überprüfen und stets in einwandfreiem Zustand zu halten. Erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen sind rechtzeitig einzuleiten.

Alle Messsonden und sonstigen elektronischen Einrichtungen an einer Messstelle, sowie die verwendeten Handmessgeräte sind nach Herstellervorgaben regelmäßig zu reinigen und zu warten. Interne Stützbatterien sind – soweit möglich – zu überprüfen und entsprechend zu erneuern.

Es ist dafür zu sorgen, dass die Einrichtungen zum Messen der Wasserstände mit dem Gewässer in offener Verbindung bleiben.

Es sind ausreichend Geräte und Werkzeuge zur Sicherstellung der Unterhaltungsarbeiten bereitzuhalten.

Alle Tätigkeiten die eine Beeinflussung der Messwerte darstellen können (z.B. Reinigung des Messwehres, Sondentausch, etc.), sind in der Stammdatenmaske „Logbuch“ in das Hydrographische-Daten-Management-System (HyDaMS) einzugeben (Anleitung siehe Anhang 3).

## **11. Qualitätssicherung**

Im Sinne der Nachvollziehbarkeit der Entstehung von Messwerten, der Vergleichbarkeit der gewonnenen Messwerte unterschiedlicher Messstellen des Quellmessnetzes und einer Weitergabe geprüfter Werte ist zur Qualitätssicherung ein einheitliches Vorgehen beim Hydrographischen Dienst erforderlich. Dies betrifft alle bei Kontrollmessungen verwendeten Messgerätetypen sowie die in situ Messgeräte. Zu diesem Zweck wird hier ein Qualitätsmanagement-System (QMS) beschrieben, das, teilweise in einem zweistufigen Verfahren, alle Messgeräte umfasst, die im Rahmen des Quellmessnetzes Verwendung finden.

Dieses zweistufige Verfahren wird deshalb angewandt, da ein kompletter Ausbau der Messgeräte zwecks Kalibrierung nicht sinnvoll erscheint und durch Kalibrierungen vor Ort Datenausfälle vermieden werden können.

Die erste Stufe bildet die labormäßige Kalibrierung der Handmessgeräte, die zweite Stufe bildet die Kalibrierung der in situ Messgeräte mit den kalibrierten Handmessgeräten vor Ort. Die erreichbaren Genauigkeiten, respektive die dabei auftretenden Fehler, sind mittels Fehlerfortpflanzungsrechnungen erfassbar. Es ist somit möglich, bei der Weitergabe von Messdaten auch mathematische

Fehlergrenzen anzugeben.

Kalibrierungen der in situ Messgeräte sind in der Stammdatenmaske „Logbuch“ in das Hydrographische-Daten-Management-System (HyDaMS) einzutragen (Anleitung siehe Anhang 3).

Für jede Messstelle sind Kalibriervorschriften unter Berücksichtigung der Betriebsanleitungen, der geltenden Normen und im Rahmen des festgelegten QMS zu erstellen.

Kalibrierungen der Handmessgeräte sind jährlich in einem qualifizierten Labor (z.B. Nachweis der Akkreditierung oder einer entsprechenden ISO-Zertifizierung) durchführen zu lassen oder mittels geeigneter Standards vorzunehmen.

### **Wasserstand**

Die Kalibrierung von Drucksensoren ist vor Ort mit geeigneten Kalibratoren grundsätzlich möglich. Es ist dabei aber auf Temperaturschwankungen während der Kalibrierung bzw. auf Temperaturanpassung des Kalibrators zu achten. Vorzuziehen wäre eine Kalibrierung in geschlossenen Räumen mit ausgeglichener Temperatur.

Kalibrierungen können auch von der Herstellerfirma des Sensors angefordert werden, wenn diese über die entsprechende Ausrüstung (Druckkalibrator) verfügt. Ein Kalibrierprotokoll ist anzufordern. Kalibriert werden soll das Gesamtsystem Datensammler – (eingebaute) Messelektronik – Sondenkabel – Sonde. Es ist mindestens eine Dreipunktkalibrierung durchzuführen. Die Kalibrierpunkte sollen den zu erwartenden Messbereich vollständig abdecken. Die erzielte Kalibriergenauigkeit darf die angegebene Auflösung des Messgeräts und die Genauigkeit der Sonde nicht merklich überschreiten. Bei einer Eigenkalibrierung ist die Kalibrierung ebenfalls zu dokumentieren.

### **Wassertemperatur**

Eine Kalibrierung der Temperaturmessgeräte vor Ort ist nicht möglich. Möglich ist nur der Vergleich mit geeichten Flüssigkeitsthermometern. Ab einer bestimmten Abweichung (0,5 °C) ist die Reparatur des in situ Geräts notwendig.

### **Leitfähigkeit**

1. Stufe: Kalibrierung der Handmessgeräte und der jeweils dazugehörigen Sonde für die Geländemessungen in einem dazu qualifizierten Labor (z.B. Nachweis der Akkreditierung oder einer entsprechenden ISO-Zertifizierung) entsprechend der

Betriebsanleitung der Geräte und der geltenden Normen oder Verwendung entsprechender Standards. Zusätzliche Sonden (z.B. mit Überlängen der Kabel) müssen auf ein bestimmtes Handgerät kalibriert werden.

Ein Kalibrierprotokoll ist anzufordern bzw. anzulegen.

2. Stufe: Kalibrierung vor Ort: Verwendung des im Labor oder mittels Standards kalibrierten Handmessgerätes. Im Gelände wird eine Dreipunkt-Kalibrierung der gesamten Einheit Datensammler – (eingebaute) Messelektronik – Sondenkabel – Sonde durchgeführt. Unter Verwendung von Quellwasser der Messstelle werden durch Dotierung mit deionisiertem Wasser und durch Dotierung mit NaCl-Lösung zwei weitere Leitfähigkeitswerte eingestellt. Bei der Einstellung der Werte ist darauf zu achten, dass der zu erwartende Arbeitsbereich vollständig abdeckt ist.

Die Kalibrierung ist zu dokumentieren. Eine maximale Fehlergrenze der Kalibrierung ist im Vorfeld zu definieren (2 bis 3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bei 25 °C bei einem Messbereich von etwa 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bei 25 °C). Die Gültigkeit des Kalibrierpolynoms ist im Rahmen der Messstellenbetreuung regelmäßig zu kontrollieren. Bei Abweichungen größer als 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bei 25 °C ist das in situ Messsystem zu überprüfen. Nach Reinigungs- und Wartungsarbeiten ist jedenfalls eine Überprüfung des Kalibrierpolynoms erforderlich.

### **Trübung**

1. Stufe: Kalibrierung der Handmessgeräte und der jeweils dazugehörigen Sonde für die Geländemessungen in einem dazu qualifizierten Labor (z.B. Nachweis der Akkreditierung oder einer entsprechenden ISO-Zertifizierung) entsprechend der Betriebsanleitung der Geräte und der geltenden Normen.

Das Hantieren mit Formazinslösungen sollte unbedingt vermieden werden, da diese giftig und möglicherweise krebserregend sind.

2. Stufe: Kalibrierung vor Ort: Verwendung des im Labor kalibrierten Handmessgerätes. Im Gelände wird eine Dreipunkt-Kalibrierung der gesamten Einheit Datensammler – (eingebaute) Messelektronik – Sonde durchgeführt. Als Kalibrierlösungen oder zur Herstellung derselben sind handelsübliche Standards (z.B. Polymersuspensionen) zu verwenden. Dabei ist darauf zu achten, dass eine Vergleichbarkeit mit Formazinstandards vom Hersteller garantiert wird. Diese können, wenn nötig, vor Ort auf den entsprechenden Messwert verdünnt werden. Der zu erwartende Messbereich sollte gleichmäßig abgedeckt werden. Zur Verdünnung ist deionisiertes, gefiltertes (0,45  $\mu\text{m}$ ) Wasser zu verwenden. Die so hergestellten Verdünnungen sind nur beschränkt haltbar – sie sind nach Ablauf der Frist entsprechend zu entsorgen.

Weiters ist beim Vergleich von Messwerten zwischen in situ Gerät und

Handmessgerät zu beachten, dass grundsätzlich nur Messwerte, die mit dem gleichen (normgerechten) Verfahren ermittelt wurden, vergleichbar sind. Bei Anwendung der oben beschriebenen Kalibrierprozedur ist eine Vergleichbarkeit der Messergebnisse nur bei Verwendung des Streulichtverfahrens gegeben.

Die Kalibrierung ist zu dokumentieren. Eine maximale Fehlergrenze der Kalibrierung ist im Vorfeld zu definieren (0,5 bis 1,0 FNU bei einem Messbereich von etwa 40 FNU). Die Gültigkeit des Kalibrierpolynoms ist im Rahmen der Messstellenbetreuung regelmäßig zu kontrollieren. Bei Abweichungen größer als 2 FNU ist das in situ Messsystem zu überprüfen. Nach Reinigungs- und Wartungsarbeiten ist jedenfalls eine Überprüfung des Kalibrierpolynoms erforderlich.

## **12. Verwendete Literatur**

ABB Automation Products (Hrsg.): Praxis der industriellen Durchflussmessung, 4. Aufl., Göttingen, 2005

ATV-DVWK, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.): ATV-DVWK-Regelwerk, Merkblatt ATV-DVWK-M 604, Messeinrichtungen an Quellen, Hennef, 2002

Bronstert, Axel, Schäfermeyer, Jan Peter: Einführung in die Gewässerhydraulik. Skriptum zur Vorlesung im Studiengang Geoökologie, Universität Potsdam, Sommersemester 2004, Potsdam, 2004

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Wasserhaushalt (Hrsg.): Pegelordnung. Richtlinie für Messungen an Pegeln oberirdischer Gewässer, Wien, 2007

Dyck, Siegfried, Peschke, Gerd: Grundlagen der Hydrologie, 3. Aufl., Berlin, 1995

Endress+Hauser: Durchfluss-Messtechnik. Für Flüssigkeiten, Gase und Dampf. Produkte und Dienstleistungen im Überblick

Eybl, Jutta (Ed.): Quellbeobachtung im Hydrographischen Dienst in Österreich. Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros, Heft 70, Wien, 2005

Höltling, Bernward: Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, 5. Aufl., Stuttgart, 1995

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Grundwasser, Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 4 – Quellen. Grundwasserrichtlinie 4/95, 1995

Mai, Stephan: Berührungslose Seegangsmessung mit Radar-Wasserstandspegeln. In: Tagungsband des 3. FZK-Kolloquiums. Planung u Auslegung v Anlagen im Küstenraum, Hannover, 2001, S 221-230

Müller, Uwe: Physikalisches Grundpraktikum. Einführung in die Messung, Auswertung und Darstellung experimenteller Ergebnisse in der Physik. Institut für Physik an der Humboldt Universität Berlin, Berlin, 2007

Patzelt, Rupert, Schweinzer, Herbert: Elektrische Messtechnik, Wien, 2004

PEEK Measurement Inc. (Hrsg.): Instruction manual, Models 400, 475 and 500, Impeller Flow Sensors, Houston, 1997

Pfänder, A: Skriptum Einführung in die Fehlerrechnung. Gymnasium Gerlingen, Gerlingen, 2004

Ruhm, Karl H.: Widerstandsthermometer, Internet-Portal „Wissenschaft und Technik des Messens“, [http://www.mmm.ethz.ch/bil\\_dok\\_de](http://www.mmm.ethz.ch/bil_dok_de), Dokument d0000264, 3.10.2007

Schneider, Hans: Die Wassererschließung. Erkundung, Bewirtschaftung und Erschließung von Grundwasservorkommen in Theorie und Praxis, Essen, 1988

Untersweg, Thomas, Stadler, Hermann: Evaluierung von Quellaufnahmen, unveröffentlichter Zwischenbericht, Joanneum Research, IHG, Graz, 2003

Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Mikrosystemtechnik (Hrsg.): Praktikum Verfahrenstechnik. Messung nichtelektrischer Größen. Druck- und Volumenstrom, Hamburg, 2005

Vollmer, Ernst: Lexikon für Wasserwesen, Erd- und Grundbau, Stuttgart, 1967

Wallace & Tiernan GmbH (Hrsg.): Messsystem TMS 561 zur Trübungsmessung, Günzburg, 2004

Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH (WTW) (Hrsg.): Trübung. Qualitätsüberwachung mit Trübungsmessung, Weilheim, 2006

### **13. Zitierte und zu berücksichtigende Normen und Gesetze**

DIN 1319 Teil 1-4 – Grundlagen der Messtechnik

DIN V ENV 13005 – Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen, Deutsche Fassung ENV 13005

ISO/FDIS 1438 – Hydrometry – Open channel flow, measurement using thin-plate weirs

ÖNORM B 2400. Hydrologie – Hydrologische Fachausdrücke und Zeichen; Ergänzende Bestimmungen zur ÖNORM EN ISO 772

ÖNORM B 2401 – Hydrometrie – Methoden zur Bestimmung des Durchflusses und der Geschwindigkeit in offenen Gerinnen

ÖNORM B 2402 – Durchflussmessung in offenen Gerinnen – Venturikanäle

ÖNORM B 2403 – Durchflussmessung in offenen Gerinnen – Flügelmessung

ÖNORM B 2602. Wassererschließung – Quellfassungsanlagen – Planung, Bau und Betrieb

ÖNORM E 8049 – Blitzschutz baulicher Anlagen

ÖNORM EN ISO 6416 – Hydrometrie – Messung des Abflusses mit dem Ultraschallverfahren (akustisches Verfahren)

ÖNORM EN ISO 7027 – Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Trübung

ÖNORM EN ISO 15839. – Wasserbeschaffenheit – Online-Sensoren/Analysegeräte für Wasser – Spezifikationen und Leistungsprüfungen

ÖNORM EN 27888 – Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit

ÖVE/ÖNORM EN 50164 – Blitzschutzbauteile – Teil 2: Anforderungen an Leitungen und Erder

ÖVE/ÖNORM EN 62305 – Blitzschutz – Teil 1 bis 4

Burgenländisches Bedienstetenschutzgesetz 2001 (LGBL. Nr. 37/2001)

Niederösterreichisches Bedienstetenschutzgesetz 1998 (LGBl 2015/1998)

Kärntner Bedienstetenschutzgesetz 2005 (LGBl Nr 7/2005)

Oberösterreichisches Landesbediensteten-Schutzgesetz 1998 (LGBl. Nr. 13/1998)

Salzburger Bediensteten-Schutzgesetz 2000 (LGBl Nr 103/2000)

Steiermärkisches Bedienstetenschutzgesetz 2000(LGBl. Nr. 24/2000)

Tiroler Bedienstetenschutzgesetz 2003 (LGBl. Nr. 75/2003)

Vorarlberger Landes- und Gemeindebediensteten-Schutzgesetz 1999 (LGBl. Nr. 14/1999)

Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998 (LGBl. Nr. 49/1998)

Wasserkreislaufferhebungsverordnung – WKEV (BGBl. 478/2006)

# **Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen in Österreich**

## **Anhang 1**

**Formeln für die Berechnung des Durchflusses  
an Messwehren und Venturigerinnen**



# MESSWEHRE

## Hydraulische Überlegungen

Der Abfluss  $Q$  über eine Wehrkrone kann als ein Sonderfall des seitlichen Ausflusses aus einem Gefäß hergeleitet werden (Zanke, 2001)

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} (H_2^{1,5} - H_1^{1,5}) = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left[ \left( h_2 + \frac{v_0^2}{2g} \right)^{1,5} - \left( h_1 + \frac{v_0^2}{2g} \right)^{1,5} \right]$$

Hierin sind

$\mu$ ... der Überfallbeiwert

$b$ ... die Breite der Öffnung

$g$ ... die Erdbeschleunigung

$H_2$  bzw.  $H_1$ ... die Energiehöhe an der unteren bzw. oberen Kante der Öffnung

$h_2$  bzw.  $h_1$ ... die Lage der unteren bzw. oberen Kante der Öffnung unter dem Oberwasserspiegel

$v_0$ ... die Anströmgeschwindigkeit zur Öffnung

Für ein Wehr gilt  $h_1=0$  und  $h_2=h$ , ( $h$ =Überfallhöhe) und somit verändert sich die oben angeführte Gleichung zu

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left[ \left( h + \frac{v_0^2}{2g} \right)^{1,5} - \left( \frac{v_0^2}{2g} \right)^{1,5} \right]$$

Ist die Geschwindigkeitshöhe der Anströmgeschwindigkeit klein gegen die Überfallhöhe  $\left( \frac{v_0^2}{2g} \right) \ll h$  kann sie vernachlässigt werden, und man erhält die sehr

gebräuchliche Formel von Poleni

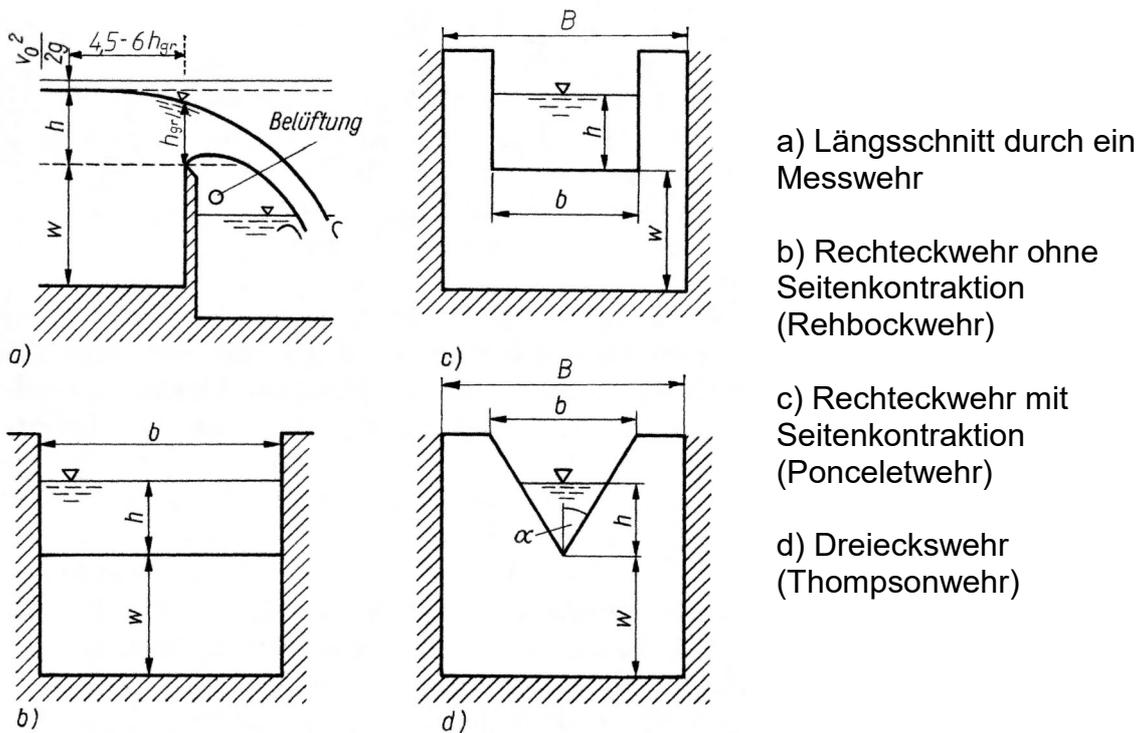
$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} h^{1,5}$$

Die für den Ausflussvorgang maßgebende Energiehöhe  $\left( h + \frac{v_0^2}{2g} \right)$  wird dort

angesetzt, wo der Wasserspiegel noch von der Strahlabsenkung zum Wehr unbeeinflusst ist. Dies ist annähernd 4,5 bis 6\* $h_{gr}$  oberhalb des Wehres der Fall, wobei  $h_{gr}$  die Grenztiefe ist, jene Wasserspiegellhöhe die sich an der Wehrschneide einstellt.

Der Überfallbeiwert  $\mu$  ist von der Form des Wehres (Rechteck ohne oder mit Seitenkontraktion) und von der Wehrhöhe  $w$  (Abstand des tiefsten Punktes des Wehres über der Sohle) und von anderen Einflussfaktoren abhängig. Im Folgenden

werden Abflussformeln für die gängigsten Wehrformen angegeben.



**Abbildung 1: verschiedene Wehrformen**

## Rechteckwehre

### Rechteckwehr ohne Seitenkontraktion (Rehbockwehr)

Bei diesem Wehrtyp ist die Überfallkante gleich breit wie der Zulaufkanal siehe Abbildung 1 b). Die Abflussformel lautet (Schmidt, 1993):

$$Q = \left( 1,782 + 0,24 \frac{h_e}{w} \right) b h_e^{1,5}$$

wobei gilt:  $h_e = h + 0,0011$

Hierin bedeuten

b... die Wehr- bzw. Zulaufkanalbreite in m

h... die gemessene Überfallhöhe in m

w... die Wehrhöhe in m

Die Formel ist gültig für  $w > 0,06$  m,  $0,01$  m  $\leq h \leq 0,80$  m und  $(h/w) \leq 0,65$

## Rechteckwehr mit Seitenkontraktion (Ponceletwehr)

Bei diesem Wehrtyp beträgt die Überfallbreite  $b$  nur einen Teil der Breite  $B$  des Zulaufkanals wie in Abbildung 1 c) dargestellt. Für  $\mu$  in der Formel

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} h^{1,5}$$

gilt sodann

$$\mu = \left[ 0,578 + 0,037 \left( \frac{b}{B} \right)^2 + \frac{3,615 - 3 \left( \frac{b}{B} \right)^2}{1000 h + 1,6} \right] * \left[ 1 + 0,5 \left( \frac{b}{B} \right)^4 \left( \frac{h}{w} \right)^2 \right]$$

Hierin bedeuten

$\mu$ ... den Überfallbeiwert

$b$ ... die Wehrbreite in m

$B$ ... die Zulaufkanalbreite in m

$g$ ... die Erdbeschleunigung (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$h$ ... die gemessene Überfallhöhe in m

$w$ ... die Wehrhöhe in m

Die Formel ist gültig für  $w \geq 0,30$  m,  $[0,025/(b/B)] \leq h \leq 0,80$  m und  $(h/w) \leq 1$

## Dreieckswehre (Thomsonwehre)

Diese Wehrform wie in Abbildung 1 d) dargestellt eignet sich zur Abflussmessung, wenn auch kleine Durchflüsse genau bestimmt werden sollen. Für größere Durchflussmengen als ca. 600l/s eignet sie sich weniger gut.

Das Taschenbuch für Wasserwirtschaft (Zanke, 2001) gibt als Abflussformel an:

$$Q = \frac{8}{15} \mu \tan \alpha \sqrt{2g} h^{2,5}$$

Und für den häufig angewendeten Dreiecksüberfall mit 90° als Öffnungswinkel  $2\alpha$

$$Q = 1,325 h^{2,483}$$

Dabei bedeuten

$\alpha$  ... den halben Öffnungswinkel des Dreiecksausschnitts

$\mu$ ... den Überfallbeiwert

$b$ ... die maximale Breite des Dreiecksausschnitts in m

$B$ ... die Zulaufkanalbreite in m

g... die Erdbeschleunigung (9,81 m/s<sup>2</sup>)

h... die gemessene Überfallhöhe vom tiefsten Punkt des Dreiecksausschnitts bis zum ungestörten Wasserspiegel in m

w... die Wehrhöhe vom Boden des Zulaufkanals bis zum tiefsten Punkt des Dreiecksausschnitts in m

Die Formeln sind gültig für  $0,05 \text{ m} < h < \text{ca. } 0,40 \text{ m}$ ,  $h/w < 0,40$ ,  $h/B < 0,20$  und  $w > 0,45 \text{ m}$

Eine sehr umfassende Übersichtsarbeit zu den Dreiecksmesswehren veröffentlichte Hager (1990). Aus ihr geht hervor, dass für den Dreiecksüberfall mit 90° Öffnungswinkel bei kleinen Überfallhöhen zwischen ca. fünf und zehn Zentimetern recht beachtliche Unterschiede für den Überfallbeiwert bestimmt worden sind: bei  $h=0,05 \text{ m}$  gilt  $\mu=0,65$ , bei  $h=0,10 \text{ m}$  gilt  $\mu=0,58$ . Diese Unterschiede, je nach Berechnungsart 11 oder 12%, sollten beachtet werden, wenn genaue Durchflussangaben im Bereich kleiner Quellschüttungen erwünscht sind. In diesem Fall wird auf den Ansatz von Hager (1990) verwiesen.

Hager gibt für den Beiwert  $\mu$  in oben angeführter Abflussformel an:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{3}} \left\{ 1 + \left[ \frac{h^2 \tan \alpha}{3 B (h + w)} \right]^2 \right\} * \left( 1 + \frac{0,66}{h^{1,5} \tan \alpha} \right) \quad h, B \text{ und } w \text{ sind in cm einzugeben.}$$

Diese Formel sowie die oben angeführte Abflussformel sind nach Hager für Öffnungswinkel  $2\alpha$  von 20 bis 100 Altgrad gültig (siehe dortiges Bild 1).

Bei Hager (1990) findet sich auch eine Korrekturformel für den eingestauten Dreiecksüberfall (unvollkommener Überfall).

## Kombinierte (gegliederte) Wehre

In diesem Fall besteht die Wehrblende aus einem Dreieckswehr, an das sich oben ein Rechteckwehr anschließt.

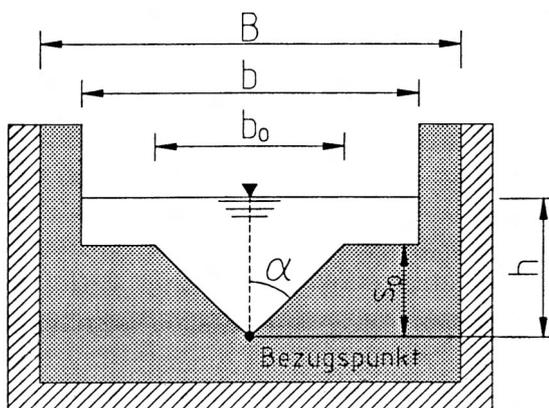


Abbildung 2: Kombiniertes Wehr

Für  $h < s_0$  (Wasserspiegel liegt im Dreiecksausschnitt) kommen die Formeln für das Dreieckswehr zur Anwendung.

Für  $h > s_0$  gilt laut Merkblatt ATV-DVWK-M 604:

$$Q = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2g} \left[ \tan \alpha h^{2,5} - \frac{b_0}{s_0} (h - s_0)^{2,5} + 1,25 (b - b_0) (h - s_0)^{1,5} \right]$$

Dabei bedeuten

$\alpha$  ... den halben Öffnungswinkel des Dreiecksausschnitts

$\mu$  ... den Überfallbeiwert

$b_0$ ... die maximale Breite des Dreiecksausschnitts in m

$b$  ... die Breite des Rechteckausschnitts in m

$g$  ... die Erdbeschleunigung (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$h$  ... die gemessene Überfallhöhe vom tiefsten Punkt des Dreiecksausschnitts bis zum ungestörten Wasserspiegel in m

$s_0$ ... die Höhe des Dreiecksausschnitts in m

$w$  ... die Wehrhöhe vom Boden des Zulaufkanals bis zum tiefsten Punkt des Dreiecksausschnitts in m

Die Formel ist gültig für  $15^\circ < \alpha < 45^\circ$ ,  $b \geq 0,90$  m  $h/w < 0,40$  und  $h/b < 0,20$

Der Überfallbeiwert  $\mu$  für  $h > s_0$  muss durch Messungen ermittelt werden.

Am Übergang zwischen Dreieck und Rechteck kann eine Unstetigkeit auftreten.

## VENTURIGERINNE

Formeln für die Durchflussberechnung von Venturigerinnen finden sich in der ÖNORM B2402. Darin werden Gerinne mit rechteck- (am häufigsten verwendet), trapez- und U-förmigem Querschnitt beschrieben. Eine ausführliche Abhandlung über Venturigerinne unterschiedlichen Typs und deren Durchflussgleichungen enthält auch Hager (1994).

Zur Berechnung des Durchflusses wird die Theorie der Grenztiefe (Wasserspiegelhöhe am Ort des Fließwechsels) verwendet. Die Theorie setzt eine reibungsfreie Flüssigkeit und im Grenzquerschnitt eine hydrostatische Druckverteilung sowie gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung voraus.

Für die Energiehöhe im Grenzquerschnitt gilt:

$$H_c = h_c + \frac{v_c^2}{2g}$$

Dabei sind

$H_c$ ... die Energiehöhe im Grenzquerschnitt

$h_c$  ... die Wasserspiegelhöhe im Grenzquerschnitt

$v_c$  ... die Strömungsgeschwindigkeit im Grenzquerschnitt

$g$  ... die Erdbeschleunigung (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Sowohl die Wasserspiegelhöhe als auch die Energiehöhe im Grenzquerschnitt sind keine direkten Messgrößen. Im Bereich der Einschnürungsstrecke ist der Wasserspiegel geneigt und der genaue Ort des Fließwechsels nicht bekannt. Daher bezieht man sich bei der Berechnung auf den Zulaufkanal, über dessen Länge der Wasserspiegel praktisch konstant ist. Deswegen wird in der ÖNORM B2402 ein Durchflussbeiwert  $C_d$  eingeführt der die Reibungseinflüsse berücksichtigt. Es handelt sich um einen Mittelwert, der für alle drei Formen des Querschnitts gültig ist.

$$C_d = 0,975 \left( 1 - \frac{0,003}{\frac{H_o}{l_e}} \right)^{2,5} \quad \text{mit} \quad H_o = h_o + \frac{v_o^2}{2g}$$

Dabei sind

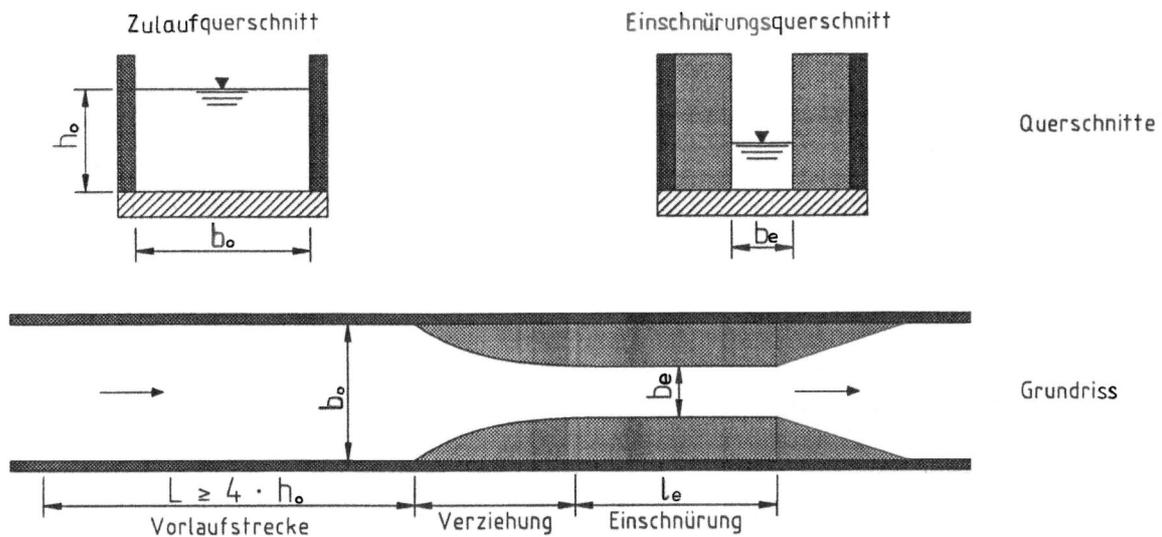
$H_o$ ... die Energiehöhe im Zulaufkanal

$l_e$  ... die Länge der Einschnürungsstrecke

$h_o$  ... die Wasserspiegelhöhe im Zulaufkanal

$v_o$  ... die Anströmgeschwindigkeit zur Verziehung

$g$  ... die Erdbeschleunigung (9,81 m/s<sup>2</sup>)



**Abbildung 3: Venturigerinne**

Für den gebräuchlichen Rechteckquerschnitt ergibt sich aufgrund der Geometrie die vereinfachte Durchflussgleichung:

$$Q = C_d \left( \frac{2}{3} \right)^{1,5} \sqrt{g} b_e H_o^{1,5}$$

Dabei sind

$C_d$ ... der Durchflussbeiwert

$g$  ... die Erdbeschleunigung ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

$b_e$ ... die Breite der Einschnürungsstrecke in m

$H_o$ ... die Energiehöhe im Zulaufkanal in m

$H_o$  muss dafür wie in der ÖNORM B2402 angegeben iterativ berechnet werden.

Ist die Geschwindigkeitshöhe der Anströmgeschwindigkeit klein gegen die

Wasserspiegelhöhe  $\left( \frac{v_o^2}{2g} \right) \ll h_o$  kann diese vernachlässigt und in den oben

angeführten Formeln  $H_o$  durch die im Zulaufkanal gemessene Wasserspiegelhöhe  $h_o$  ersetzt werden.

Venturigerinne werden von verschiedenen Herstellern als Gesamtbauteil gefertigt.

Für solche Venturigerinne wird der Durchflussbeiwert typenspezifisch vom Hersteller ermittelt. Die Wasserstands-Durchflussgleichung lautet dann:

$$Q = k h_o^{1,5}$$

Dabei ist

$h_o$ ... die gemessene Wasserspiegelhöhe im Zulaufkanal

$k$  ... der Beiwert zufolge Geometrie und Abfluss, wird vom Hersteller angegeben

## **LITERATUR:**

ATV-DVWK, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.): ATV-DVWK-Regelwerk, Merkblatt ATV-DVWK-M 604, Messeinrichtungen an Quellen, Hennef, 2002, S. 39-40

HAGER, Willi H.: Scharfkantiger Dreiecksüberfall. In "wasser, energie, luft – eau, énergie, air", Jg. 82, Heft 1/2, Baden, 1990, S. 9-14

HAGER, Willi H.: Abwasserhydraulik. Theorie und Praxis, Berlin 1994, S. 275-292

ÖNORM B 2402 – Durchflussmessung in offenen Gerinnen – Venturikanäle

SCHMIDT, Martin: Hydraulik. In: Taschenbuch der Wasserwirtschaft (Bretschneider, Hans, Lecher, Kurt, Schmidt, Martin, Hrsg.), 7. Aufl., Berlin, 1993, S. 183-235

ZANKE, Ulrich C. E.: Hydraulik. In: Taschenbuch der Wasserwirtschaft (Lecher, Kurt, Lühr, Hans-Peter, Zanke, Ulrich C. E., Hrsg.), 8. Aufl., Berlin, 2001, S. 153-234

## **ABBILDUNGEN:**

Die Abbildungen wurden hinsichtlich der verwendeten Bezeichnungen angepasst.

Abbildung 1: Dyck, Siegfried, Peschke, Gerd: Grundlagen der Hydrologie, 3. Aufl., Berlin, 1995, S. 99

Abbildung 2 u. 3: ATV-DVWK, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.): ATV-DVWK-Regelwerk, Merkblatt ATV-DVWK-M 604, Messeinrichtungen an Quellen, Hennef, 2002, S. 39 u. 40

# **Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen in Österreich**

## **Anhang 2**

### **Abbildungen**



## Quellentypen unterschieden nach dem Aquifer



**Porengrundwasseraustritt:** Fischa-Dagnitz, Niederösterreich (© Jutta Eybl)



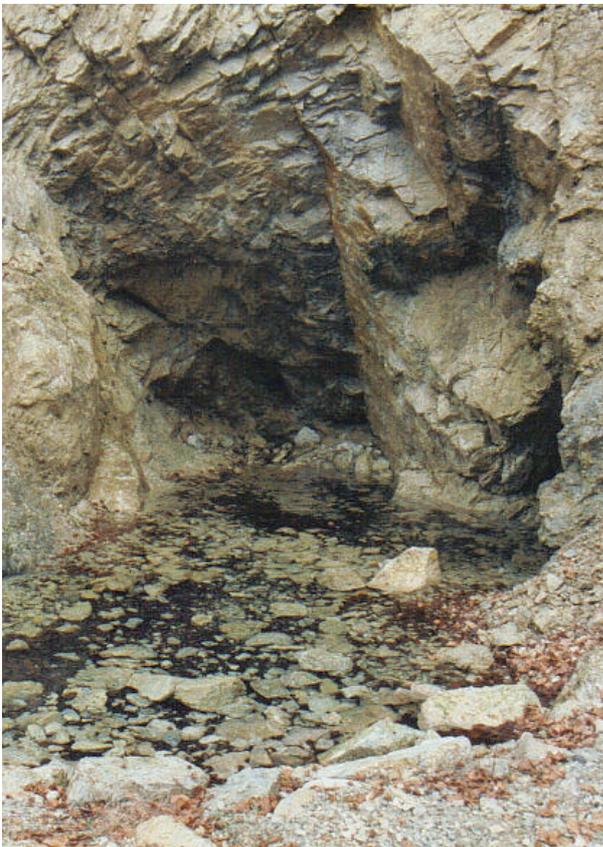
**Hangschuttquelle:** Gossenbachquelle, Osttirol (© HD-Tirol)



**Karstquelle:** Dachserfall, Salzburg  
(© Jutta Eybl)



**verdeckte Karstquelle:** Goldbachquelle,  
Vorarlberg (© Jutta Eybl)



**Kluftquelle:** Reihbachquelle, Steiermark  
(© HD-Steiermark)

## Formen von Quellmessstellen – Arten der Schüttungsermittlung



**Messstelle mit natürlichem Messprofil,** die Drucksonde zur Wasserstandsaufzeichnung ist an der Pegellatte montiert, (Teufelskirche, Oberösterreich, © Klaus Kaiser)

Ultraschallsensor  
(Doserfall, Tirol, © HD-Tirol)



**Messstelle mit natürlichem Messprofil,** Aufzeichnung des Wasserstands und der Fließgeschwindigkeit mittels Drucksonde bzw. Laufzeitverfahren wegen auftretender Rückstau-effekte ausgelöst durch ein bachabwärts gelegenes Wehr, (Doserfall, Tirol, © Jutta Eybl)



**Messstelle mit Stauwerk** aus Rundhölzern ausgeführt als Rechteckwehr mit Seitenkontraktion – Ponceletwehr (Schönebenquelle, Steiermark, © HD-Steiermark)



**Messstelle mit Wehrkasten** aus Lärchenholz und Rechteckwehr ohne Seitenkontraktion – Rehbockwehr, Datensammler in kleinem Schaltschrank, auf dessen linker Außenseite ist ein Solarpaneel montiert, Auslesung mittels Notebook (Katzensteigquelle, Tirol, © HD-Tirol)



**Messstelle mit NIROSTA-Messkorb** mit schmalen Rechteckausschnitt zur Messung sehr kleiner Schüttungen und Unterbringung der Sonden (Erbsattelquelle, Steiermark, © HD-Steiermark)



**Messstelle mit Wehrkasten** aus Schalttafeln und Dreieckswehr (Thompsonwehr) aus NIROSTA (Landesmessstelle Klausbach, Steiermark, © HD-Steiermark)



**Messstelle mit Wehrkasten** aus Lärchenholz und kombiniertem (gegliedertem) Wehr, (Landesmessstelle Isar-Ursprung, Tirol, © Jutta Eybl)



**Messstelle mit Venturigerinne**, dieses verfügt über eine Abdeckung zur Verhinderung von Algenaufwuchs, Datensammler in kleinem Schaltschrank, auf dessen linker Außenseite ist ein Solarpaneel montiert (Brunauquelle, Tirol, © HD-Tirol)



**Messstelle in einer Quellstube** mit Einzelsonden und Rechteckwehr  
(Geyerquelle, Oberösterreich, © Klaus Kaiser)



**Messstelle in einer Quellstube** mit  
Multiparametersonde  
(Lastalquelle, aufgelassene Messstelle, Tirol,  
© HD-Tirol)



**Messstelle in einer Quellstube mit Dreieckswehr**  
(Windener Quelle, Burgenland, © Jutta Eybl)



**Messstelle in einer Quellstube, Messung der Fließgeschwindigkeit in den Zulaufrohren mittels Sägezahnzählern** (Schwaigerquelle, Steiermark, © HD-Steiermark)



**Messstelle an einer gefassten Quelle**, Messung des Durchflusses am Ablaufrohr mittels Magnetisch-induktiver Durchflussmessung – MID (Alfutzquelle, Tirol, © HD-Tirol)

### Einbau der Sensorik



Schwimmkörper nach Gesson zur Wellenreduktion, unterschiedliche Ausführungen (links Sagtümpel, Steiermark, © HD-Steiermark, rechts Katzensteigquelle, Tirol, © HD-Tirol)



Messstelle mit langer Beruhigungsstrecke und Drucksonde in einem Hüllrohr, Energieversorgung mittels Solarpaneelen (Hainschbauernquelle, Kärnten, © Jutta Eybl)



Drucksonde fluchtend in der Wand des Wehrkastens eingebaut, als Pegellatte dient ein Lineal – Ablesung auf 0,1 cm möglich (Sagtümpel, Steiermark, © HD-Steiermark)



Abgesetzte Station, Messung von Temperatur und Leitfähigkeit nahe einer Austrittsstelle in einiger Entfernung vom Messwehr zur Schüttungserfassung (Schreiende Brunnen, Tirol, © Jutta Eybl)



Messkorb mit Leitfähigkeits-, Temperatur- und Trübungssonde am Grund des Quellaustritts (Hirschbrunn, Oberösterreich, © Jutta Eybl)



Truhe mit Turbine zur Stromversorgung und Erfassung von Leitfähigkeit, Temperatur und Trübung (Gollinger Wasserfall, Salzburg, © HD-Salzburg)



Durchflussmesszelle für die Trübungsmessung in einer Quellstube (Windener Quelle, Burgenland, © HD-Burgenland)

## Durchführung von Durchflussmessungen



**Füllzeitmessung** an der Edelrautenquelle  
(Steiermark, © HD-Steiermark)

Messflügel (© HD-Tirol)



**Flügelmessung** am Waldbachursprung (Oberösterreich, © HD-Oberösterreich)



Utensilien für die **Salzverdünnungsmessung**: Leitfähigkeitssonde, Kalibrierflüssigkeit, Pipette, speziell konfigurierter Datensammler, Messkolben zur Entnahme des Quellwassers (© HD-Steiermark)



Ort der Salzzugabe

**Salzverdünnungsmessung** am Sagtümpel (Steiermark, © HD-Steiermark)

links: Kalibrierung des Messgeräts – zu einem bestimmten Volumen Quellwasser wird nach und nach Kalibrierflüssigkeit zu pipettiert

unten: Messung und Aufzeichnung der elektrischen Leitfähigkeit nach der Zugabe von gelöstem Kochsalz in das Gerinne





# **Richtlinie für die Errichtung und Beobachtung von Quellmessstellen in Österreich**

## **Anhang 3**

**Anleitung zu  
Stammdatenhaltung, Datenimport, Eingabe von  
Kontrollwerten und Pegelschlüsselerstellung in  
HyDaMS**



## INHALTSVERZEICHNIS ANHANG 3

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINE HINWEISE ZUM ARBEITEN MIT HYDAMS</b> .....	<b>2</b>
1.1	Datenmodell .....	2
1.2	HyDaMS – Aufruf und Login .....	3
1.3	Zeitreihen darstellen .....	3
1.4	Vorschaufenster für Ausdrücke.....	6
1.5	Arbeiten mit Tabellen.....	7
1.6	Datums- und Uhrzeiteingaben.....	8
1.7	Zusatzprogramme.....	8
<b>2</b>	<b>STAMMDATEN</b> .....	<b>9</b>
2.1	Stammdateneingabe und -ansicht.....	9
2.2	Ausdruck von Stammdaten .....	16
2.3	Export von Stammdaten .....	17
<b>3</b>	<b>ZEITREIHENIMPORT</b> .....	<b>18</b>
3.1	Fehlertoleranz und Qualitätsstufen.....	18
3.2	DAF-Import.....	18
3.3	ASCII-Import .....	20
<b>4</b>	<b>EINGABE VON EINZELMESSUNGEN</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>PEGELSCHLÜSSELEEDITOR</b> .....	<b>24</b>
5.1	Darstellen bestehender Pegelschlüssel .....	24
5.2	Erstellen neuer Pegelschlüssel .....	26
5.3	Ändern eines vorhandenen Pegelschlüssels .....	27

# 1 ALLGEMEINE HINWEISE ZUM ARBEITEN MIT HYDAMS

## 1.1 Datenmodell

Das zugrunde liegende Datenmodell umfasst im Wesentlichen die **Stammdaten** und **Zeitreihen**.

Die gleich bleibenden bzw. nur selten einer Änderung unterliegenden Stammdaten werden in Relationen gespeichert. Diese Relationen sind im dBase-Format in Dateien abgelegt. Durch einen Record-Locking-Mechanismus wird die Integrität der Daten gewährleistet.

**Hinweis:** Das Editieren der Stammdaten mit anderen Programmen wie z.B. MS Excel ist nicht zulässig!

Die zeitbezogenen Massendaten werden in Binär-Files gespeichert, die nach Sachgebieten und Parametern in Unterverzeichnissen getrennt strukturiert liegen. Zur weiteren Komprimierung, wird ein Betriebssystemwerkzeug benutzt, das mit Hilfe von zeit- und platzoptimierenden Algorithmen die Datei in die endgültige Form umwandelt. Die Filenamen werden automatisch aus den Zeitreihenattributen generiert.

Eine Zeitreihe setzt sich aus **Attributdaten** und Wertefunktionen zusammen (eine Wertefunktion pro Qualität). Attribute sind Parameter, Ortsbezug (Messstellenummer), Koordinaten der Messstelle, Art des Zeitbezuges (DefArt), Aussage, Herkunft, zeitlicher Gültigkeitsbereich, Einheit, Fehlertoleranz, Messgenauigkeit, Nachweisgrenze, relativer Startpunkt einer Distanz (nur bei äquidistanten Zeitreihen) und Kommentar. Der einem Zeitpunkt zugeordnete Wert, der Y-Wert, kann eine Zahl, ein Text oder eine Reihe (z.B. eine Abflusskurve - Realreihe) sein. Zeitreihen werden grundsätzlich über ihre Attribute identifiziert, nicht über Dateien. Diese Attribute werden beim Verknüpfen von Zeitreihen ausgewertet und auch vererbt.

Die Wertepaare der Wertefunktionen werden als Wertepaarfolgen der zeitbezogenen Massendaten in kompakter Form in Blöcken zusammengefasst und in einer Binärdatei abgelegt. Die Blöcke werden verkettet, um einen wahlfreien Zugriff zu realisieren. Dieses Datenmodell gewährleistet einen sehr schnellen Datenzugriff. An jedes Zeitreihenwertepaar können Zusatzinformationen (Texte, Kommentare) geknüpft werden.

Jede Zeitreihe kann aus beliebig vielen Daten unterschiedlicher **Qualitäten** bestehen. Mehrfache Abspeicherung gleicher Daten wird vermieden. Es werden standardmäßig für jedes Wertepaar die Daten der höchsten Qualität geliefert, es kann aber auch gezielt auf eine gewünschte Qualitätsstufe zugegriffen werden.

Zeitreihen werden nach Art ihres Zeitbezuges in drei Typen unterschieden. Die Momentanzeitreihe für Messungen ohne Zusammenhang, wie es z.B. Kontrollmessungen sind. Weiters kontinuierliche Zeitreihen und Intervallzeitreihen (Tagesmittelwerte, Monatsmittelwerte). Der Zeitreihentyp ist ein Zeitreihenattribut mit dem Namen **Definitionsart** (DefArt) und findet sich auch im Namen der Zeitreihe. Im Suffix an der 2. Stelle wird zwischen kontinuierlich „k“, Intervall „i“ und Momentanzeitreihe „m“ unterschieden

Lücken in Zeitreihen werden gekennzeichnet und durchgängig verfolgt, auch bei Operationen auf Zeitreihen oder ihrer Verknüpfung untereinander.

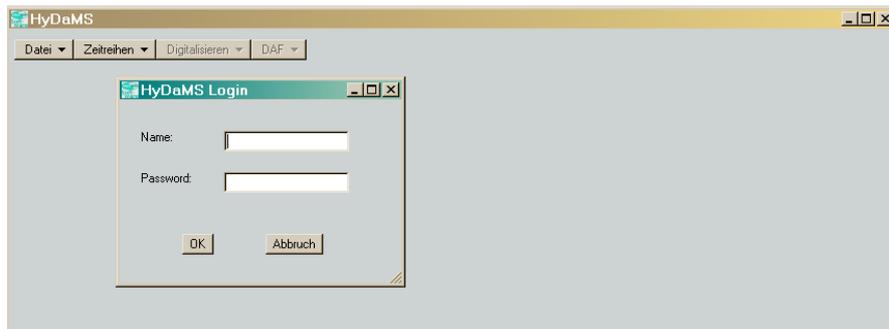
Beim Importieren und nach allen Operationen auf kontinuierlichen Zeitreihen werden im Normalfall kolineare („unnötige“) Stützstellen entfernt – **Entkolarisierung**. Die Menge der auszufilternden Punkte wird vom Attribut F(ehler)Toleranz gesteuert. Diese ist in Abhängigkeit von der Dimension und dem Schwanungsverhalten des einzulesenden Parameters zu wählen.

Die Verbindung von Stammdaten und Zeitreihendaten sowie die Ansprache von Messstellen erfolgt systemintern über die über Sachgebiete und Dienststellen hinweg eindeutige **DBMS-Nummer**. Die DBMS-Nummernblöcke für jede Dienststellen wurden entsprechend der üblichen Kennziffern beginnend ab 1 000 000 (Burgenland) bis ab 11 000 000 (Ma 31) vergeben.

Für den Benutzer tritt die DBMS-Nummer im Normalfall nicht in Erscheinung. Er spricht die Messstellen und Zeitreihen üblicherweise über die HZB- oder HD-Nummer oder den Messstellennamen an, allerdings kann in allen Oberflächen auch die DBMS-Nummer eingegeben werden.

## 1.2 HyDaMS – Aufruf und Login

Das Programmsystem HyDaMS wird von der Windows-Oberfläche durch Anklicken (Doppelklick) des Icons mit der Maus gestartet. Das Programm meldet sich daraufhin mit der Startoberfläche und dem Login-Fenster, welches automatisch geöffnet wird.



Bevor die eigentliche Arbeit mit HyDaMS beginnen kann, hat man sich dem System gegenüber als Benutzer bekannt zu geben. Dies ist notwendig, um die individuell zugeteilten Zugriffsrechte zu aktivieren. Für jeden Benutzer existiert ein Ordner mit seinem Namen im Verzeichnis ...aquaplanbenutzer. In diesen Ordner werden alle Dateien gespeichert die der jeweilige Benutzer aus HyDaMS exportiert, sofern er nicht explizit einen anderen Verzeichnispfad angibt. Will ein Benutzer Dateien importieren werden standardmäßig die Dateien seines Ordners angeboten.

Jeder Benutzer muss einmal vom Administrator ein Login mit Benutzernamen, Passwort und Zugriffsrechten bekommen. Diese Zugriffsrechte beinhalten auch die Festlegung welche Art der Messstellenummer (HD-Nummer, HZB-Nummer, Fremdnummer oder Messstellename) zur Bearbeitung verwendet wird.

Das Untermenü **Login** kann auch mittels der Auswahlliste des Menüs Datei aus der Startoberfläche aufgerufen werden. Es erscheint die dargestellte Login-Maske in der der Name und das Passwort einzugeben sind, bevor man den Button **OK** oder Return ↵ drückt.

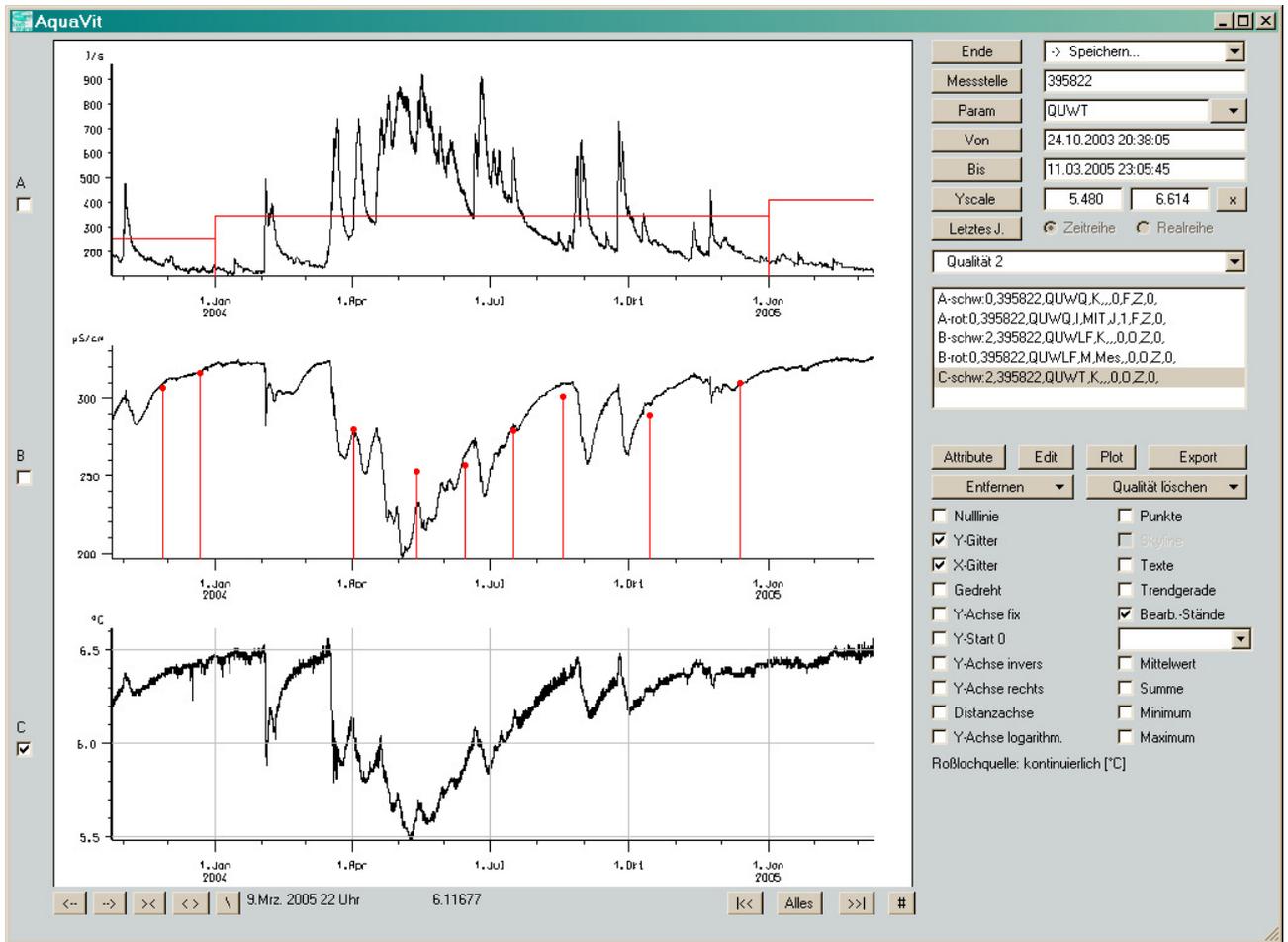
Solange man sich nicht eingeloggt hat, sind alle anderen Menüs der Startoberfläche inaktiv (grau und nicht schwarz dargestellt) beziehungsweise gar nicht dargestellt.

Wird ein unbekannter Benutzer oder ein ungültiges Passwort eingegeben, so wird dies dem Anwender mitgeteilt.

## 1.3 Zeitreihen darstellen

Für die Visualisierung von Zeitreihen wird das Fenster **AquaVit** aus dem Hauptmenü HyDaMS **Zeitreihen** **Visualisierer** aufgerufen. Die danach erscheinende Oberfläche kann grundsätzlich in 3 Bereiche unterteilt werden. Diese sind erstens ein Darstellungsbereich für die Zeitreihen, wobei bis zu 3 Achsboxen (A, B und C) gewählt werden können. Zweitens befindet sich auf der rechten Seite oben der Bereich zur Auswahl der darzustellenden Zeitreihe (Messstelle, Parameter), des Zeitbezugs der Darstellung (**von**, **bis**, **letztes Jahr**) sowie zur Fixierung der Werteskalierung (**Yscale**). Darunter befinden sich eine Scrollliste zur Auswahl der Qualitätsstufe und ein Fenster zur Beschreibung und Auswahl der in den Achsboxen dargestellten Zeitreihen (Zeitreihenliste). Der dritte Bereich umfasst eine Reihe von Buttons und Selectboxen. Mit Hilfe der Buttons können Zeitreihenattribute dargestellt (**Attribute**), der Werteeditor aufgerufen (**Edit**), Zeitreihen aus der Darstellung entfernt (**Entfernen**), die Ausgabe gesteuert (**Plot** und **Export**), sowie Werte aus gewählten Qualitätsstufen gelöscht (**Qualität löschen**) werden. Durch Aktivierung der so genannten Selectboxen

(z.B.:  Punkte) kann der Benutzer die Darstellung verändern und einfache statistische Funktionen aufrufen, die im Graphikbereich dargestellt werden. Mit Ausnahme der Funktion Plot beziehen sich diese Bedienelemente auf die in der Zeitreihenliste bzw. im Qualitätsfenster aktivierte (färbig unterlegte) Zeitreihe und deren Qualität.



Zeitreihen-Auswahl

Ort	Parameter	Aussage	Herkunft	Version	Einheit	Von	Bis
395822	Pegelschlüssel	kontinuierlich	O	0			
395822	QUWLF	Messungen	O	0	µS/cm		
395822	QUWLF	Tagesmittel	F	0	µS/cm		
395822	QUWLF	kontinuierlich	O	0	µS/cm		
395822	QUWQ	Jahresmittel	F	0	l/s		
395822	QUWQ	Jahressummen	F	0	m³		
395822	QUWQ	Messungen	O	0	l/s		
395822	QUWQ	Tagesmittel	F	0	l/s		
395822	QUWQ	Terminmaxima	F	0	l/s		
395822	QUWQ	Terminminima	F	0	l/s		
395822	QUWQ	kontinuierlich	A	0	l/s		
395822	QUWQ	kontinuierlich	F	0	l/s		
395822	QUWS	Messungen	O	0	cm ü.PNP		
395822	QUWS	kontinuierlich	O	0	cm ü.PNP		
395822	QUWT	Messungen	O	0	°C		
395822	QUWT	Tagesmittel	F	0	°C		
395822	QUWT	kontinuierlich	O	0	°C		
395822	QUWTR	Messungen	O	0	TEF		
395822	QUWTR	kontinuierlich	O	0	TEF		
395822	qqqq	Mittel	A	0	l/s		

OK Filtern Zurücksetzen Anzahl: 20 Abbruch

Um eine bestimmte Reihe darzustellen, wählt man zuerst die gewünschte Achsbox (A, B oder C) durch Mausklick in die zugehörige Selectbox  am linken Rand der Oberfläche AquaVit aus. Die gewählte Box ist dann mit gekennzeichnet. Danach trägt man im Eingabefeld rechts vom Button **Messstelle** die Messstellenummer ein. Es können sowohl die HZB- wie auch die HD- oder die DBMS-Nummer verwendet werden, ebenso kann der Messstellename eingegeben werden. Klickt der Benutzer ohne die Auswahl eines Parameters nun auf den Button **Messstelle** bzw. **Param** oder betätigt die Returnntaste ↵, so öffnet sich das nebenstehende Fenster **Zeitreihen-Auswahl** mit einer Liste aller zu dieser Messstelle verfügbaren Zeitreihen. In dieser Liste kann nach Attributen gefiltert werden um die Auswahl einzuschrän-

ken. Durch Mausklick auf die entsprechende Zeile, diese wird dann in der ersten Spalte mit einem roten Quadrat gekennzeichnet, und anschließendem Betätigen des Buttons **OK** oder Doppelklick auf die entsprechende Zeile kann daraus eine Zeitreihe gewählt werden. Diese wird dann im Grafikfenster dargestellt und in der Zeitreihenliste im rechten Bereich der Oberfläche eingetragen.

Durch Anklicken der betreffenden Zeilen in der ersten Spalte mit der rechten Maustaste kann eine Mehrfachauswahl getroffen werden. Die selektierten Reihen werden in der ersten Spalte mit einem blauen Quadrat gekennzeichnet. Bei Betätigen des Buttons **OK** werden diese in der gewählten Achsbox dargestellt.

Wird ein Parameter direkt im Eingabefeld rechts neben dem Button **Param** eingegeben, bzw. aus dem Pull-downmenü **▼** neben dem Eingabefeld gewählt, erscheinen in der Auswahlliste nur mehr die Zeitreihen dieses Parameters. Sofern nur eine Zeitreihe vorhanden ist, wird bei Anklicken des Buttons **Messstelle** bzw. **Param** diese sofort in der vorher bestimmten Achsbox im Graphikfenster dargestellt und in der Reihenliste eingetragen.

Wurde kein Zeitbereich (Angabe durch einen Eintrag in die Eingabefelder **von** **bis**) angegeben so wird ein im Programm eingestellter Zeitbereich am rechten Ende der Zeitreihe gewählt. Dieser kann jederzeit durch einen Eintrag in die Eingabefelder **von** **bis** und anschließendes Betätigen der Buttons oder der Returntaste ↵ geändert werden.

Mit dem Button **letztes J** lassen sich mit einem Klick die letzten 12 Monate anzeigen.

Man kann das dargestellte Zeitintervall aber auch mit Hilfe der Buttons am unteren Rand der Oberfläche **aquaVit** verändern. Die Buttons **←** und **→** erlauben scrollen nach links bzw. rechts, also den Bereich nach links oder rechts zu verschieben. Mit **><** und **<>** verkleinert bzw. vergrößert man das gezeigte Zeitintervall jeweils um den Faktor 2. Die Buttons **<<**, **>>** setzen den Zeitbereich chronologisch an den Beginn (links) bzw. das Ende (rechts) und der Button **Alles** holt den gesamten zur Verfügung stehenden Wertebereich in die Darstellung. Durch betätigen des Buttons **↵** wird die vorhergehende Darstellung wieder angezeigt.

Einzelne Bereiche kann man vergrößern, indem man mit dem Cursor an die betreffende Stelle fährt und durch Betätigen der rechten Maustaste einen Zoomrahmen über den gewünschten Bereich zieht.

Werden in einer Achsbox mehrere Zeitreihen dargestellt, richtet sich die Einheit der y-Achse nach dem Parameter der letzten geladenen Zeitreihe. Jede Reihe wird in einer anderen Farbe dargestellt.

Will man die vom Programm vorgegebene Farbe ändern, so kann man mit Doppelklick auf die entsprechende Zeitreihe in der Zeitreihenliste ein Farbauswahlfenster öffnen. Ebenso können die Strichstärke und die Linienart geändert werden.

Um die Werte einer Zeitreihe ansehen zu können, muss zunächst einmal die Reihe in der Reihenliste und die gewünschte Qualität in der Qualitätsliste selektiert werden. Weiters muss der gewünschte Zeitraum im Darstellungsfenster dargestellt sein. Durch Anklicken des Buttons **Edit** öffnet sich dann der **Wertepaar-Editor** und zeigt alle Wertepaare der Zeitreihe in der gewählten Qualität und im dargestellten Zeitraum (siehe nebenstehende Abbildung). Der Anwender kann sich so einerseits einen Überblick über die Daten verschaffen und andererseits, vorausgesetzt er hat die entsprechende Berechtigung die Daten editieren. In der Liste können Wertepaare selektiert und dann editiert, eingefügt oder gelöscht werden.

Datum	Zeit	Wert	Kommentar	Textintervall Ende
01.04.2006	00:30	196.000		
01.04.2006	00:45	195.000		
01.04.2006	01:00	196.000		
01.04.2006	01:15	195.000		
01.04.2006	11:45	195.000		
01.04.2006	12:00	193.000		
01.04.2006	12:15	195.000		
01.04.2006	12:30	194.000		
01.04.2006	15:30	194.000		
01.04.2006	15:45	193.000		
01.04.2006	16:00	194.000		
02.04.2006	06:45	194.000		
02.04.2006	07:00	195.000		
02.04.2006	07:15	194.000		
02.04.2006	16:30	194.000		
02.04.2006	16:45	193.000		
02.04.2006	19:45	193.000		
02.04.2006	20:00	192.000		
02.04.2006	23:00	192.000		
02.04.2006	23:15	191.000		
03.04.2006	02:15	191.000		
03.04.2006	02:30	190.000		
03.04.2006	06:15	190.000		
03.04.2006	06:30	189.000		
03.04.2006	06:45	189.000		
03.04.2006	07:00	190.000		
03.04.2006	07:15	189.000		
03.04.2006	13:15	189.000		
03.04.2006	13:30	188.000		
03.04.2006	13:45	189.000		
03.04.2006	14:00	188.000		
03.04.2006	14:45	188.000		
03.04.2006	15:00	189.000		
03.04.2006	15:15	188.000		

**Zeitreihenattribute**

Pool: YDAMS/reihen/uwq.dir/3.dir/quws.dir/  
 Wertedatei: 3002925.qk0  
 Parameter: QUWS  
 Ort: 3002925  
 SubOrt:  
 DefArt: K  
 Aussage:  
 XDistanz:  
 XFaktor: 0  
 Herkunft: 0  
 Quelle:  
 Reihenart: Z  
 Version: 0

X:   
 Y:   
 Hoehe:   
 GueltVon:   
 GueltBis:   
 Einheit: cm  
 FToleranz:   
 Messgenau:   
 NwGrenze:   
 XEinheit:   
 Publiziert:   
 Kommentar: GROSSE MUEHLQUELLE

Abbruch

Um die **Zeitreihenattribute** ansehen und gegebenenfalls editieren zu können muss die gewünschte Reihe in der Reihenliste selektiert werden. Durch Betätigung des Buttons **Attribute** wird eine Übersicht wie in nebenstehender Abbildung dargestellt aufgerufen. Sofern der Benutzer über die entsprechende Berechtigung (Administrator) verfügt, können die veränderlichen Attribute editiert werden. Die Angabe der Wertedatei erfolgt nur wenn der Benutzer über Administratorrechte verfügt.

## 1.4 Vorschaufenster für Ausdrücke

In mehreren HyDaMS-Modulen können Ausdrücke erstellt werden. Meistens gibt es dafür der Button **Ausdruck starten**. Mit Betätigen dieses Buttons wird eine Vorschau erzeugt, aus der einzelne Seiten oder alle Seiten gedruckt oder in verschiedene Dateiformate exportiert werden können.

**Vorschau**

Ende

Drucken

Exportieren

Format:  PDF  
 PS  
 HPGL  
 WMF

Ansicht

Seitennr.:

11.09.2008 EyD Jutta HZB Stammdatenblatt Seite 3

**HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH** Mitarbeiterdatenblatt

<b>WZ-Nr.:</b> 295401	<b>WZ-Nr.:</b> 01763	<b>Frank-Nr.:</b>	<b>Quelle/Lage:</b> D007 Grundwasserquelle
<b>WZ-Nr.:</b> 0000101	<b>Wasserbau/Verfahren/Lehrstuhl/Ordnungsplan-Nr.:</b>		<b>Fassung:</b> ungefasst
<b>Wasserjahr:</b> 010	<b>Disseminations-Nr.:</b> 010-0170		<b>Nutzung:</b> VEEV-Quelle
<b>Flussgebiet-Nr.:</b> 010112 - Orin			<b>Beschreibung der Messstelle/Messanordnung:</b> Vergleichsstation Niederschlag 114298 Bl. Nische/Bleiburg Vergleichsstation Grundwasser: 338087 Moos
<b>WZ-Verfahren-Nr.:</b> 31 - Grundwasser			
<b>Eigenlöser:</b> Hydrographischer Dienst	<b>Grundstg.:</b> Verbund-Druckkraft		
<b>Parent-Ordnungs-Nr.:</b> 002 Abwässer			
<b>Ordnungs-Nr.:</b> 000001			
<b>Bemerkung/Einzugsgen.-Nr.:</b> Druck	<b>Einr.:</b> 2-220-791-000-000-00-00-00	<b>Hydroz. Untersuchung (Projekt/ Autor, Titel, Jahr):</b>	
<b>Bezugsverwendungs-Nr.:</b> 3302 Mittleres Jauntal	<b>Ordnungs-Nr.:</b> 004		
<b>Polst. Bezirk:</b> 163Pernaufl	<b>Gemeinde:</b> Bleiburg		
<b>Kolq.:</b> Rich	<b>Kolsterblatt:</b> D		
<b>Druck:</b>			
<b>Lagebesch.:</b>	<b>Hinweise zu Geologie, Topographie, Interpretation:</b>		
<b>Erstellungsdatum:</b> 01.01.1998	<b>Vorgänger:</b> HZBNP1		
<b>WZ-Verfahren-Nr.:</b>	<b>Nachfolger:</b> HZBNP1		
<b>Parzellennr.:</b> 0	<b>Bilddateifname:</b>		
<b>Wasserjahr/Anmerkung:</b> (z.B.: alle Naven, Bewässerungsanlagen, Beziehung zu Nachbarmessstellen, etc.)			

**1. verändertes Element: HZB Quellenspezifische, verändertes, Beschreibung**

Geräteübersicht				
Gerät-Nr.	WZ-Nr.	WZ-Nr.	Hersteller	Erstellungsdatum
01000001	0101	0101	Logotronics	01.09.2006
01000002	0101	0101	Logotronics	01.01.1998
01000003	0101	0101	Logotronics	01.01.1998
01000004	0101	0101	Logotronics	01.01.1998
01000005	0101	0101	Logotronics	01.05.2006

Unter dem Menü *Drucken* kann man wählen, ob man alle Seiten, durch Betätigen des Buttons **Alles**, oder nur die angezeigte Seite ausdrucken will, durch Betätigen des Buttons **Aktuelle Seite**.

Mit dem Button **Druckerwahl** kann ein anderer Drucker als der Standarddrucker gewählt werden.

Unter dem Menü *Exportieren* kann man wählen ob man alle Seiten (**Alles**) oder nur die angezeigte Seite (**Aktuelle Seite**) in ein bestimmtes Dateiformat exportieren will. Das Dateiformat ist mittels der Selectboxen unter den beiden Buttons festzulegen.

Im Menü *Ansicht* kann man mittels einer Auswahlliste die gewünschte Seite, die angezeigt werden soll, auswählen. Mit Betätigen des Buttons **100%** wird die Seite in Originalgröße angezeigt. Durch Anklicken des Buttons **+** wird die Ansicht um den Faktor 2 vergrößert, durch Anklicken des Buttons **-** um den Faktor 2 verkleinert. Mit den Buttons **<**, **↕**, **>** und **↕** wird der Bildausschnitt in die jeweilige Richtung verschoben. Einzelne Bereiche kann man vergrößern, indem man mit dem Cursor an die betreffende Stelle fährt und durch Betätigen der rechten Maustaste einen Zoomrahmen über den gewünschten Bereich zieht.

## 1.5 Arbeiten mit Tabellen

Für den ersten **Eintrag** in eine Tabelle muss man auf **Einfügen** klicken und anschließend auf das erste Feld der Datumsspalte. Bei späteren Einträgen und Änderungen muss man zuerst die gewünschte Zeile in der ersten Spalte anklicken (zum Einfügen neuer Zeilen, die letzte vorhandene Zeile anklicken) und anschließend den Button **Einfügen**. Die Zeile, die gerade bearbeitet wird, ist durch ein rotes Feld in der ersten Spalte der Tabelle gekennzeichnet.

Dann kann man Einträge in die weißen Felder einer Zeile vornehmen, indem man auf jenes Feld klickt, in dem man einen Eintrag machen möchte. Das Feld erscheint dann dunkelgrau, und mit dem ersten Tastendruck wird es weiß und der Cursor sichtbar. Klickt man das Feld doppelt an, erscheint es gleich weiß und der Cursor ist sofort sichtbar. Um das nächste Feld auszufüllen, kann man dieses entweder wieder mit der Maus anklicken, oder die Tabulatortaste bzw. die Cursortaste → benutzen. Die grün unterlegten Felder sind nicht editierbar, sondern werden seitens des Programms entweder schon beim Aufruf der jeweiligen Maske oder nach einem entsprechenden Eintrag und Betätigen der Tabulator-, Cursortaste → oder Returntaste ↵ befüllt. Außerdem sortiert das Programm die Zeilen automatisch nach dem eingetragenen Datum.

**Änderungen** in bestehende Einträge sind durch Anklicken des entsprechenden Feldes möglich. Bei einfachem Mausklick erscheint das Feld dunkelgrau und mit Tastendruck wird der alte Eintrag komplett gelöscht. Bei doppeltem Mausklick erscheint der bestehende Eintrag unterlegt und es sind einzelne Zeichen editierbar. Gelöscht werden kann eine Zeile durch Anklicken der entsprechenden Zeile, sie ist in der ersten Spalte dann rot gekennzeichnet, und anschließendem Anklicken des Buttons **Löschen**.

In vielen Tabellen kann der Inhalt nach den Bedürfnissen des Anwenders **sortiert** werden, indem man auf den Header jener Spalte klickt, die das Sortierkriterium beinhaltet. Die Zeilen werden dem Sortierkriterium entsprechend aufsteigend sortiert.

Eine **Auswahl mehrerer Zeilen** erfolgt durch Anklicken der entsprechenden Zeilen in der ersten Spalte mit der rechten Maustaste. Die Zeilen werden mit einem blauen Quadrat gekennzeichnet. Zur Auswahl vieler hintereinander folgender Zeilen kann der Vorgang mit Hilfe der Shift-Taste vereinfacht werden. Zuerst die erste gewünschte Zeile anklicken, Shift-Taste gedrückt halten und die letzte gewünschte Zeile anklicken.

Das **Speichern** erfolgt in manchen Masken über einen eigenen Button **Speichern**. Sonst erscheint nach Betätigen des Buttons **Ende** ein Auswahlfenster mit der Möglichkeit die Daten durch Anklicken des Buttons **OK** zu speichern. Wählt man den Button **Abbruch**, bleibt der vorherige Zustand erhalten.

## 1.6 Datums- und Uhrzeiteingaben

Trägt man im entsprechenden Feld nur eine Jahreszahl ein, erscheint meist automatisch der 01.01. jenes Jahres in der Anzeige, in einzelnen bis-Feldern der 31. 12. (AquaVit, Logbuchausdruck). Man kann zur Trennung von Tag, Monat und Jahr sowohl einen Punkt als auch einen Beistrich setzen. Mit Betätigen der Tabulator- oder Cursortaste bzw. Mausklick ins nächste Feld werden Beistriche in Punkte umgewandelt. Es ist ausreichend die letzten beiden Ziffern einer Jahreszahl einzugeben, „19“ bzw. „20“, wird mit Betätigen der Tabulator oder Cursortaste bzw. Mausklick ins nächste Feld automatisch ergänzt.

Auch für Uhrzeiteingaben kann man Punkt oder Beistrich als Trennungszeichen verwenden, diese werden dann in Doppelpunkte umgewandelt. Trägt man beispielsweise nur „7“ ein, wird der Eintrag zu 7:00 (:00) ergänzt.

## 1.7 Zusatzprogramme

Zu HyDaMS existiert eine große Anzahl von Zusatzprogrammen, die nicht von der HyDaMS – Startoberfläche aus aufzurufen sind. Diese Zusatzprogramme befinden sich im Verzeichnis ..\aquaplan\scripts.hzb. Zum Aufruf dieser Programme sind entsprechende Verknüpfungen (mit der rechten Maustaste) zu erstellen. Der Eintrag im Feld Ziel lautet:

"Laufwerk:\aquaplan\ntbin\ag.exe" (blank) "Laufwerk:\aquaplan\scripts.hzb\programmname.ao".

## 2 STAMMDATEN

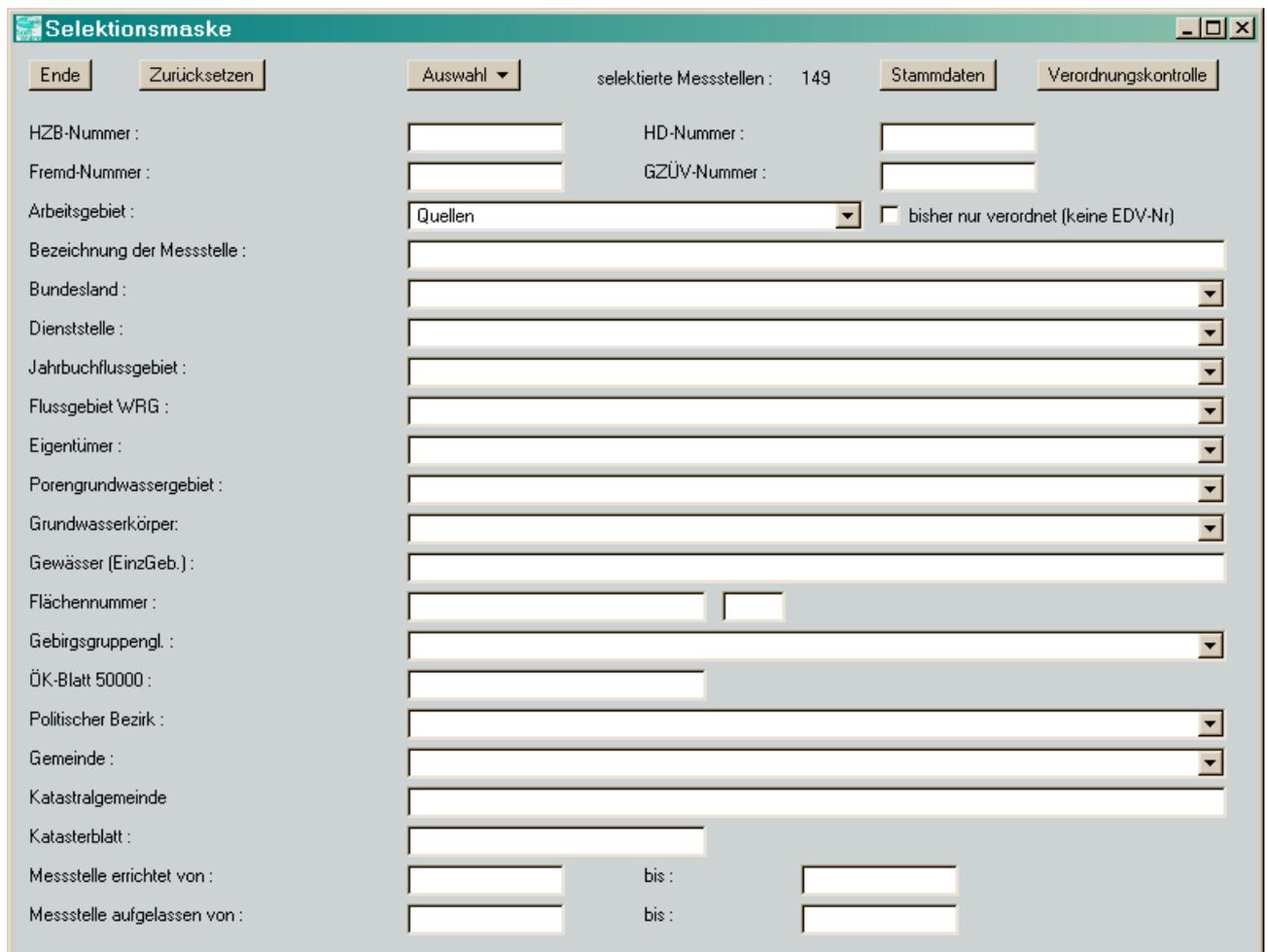
Die Stammdaten \*.dbf Relationen befinden sich im Verzeichnis ...aquaplan\Stammdat. Jene Dateien die Messstellen beschreibende Daten enthalten, d.h. die jeweilige Information ist über die DBMS-Nummer eindeutig mit einer Messstelle verknüpft, sind im Unterverzeichnis **Stammdat** enthalten. Jene Dateien, die die Auswahllisten der einzelnen Eingabemasken beinhalten und deren Verwendung sowie allfällige Verknüpfungen (z.B. Messcodes – DAF) steuern liegen im Unterverzeichnis **Codes**.

### 2.1 Stammdateneingabe und -ansicht

Die Stammdaten einer Messstelle werden über das Untermenü **Messstelle(n) selektieren** im HyDaMS-Menü **▼ Stammdaten** aufgerufen.

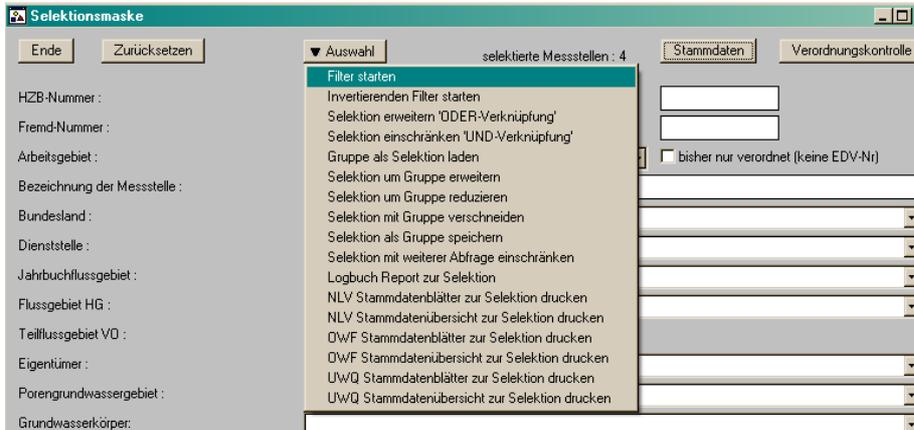


Es erscheint die **Selektionsmaske**:

The image shows a screenshot of the 'Selektionsmaske' (Selection Mask) dialog box. The window title is 'Selektionsmaske'. At the top, there are buttons for 'Ende', 'Zurücksetzen', 'Auswahl', and 'Verordnungskontrolle'. The 'Auswahl' button is active, and it shows 'selektierte Messstellen : 149'. Below this, there are several input fields and dropdown menus for selecting a measurement station. The fields include: 'HZB-Nummer', 'Fremd-Nummer', 'Arbeitsgebiet' (with a dropdown menu set to 'Quellen'), 'Bezeichnung der Messstelle', 'Bundesland', 'Dienststelle', 'Jahrbuchflussgebiet', 'Flussgebiet WRG', 'Eigentümer', 'Porengrundwassergebiet', 'Grundwasserkörper', 'Gewässer (EinzGeb.)', 'Flächennummer', 'Gebirgsgruppengl.', 'ÖK-Blatt 50000', 'Politischer Bezirk', 'Gemeinde', 'Katastralgemeinde', 'Katasterblatt', 'Messstelle errichtet von', and 'Messstelle aufgelassen von'. There are also checkboxes for 'bisher nur verordnet (keine EDV-Nr)' and 'bis' fields for the 'errichtet von' and 'aufgelassen von' fields.

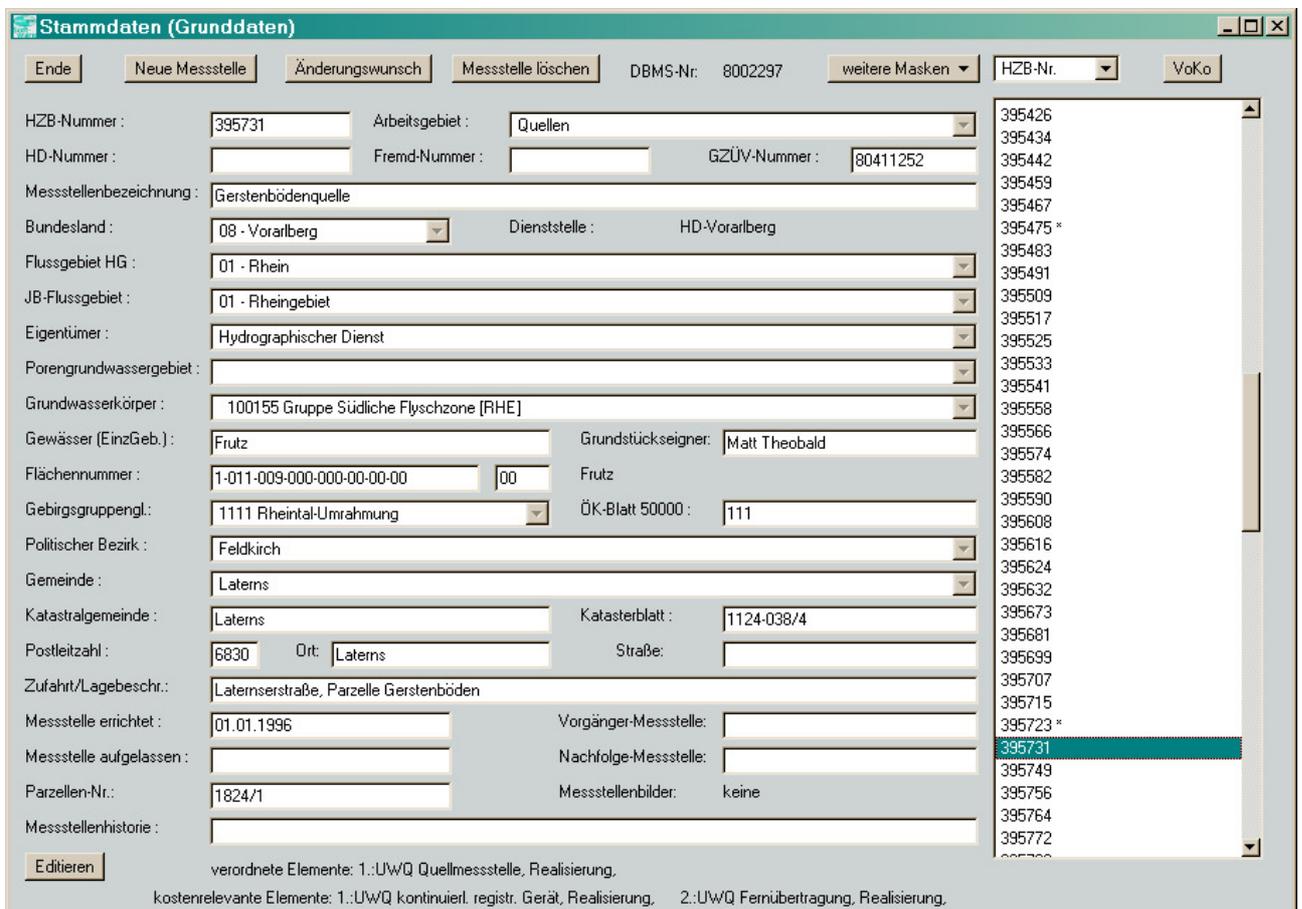
Für den Aufruf einer einzelnen Messstelle die Messstellennummer eingeben und den Button **Stammdaten** betätigen.

Es ist möglich mehrere Messstellen in das Feld HZB-Nummer einzutragen. Zwischen den einzelnen Messstellennummern (es können alle Bezeichnungen – HZB-, HD-Nummern oder DBMS-Nr. – auch gemischt verwendet werden) muss immer ein „+“ eingegeben werden. Mit **Filter starten** in **Auswahl** werden die Messstellen dann selektiert.



Um mehrere Messstellen gleichzeitig aufzurufen, kann in der Maske nach allen enthaltenen Kriterien selektiert werden und einzelne Selektionskriterien können miteinander kombiniert werden. Auch können bestehende Gruppen in die Selektion miteinbezogen werden.

Durch Betätigen des Buttons **Stammdaten** gelangt man auf die Grunddatenmaske. Wird zuvor kein Selektionskriterium gewählt, werden alle vorhandenen Messstellen angezeigt.



An der rechten Seite befindet sich eine vertikale Box, in der die selektierten Messstellen aufgelistet sind, die Art der Messstellenbezeichnung richtet sich dabei nach der in der Benutzerverwaltung angegebenen Art der Messstellennummer. Bereits aufgelassene Messstellen sind in dieser Liste mit „\*“ markiert. Durch Anklicken der Messstellennummer werden die Stammdaten der jeweiligen Messstelle angezeigt. Über dieser Box befindet sich ein Menü, mit dem man die Anzeige von der jeweiligen Messstellennummer auf HZB-, HD-, Fremd-, GZÜV-, oder DBMS-Nummer bzw. den Messstellennamen umstellen kann.

Um eine neue Messstelle anzulegen muss der Button **Neue Messstelle** angeklickt werden. In die leere Maske sind jedenfalls die **HZB-Nummer**, das **Arbeitsgebiet** (Quellen), die **Bezeichnung der Messstelle** (Name), das **Bundesland** und das **Flussgebiet HG** ein zu tragen, ansonsten ist ein Abspeichern nicht möglich.

Die HZB-Nummer ist aus dem vom Hydrographischen Zentralbüro zugeteilten Nummernkontingent zu wählen. Zusammen gehörende Messstellen sind mit aufeinander folgenden Nummern zu versehen.

Grundsätzlich sollten immer so viele nützliche Informationen als möglich eingetragen werden. Abgesehen von den „Mussfeldern“ sind jedenfalls noch das **JB-Flussgebiet**, der **Messstelleneigentümer**, der **Grundwasserkörper**, das **Gewässer**, die **Gebirgsgruppe**, das **ÖK-Blatt**, die **Katastralgemeinde**, das **Errichtungsdatum** und gegebenenfalls die **GZÜV-Nr.** und die Nummer der **Vorgängerstation** einzugeben.

Durch Betätigung des Buttons **Speichern** wird die neue Messstelle automatisch mit einer DBMS-Nr. versehen und in HyDaMS aufgenommen.

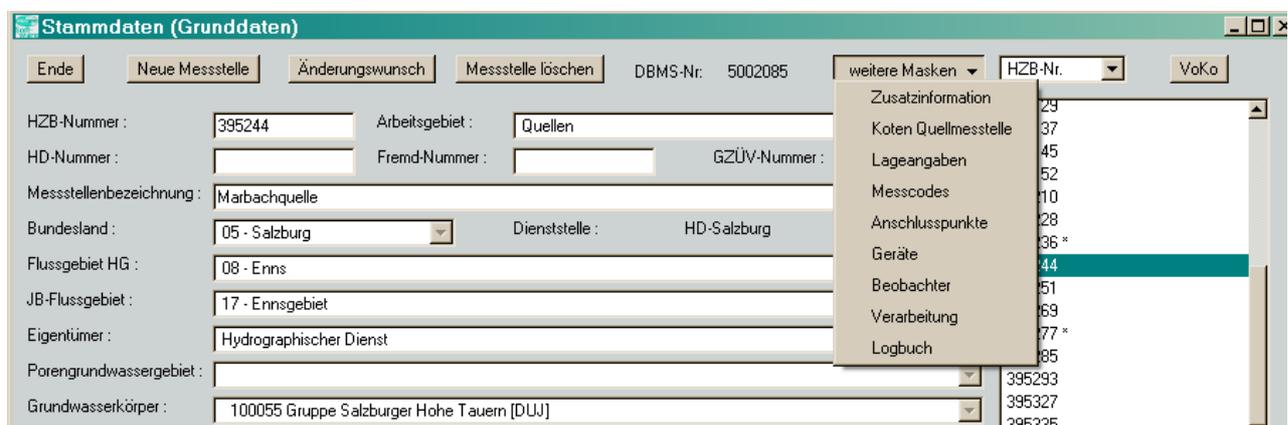
**Hinweis:** Auf die in der Grunddatenmaske eingetragenen Informationen wird bei der Jahrbucherstellung zugegriffen. Eventuelle Änderungen dürfen erst eingetragen werden, wenn die entsprechende Verarbeitung für das Jahrbuch erfolgt. Bis dahin können die betreffenden Informationen in der Maske Logbuch vorgehalten werden.

Um im Fenster **Stammdaten** (Grunddaten) Änderungen vornehmen zu können, muss der Button **Änderungswunsch** angeklickt werden, der sich dadurch in den Button **Speichern** umwandelt. Erst jetzt können die Auswahlfenster benutzt werden und Eintragungen geändert, hinzugefügt oder entfernt werden. Anschließend ist der neue Datenstand durch Betätigung des Buttons **Speichern** zu sichern.

Wird eine Messstelle geschlossen, sind das Auflassungsdatum und gegebenenfalls die Nachfolge-Station einzutragen.

Will man Einträge oder Änderungen im Feld **Messstellenhistorie** vornehmen, so muss man ebenfalls zuerst den Button **Änderungswunsch** anklicken und dann den Button **Editieren**. Darauf öffnet sich ein eigenes Eingabefenster, in dem die Einträge vorgenommen werden können. Zu beachten ist, dass auf dem zugehörigen Reportausdruck 3 Zeilen zu je 110 Zeichen angezeigt werden können. Durch Anklicken des Buttons **Ende** verlässt man das Eingabefenster, gesichert wird der Eintrag erst durch Betätigung des Buttons **Speichern**.

Mit dem Button **weitere Masken** werden aus der Oberfläche **Stammdaten** (Grunddaten) die für das Arbeitsgebiet Quellen spezifischen weiteren Oberflächen zur Verwaltung einer Messstelle aufgerufen.



Um im Fenster **Zusatzinformationen** Änderungen vornehmen zu können, muss wie in der Maske **Stammdaten** (Grunddaten) zuerst der Button **Änderungswunsch** angeklickt werden, der sich dadurch in den Button **Speichern** umwandelt. Der neue Datenstand ist durch Betätigung dieses Speicherbuttons zu sichern.

In der Maske sind mittels Auswahllisten jedenfalls einzutragen: der Quelltyp, ob die Quelle gefasst ist oder nicht und ihre eventuelle Nutzung.

Im Eingabefeld Beschreibung der Messstelle/Messanordnung sind die örtlichen Gegebenheiten (wo sind welche Sonden, wo wird die Schüttung ermittelt, etc.) kurz zu erläutern und Messstationen anderer Arbeitsgebiete (jedenfalls NLV, möglichst mit Schneehöhe) die zum Vergleich herangezogen werden können mit Name und HZB-Nummer anzugeben.

Weiters gibt es noch ein Feld, in dem Informationen über eventuelle wissenschaftliche Untersuchungen vermerkt werden können und ein Feld zur Beschreibung des Einzugsgebiets.

In der Maske **Knoten Quellmessstelle** sind die Höhenkote des Hauptquellaustrittes oder des Pegelnullpunktes (PNP) sowie der Messpunkthinweis (Auswahlliste, die sich bei Doppelklick auf das Feld öffnet) mit dem entsprechenden Datum auf jeden Fall einzutragen. Die Geländehöhe am Ort d. Pegelnullpunktes kann ebenfalls angegeben werden. In der letzten Spalte ist mittels Auswahlliste die Art der Einmessung anzugeben.

gültig von	m ü.A.	m ü.A.	Hinw.	cm ü.PNP	Höhenart
10.08.1995	m ü.A.	541.13	0 Neueinmessung/Nivel	cm ü.PNP	GPS ohne Basispur
					keine Information
					terrestrisch-geodätisch
					GPS ohne Basispunkt
					GPS mit Basispunkt
					digitales Höhenmodell
					Laserscanning
					ÖK50

Die Koordinaten einer Messstelle sind in der Maske **Lageangaben** einzutragen. Auszufüllen sind die bekannten Koordinaten und ihre Entstehungsart. In die letzte Spalte **Notizen** können Anmerkungen eingetragen werden (z.B. bei Kontrolleinmessungen zu einem späteren Zeitpunkt).

Ende      Messstelle: 396010      Windener Quelle

Koordinaten Quellmessstelle (i. d. Regel Schüttung)

gültig von	Entstehungsart	GK-Rechts(y)	GK-Hoch(x)	(Meridian)	Länge	Breite	x-Kegelk.	y-Kegelk.	BMN-Rechts(x)	BMN-Hoch(y)	UTM-Ost(x)	UTM-Nord(y)	Zone	Notiz
01.08.1999	Geographische Koord.	30803.47	5313427.84	M34	164445	475733	654667.93	456622.82	780803.47	313427.84				

Einfügen      Löschen

Die Werte für die anderen Koordinatensysteme sind mittels des Zusatzprogramms **vwkoord** zu berechnen.

Koordinatentransformation — Stammdaten: r:/zentrale anwendungen/hydams/stammdat/

▼ Ende      Koordinateneinträge löschen

Geographische Koordinaten      Kegel-Koordinaten      Gauß-Krüger-Koordinaten      BMN-Koordinaten      UTM-Koordinaten

Bezugsmeridian:  Greenwich       Ferro

Erdapproximation:  Bessel-Ellipsoid       Internationales-Ellipsoid       Gaußsche Schmiegekugel

Länge: Grad 16, Min. 44, Sek. 45      Länge: Kommagrad 16.74583333333

Breite: Grad 47, Min. 57, Sek. 33      Breite: Kommagrad 47.95916666667

X-Koordinate: 654668.25      Y-Koordinate: 456622.97

Y-Rechtswert: 30803.48      X-Hochwert: 5313430.50

X-Koordinate: 780803.81      Y-Koordinate: 313428.00

Umrechnungskordinaten:

Meridianstreifen: Vorgabe       berechnet

Zone: Vorgabe       berechnet

Stammdaten

Messstellenkennung: 396010      HZBNr: 396010; HDNr: ?; DBMSNr: 1002328 --- Windener Quelle / Neusiedler See (HD-BGL) - Wasserleitungsverband nördliches

Gültig seit (Datum): 01.08.1999      Entstehungsart: Geographische Koord. aus ÖK50

Selektierte Koordinaten aus Stammdaten (Tabelle) in Umrechnungsfelder übernehmen

Gültig seit	Entstehungsart	GG-Länge	GG-Breite	Kegel X	Kegel Y	Meridian	GK-Y-Rechts	GK-X-Hoch	BMN-X-Rechts	BMN-Y-Hoch
01.08.1999	Geographische Koord. aus ÖK50	164445	475733	654667.93	456622.82	34	30803.47	5313427.84	780803.47	313427.84

Nach Aufruf des Programms die Messstellenummer eingeben und mit Return ↵ bestätigen, daraufhin erscheint der zugehörige Koordinateneintrag in Hydams. Die Selectbox  **Selektierte Koordinaten aus Stammdaten (Tabelle) in Umrechnungsfelder übernehmen** anhaken und in die zweite Spalte der Ausgangskordinaten klicken, so werden die Werte in die Umrechnungsfelder übernommen. Dann den zu den Ausgangskordinaten gehörigen Button (**Geo**, **Kegel**, **GK**, **BMN**) anklicken, um die anderen Koordinaten zu errechnen. Durch Betätigen des Buttons **Koordinaten->Stammdaten** werden alle Koordinaten in HyDaMS übernommen.

**Hinweis:** Man kann Koordinateneinträge zur Gänze in vwkoord vornehmen. Dazu die Felder **Messstellenummer**, **Gültig seit (Datum)** und **Entstehungsart** im unteren Teil der Maske ausfüllen. Dann im oberen Teil die vorliegenden Koordinaten eintragen und wie beschrieben umrechnen. Die Übernahme in HyDaMS erfolgt ebenso mit dem Button **Koordinaten->Stammdaten**.

Wesentliche Bedeutung für den DAF-Import von Zeitreihendaten und die Eingabe von Kontrollwerten hat die Maske **Messcodes**. Denn diese sind nur möglich, wenn die entsprechenden Einträge – Datensammler bzw. händische Messung – in dieser Maske vorhanden sind. Messcode und Entstehungsart sind mittels einer Auswahlliste, die sich bei Doppelklick auf die entsprechenden Felder (**Messcode**, **Entstehungsart**) öffnet, auszufüllen.

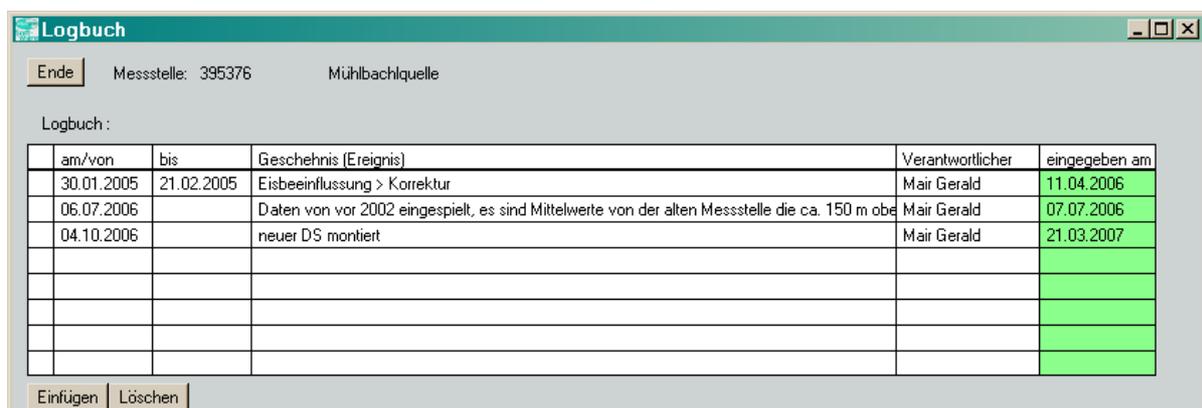


Messcode	Entstehungsart	gültig von	gültig bis	Fehl.	Minwer	Maxwe	Notizen
QUWS Pegellatte	händische Messung	05.05.1997			0.00	100.00	
QUWWS Drucksonde-Direktausgang	Datensammler	05.05.1997			0.00	100.00	
QUWQ Salzverd.(el.LF)+mom.Trace	händische Messung	05.05.1997			0.00	2000.0	
QUWT Halbl.widerst.thermom	händische Messung	05.05.1997			5.00	8.00	
QUWT Halbl.widerst.thermom	Datensammler	05.05.1997			5.00	8.00	
QUWTR (Opt.)Trübungsmessung	händische Messung	05.05.1997			0.00	400.00	
QUWTR (Opt.)Trübungsmessung	Datensammler	05.05.1997			0.00	400.00	
QUWLF Leitfähigkeitsmessung	händische Messung	05.05.1997			200.00	400.00	
QUWLF Leitfähigkeitsmessung	Datensammler	05.05.1997			200.00	400.00	

Das **Logbuch** könnte man auch als Messstellentagebuch bezeichnen. Hier sind alle wichtigen Ereignisse an der Messstelle und in der „Datenhaltungsgeschichte“ einzutragen. So sind unter anderem festzuhalten:

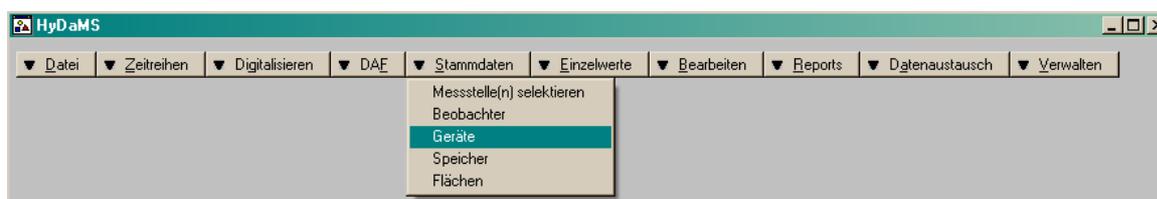
- Archiverweiterungen
- Übernahme von Fremddaten
- Datensammler-Einbau, bzw. -Tausch
- Sondentausch
- Sondenkalibration
- etc.

Die Spalten Verantwortlicher (editierbar) und eingegeben am (nicht editierbar) werden vom Programm selbstständig ausgefüllt.



am/von	bis	Geschehnis (Ereignis)	Verantwortlicher	eingegeben am
30.01.2005	21.02.2005	Eisbeeinflussung > Korrektur	Mair Gerald	11.04.2006
06.07.2006		Daten von vor 2002 eingespielt, es sind Mittelwerte von der alten Messstelle die ca. 150 m ober	Mair Gerald	07.07.2006
04.10.2006		neuer DS montiert	Mair Gerald	21.03.2007

Die Geräteverwaltung wird über das Untermenü **Geräte** im HyDaMS-Menü **Stammdaten** aufgerufen.



Es erscheint die Maske **(1) Geräte und Ausrüstung**. In der oberen Tabelle werden alle Gerätetypen angezeigt, die im Land vorliegen. Sie kann nach **Firma** oder **Bezeichnung** sortiert werden, das geschieht durch anklicken der jeweiligen Spalte in der Kopfzeile.

In der unteren Tabelle werden alle Messstellen angezeigt, an denen das in der oberen Tabelle gewählte Gerät (siehe rotes Quadrat in der ersten Spalte) eingebaut ist.

Beim öffnen einer neuen Zeile durch Betätigen des Buttons **Einfügen** wird die laufende Nummer automatisch vergeben. Die ersten beiden Ziffern sind die Kennzahl für den jeweiligen HD. **Firma** und **Bezeichnung** werden mittels Auswahlliste eintragen. Die Eingabe in die Spalten **Typ** und **Info** erfolgt durch eintippen.

Lfd.-Nr.	Firma	Bezeichnung	Typ	Info
05012	Sommer	Datensammler	MRS-4 (R4V/298)	
05013	Logotronic	Datensammler	Gealog-S	
05014	Logotronic	Datensammler	Gealog-Kompakt	
05015	ENDRESS+HAUSE	Drucksonde	DB43C	
05016	Druck	Drucksonde	PDCR	
05017	BD-Sensors	Drucksonde	LMK 358	

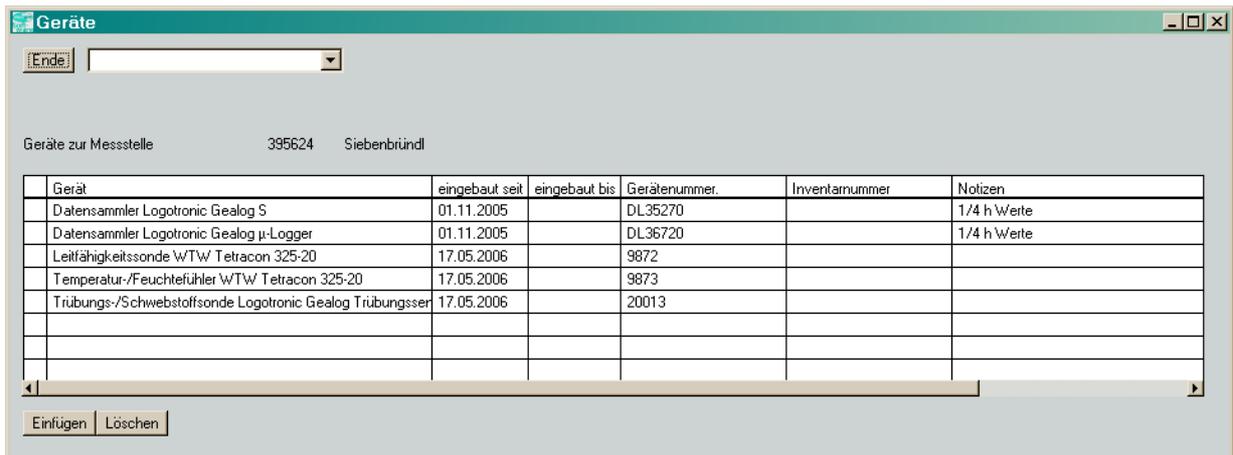
Messstelle	eingebaut seit	eingebaut bis	Gerätenummer	Inventarnummer	Notizen
395236	09.03.1995	29.07.2003			
395244	03.09.1997	26.01.2006			
395269	26.08.1999				
395277	09.03.1995	29.07.2003			
395285	23.08.2006		S1000090		Messbereich 0-3,5m

**Hinweis:** Beim Löschen eines Gerätes ist darauf zu achten, dass zum selektierten Gerät keine Eintragungen in der unteren Tabelle vorliegen.

Um ein Gerät einer Messstelle zuzuordnen gibt es zwei Möglichkeiten. Möglichkeit 1 empfiehlt sich wenn ein Gerätetyp an mehreren Messstellen eingetragen werden soll. Will man jedoch zu einer Messstelle mehrere Geräte eintragen empfiehlt sich Möglichkeit 2.

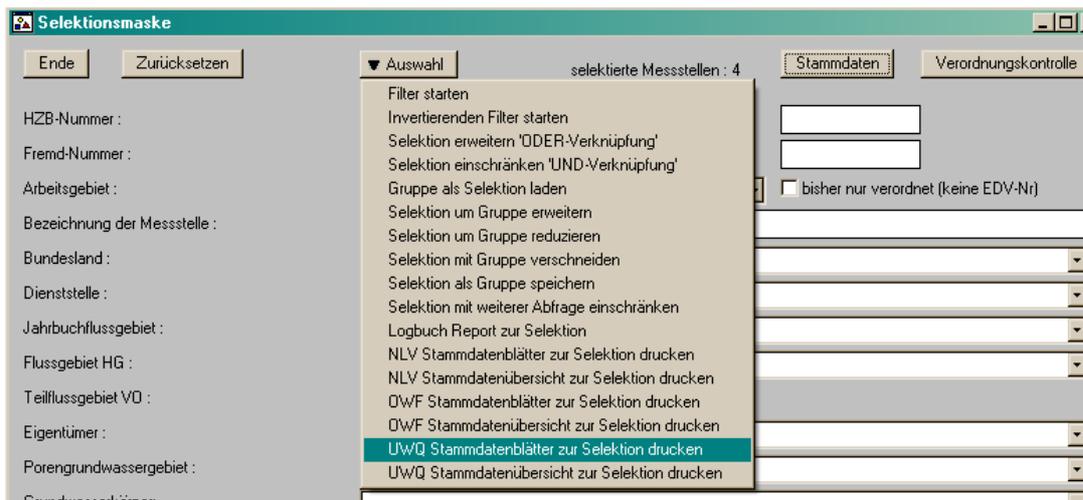
Möglichkeit 1: In der oberen Tabelle das gewünschte Gerät durch Anklicken der entsprechenden Zeile auswählen. In der ersten Spalte erscheint ein rotes Quadrat. In der unteren Tabelle eine neue Zeile öffnen und **Messstellenummer** sowie **eingebaut seit** auf jeden Fall ausfüllen, die anderen Felder sind optional. Die Eingabe in das Feld **Notizen** erfolgt über einen Texteditor. Hier ist für Datensammler das Aufzeichnungsintervall einzutragen.

Möglichkeit 2: Aufruf der Maske Geräte aus der Grunddatenmaske, mit dem Button **weitere Masken**. Es erscheint die Maske **Geräte** in der alle Messgeräte der selektierten Messstelle aufgelistet sind.

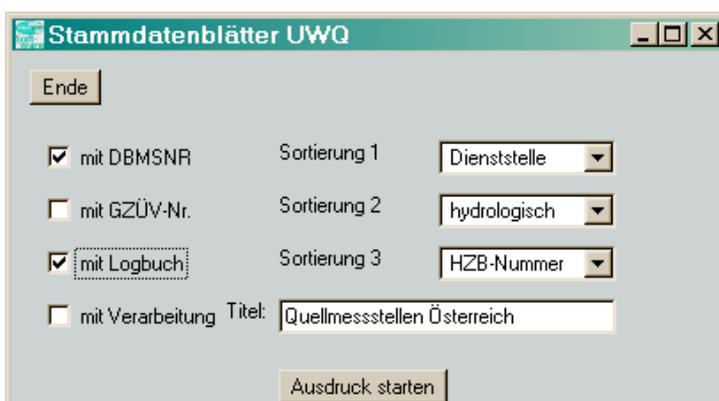


Neue Geräte können aus der Auswahlliste, die sich aus den Einträgen in der Maske (1) **Geräte und Ausrüstung** zusammensetzt gewählt werden. Durch Selektion aus der Auswahlliste im Feld neben **Ende**, kann die Anzeige auf eine Geräteart eingeschränkt werden. Das Feld **eingebaut seit** ist auf jeden Fall ausfüllen, die anderen Felder sind optional. Die Eingabe in das Feld **Notizen** erfolgt wie auch bei Möglichkeit 1 über einen Texteditor.

## 2.2 Ausdruck von Stammdaten



Zum Ausdruck von Stammdaten ist in der Selektionsmaske unter **Auswahl** **UWQ Stammdatenblätter zur Selektion drucken** für einen Gesamtausdruck oder **UWQ Stammdatenübersicht zur Selektion drucken** für eine Übersichtsliste zu wählen. Zuerst erscheint folgendes Eingabefenster:



Durch Anklicken der Selectboxen  mit DBMSNR und  mit GZÜV-Nr. kann entschieden werden, ob diese Nummern auf dem Stammdatenblatt mit ausgegeben werden sollen (**Hinweis:** Auf Ausdrucken für Personen, die nicht dem Hydrographischen Dienst angehören, soll die GZÜV-Nr. nicht aufscheinen). Durch Anklicken der Selectboxen  mit Logbuch und  mit Verarbeitung, ob diese Tabellen im Ausdruck enthalten sein sollen (nicht bei **UWQ Stammdatenübersicht zur Selektion drucken**).

Die Sortierung entscheidet über die Reihenfolge der Ausgabe der Messstellen, hier kann aus jeweils 14 verschiedenen Kriterien gewählt werden. Sortierung 1 gibt das höchstwertigste Kriterium an, Sortierung 3 das geringstwertigste. (**Hinweis:** Nicht alle Kombinationen von Kriterien sind sinnvoll! Wird z.B. die HZB-Nummer als Sortierkriterium 1 gewählt, erübrigt sich jedes weitere Kriterium).

Falls gewünscht, kann man einen Titel für die Ausdrücke eingeben (nicht bei **UWQ Stammdatenübersicht zur Selektion drucken**).

Mit Betätigen des Buttons **Ausdruck starten** wird eine Vorschau erzeugt, aus der einzelne Seiten oder alle Seiten gedruckt oder in verschiedene Dateiformate exportiert werden können (siehe Kapitel 1.4).

Gesondert kann das **Logbuch** zu den gewählten Messstellen mit **Logbuch Report zur Selektion** ausgedruckt werden. Es erscheint ein Auswahlfenster in dem der gewünschte Zeitraum der Ausgabe einzutragen ist. Mit Betätigen des Buttons **Ausdruck starten** wird eine Vorschau erzeugt, aus der man dann einzelne Seiten oder alle Seiten Drucken oder in verschiedene Dateiformate exportieren kann (siehe Kapitel 1.4).

### 2.3 Export von Stammdaten

Die Maske zum Export von Stammdaten ist aus dem Menü **▼ Datenaustausch**, Untermenü **Stammdaten ▶** **Exportieren** aufzurufen.



Man gelangt dann auf folgende Oberfläche:

Der Export kann für eine Einzelmessstelle oder eine Gruppe erfolgen. Als Dateiname für Exporte an das HZB ist anzugeben: JJHDNNN, dabei bedeutet JJ: Jahr auf das sich die Daten beziehen, HD: Dienststellennummer, NNN: laufende Nummer. Standardmäßig wird als Verzeichnis jenes des Benutzers angegeben. Es werden nur die Stammdatentabellen des Sachgebiets des Benutzers in der Auswahl angeboten. Am sichersten ist es **alle ->** zu wählen. Tabellen in denen keine Einträge vorhanden sind, werden nicht exportiert. Eine entsprechende Meldung wird nach Betätigen des Buttons **Exportieren** ausgegeben.

**Hinweis: Ein Export an die Abteilung Wasserhaushalt ist nach jeder Stammdatenänderung durchzuführen!**

### 3 ZEITREIHENIMPORT

Die Zeitreihen des Arbeitsgebiets Quellen werden im Verzeichnis ...aquaplan\reihen\uwq.dir\x.dir gespeichert. X bezeichnet dabei die Kennziffer des jeweiligen Landesdienstes. Für jeden Parameter existiert ein eigener Ordner. So werden Quellwasserstände im Ordner **quws.dir**, die Quellschüttungen in **quwq.dir**, die Quellwassertemperaturen in **quwt.dir**, die Quelleitfähigkeiten in **quwlf.dir** die Quelltrübungen in **quwtr.dir**, die Gültigkeiten der Pegelschlüssel in **pegelsch.dir** und die Pegelschlüsselkurven (Realreihen) in **abflussk.dir** abgelegt.

Für alle Quellmessstellen, an denen der Wasserstand gemessen wird, gilt dass die QUWQ-Zeitreihe bei Aufruf mit Hilfe einer im Modul ZR-Folge erstellten Bildungsvorschrift aufgrund der Wasserstandsganglinie, der Pegelschlüsselgültigkeitsreihe und den Abflusskurven berechnet wird. In diesem Fall beinhalten die im Verzeichnis QUWQ abgelegten Zeitreihen nur die Bildungsvorschrift und keine Werte.

#### 3.1 Fehlertoleranz und Qualitätsstufen

Wesentlich für die Auflösung der Ganglinien ist die jeweils beim Import gewählte oder für die QUWQ-Folgezeitreihen im Fenster Attribute im Modul AquaVit festgelegte Fehlertoleranz.

Für die Quellparameter wird empfohlen:

Quellschüttung (QUWQ):	≤ 50 l/s	0,01
	50 – 250 l/s	0,1
	250 – 1000 l/s	1
	> 1000 l/s	10
Quellwasserstand (QUWS):		0,1-1
Quellwassertemperatur (QUWT):		0,01
Quellwasserleitfähigkeit (QUWLF):		0,1-1
Quellwassertrübung (QUWTR):		0,1-1

**Rohwerte sind in Qualität 0 zu speichern. Bearbeitete Werte werden, solange das laufende Bearbeitungsjahr nicht abgeschlossen ist, in Qualität 2 abgelegt. Bei Änderungen, die nach Abschluss des Bearbeitungsjahres durchgeführt werden, werden die geänderten Werte in Qualität 3 abgelegt.**

#### 3.2 DAF-Import

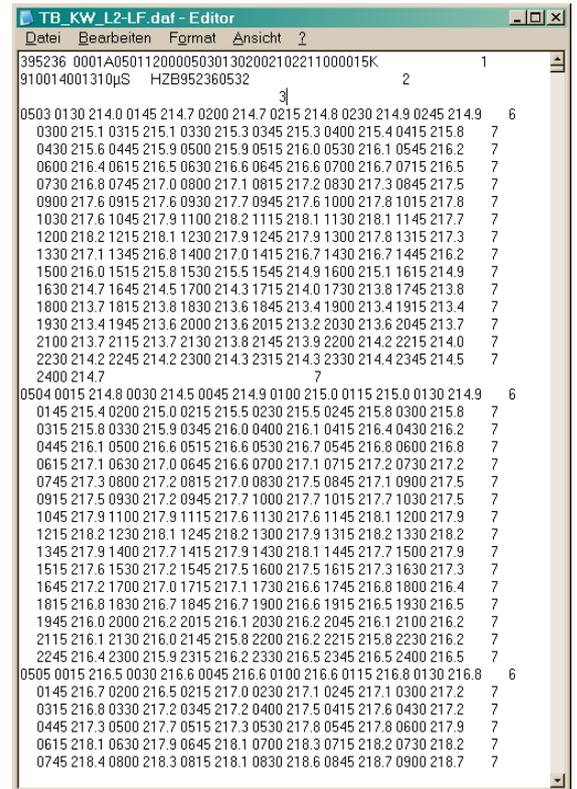
Der Import von Daten im Datenaustauschformat (DAF) für eine Messstelle ist nur dann möglich, wenn der Geber, der Messcode und die Entstehungsart der Werte im Datensatz (Headerzeilen), mit dem Eintrag in den Stammdaten (weitere Masken, Messcodes) übereinstimmen. Trifft dies nicht zu, wird der Import mit einer entsprechenden Fehlermeldung abgewiesen.

Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für ein DAF-File. Die Header-Zeilen setzen sich wie folgt zusammen:

**1.Zeile:**

- Zeichen 1-8: Messstellenummer bzw. -name, werden weniger Zeichen verwendet ist der Rest mit Blanks aufzufüllen
- Zeichen 9-12: Kanalnummer, falls unbekannt 0000 verwenden
- Zeichen 13: Kanalart, A=asynchron (keine fixen Messintervalle), S=synchron (fixe Messintervalle z.B. 15 Minuten), im Sachgebiet UWQ werden in der Regel asynchrone Datensätze verwendet

- Zeichen 14-15: Gesamtanzahl der Stellen der Messwerte  
 Zeichen 16-17: Anzahl der Nachkommastellen  
 Zeichen 18: Gesamtzahl der Stellen Statusformat (Anzahl der Zeichen nach dem Wert), in der Regel 1  
 Zeichen 19-30: Beginn des Aufzeichnungszeitraums anzugeben in JJJJMMTThhmm  
 Zeichen 31-42: Ende des Aufzeichnungszeitraums anzugeben in JJJJMMTThhmm  
 Zeichen 43-46: Aufzeichnungsintervall in Minuten, bei asynchronem Datensatz 0000  
 Zeichen 47: Kommakennzeichen K falls Werte ein Kommazeichen beinhalten, sonst Blank  
 Zeichen 48-78: Reserve, also Blanks  
 Zeichen 79: Satznummer, also 1
- 2.Zeile:**  
 Zeichen 1-4: Gebercode, QUWS: 1100, QUWQ: 4100, QUWT: 6100, QUWLF: 9100, QUWTR: 8100, QUWFG: 2100  
 Zeichen 5-8: Entstehungsart der Werte: 1. Stelle: keine Aussage: 0, Termin- bzw. Momentanwerte: 1, Mittelwerte: 2;  
 2. Stelle: keine Aussage: 0, Datensammlerwerte: 4, Fernübertragung 6,  
 3.+4. Stelle: 00  
 Zeichen 9-12: Messmethode, Schwimmer-Winkelcodierer: 2240, Drucksonde mit Direktausgang: 5310, Pneumatik mit Direktausgang: 6410, Ultraschallmessung 3510, Magnetisch-induktive Messung: 3320, Metallwiderstandsthermometer: 3310, Halbleiterwiderstandsthermometer 3320, Leitfähigkeitsmessung: 1310, Opt. Messung (Trübung): 4610  
 Zeichen 13-20: Dimension der Werte: cm, l/s, °C, µS/cm, FNU, Rest Blanks  
 Zeichen 21-28: HZB-Nummer, ersten 3 Stellen: HZB, dann folgt die Nummer ohne Sachgebietskennziffer (1. Stelle der HZB-Nummer)  
 Zeichen 29-30: Dienststelle  
 Zeichen 31-32: Arbeitsgebiet, Quellen: 32  
 Zeichen 33-78: Reserve, also Blanks  
 Zeichen 79: Satznummer, also 2
- 3.Zeile:**  
 Zeichen 1-78: Kommentar, frei wählbar,  
 Zeichen 79: Satznummer, also 3



Die Maske zum Import von DAF-Dateien ist aus dem Menü **DAF**, **Importieren** aufzurufen.

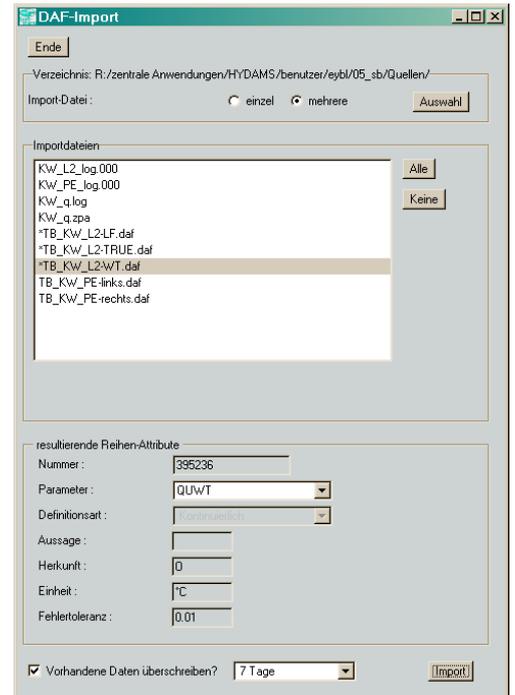


Der **Import** kann für einzelne oder mehrere Dateien gleichzeitig durchgeführt werden. Mit dem Button **Auswahl** kann die gewünschte Datei bzw. können die gewünschten Dateien selektiert werden. Nebestehende Abbildung zeigt die Maske für den Mehrfachimport. Es werden jene Dateien eines Verzeichnisses importiert, die mit \* gekennzeichnet sind.

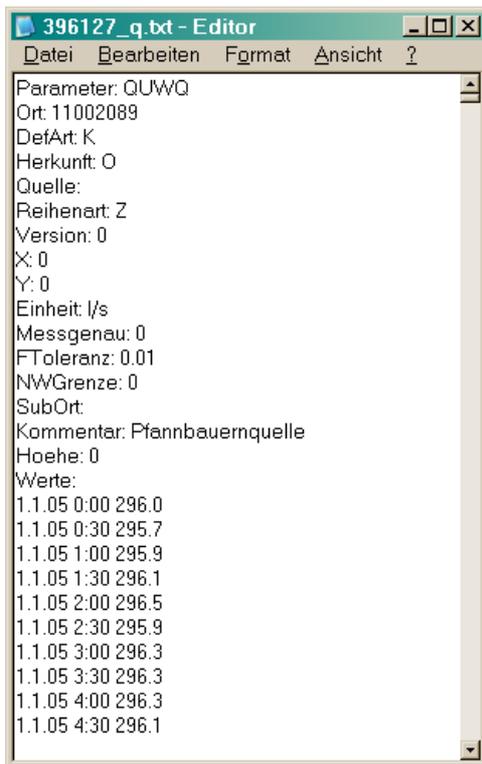
Überschneiden sich die Zeiträume der Dateien für eine Messstelle, oder die einer Datei mit bereits vorhandenen Daten, ist die Selectbox  **Vorhandene Daten überschreiben?** anzuhaken und in der Auswahlliste der entsprechende Zeitraum zu wählen.

Durch betätigen des Buttons **Import** wird der Vorgang gestartet, der in einem Ausgabefenster dokumentiert wird. Die resultierenden Reihen-Attribute werden dabei ebenfalls ausgefüllt.

Bei Auswahl eines einzelnen DAF-Files werden in der Maske die Header-Informationen des Files angezeigt und die resultierenden Reihen-Attribute sind editierbar. Zu achten ist auf die richtige Fehlertoleranz.



### 3.3 ASCII-Import



Eine ASCII-Datei ist aufgeteilt in einen Header mit Attributen und eine Liste mit Wertepaaren. Der Header besteht aus mehreren Zeilen. Jede Zeile enthält den Namen eines Attributes, einen Doppelpunkt, ein Blank und den Inhalt des Attributes. Aus nebenstehender Abbildung ist der Header für eine QUWQ-Zeitreihe zu entnehmen. Die Header der anderen Parameter sind gleich aufgebaut.

Die Wertepaarliste besteht aus Datum, Uhrzeit und Wert oder/und Text (z.B. Codes). Diese sind durch Leerzeichen oder Tabulator getrennt. Eingeleitet wird die Wertepaarliste mit „Werte:“.

**Hinweis:** Um beim Import sicher zu gehen, dass die Werte aus der Datei in die richtige Zeitreihe importiert werden, also alle Attribute übereinstimmen, empfiehlt es sich, ein kurzes Stück der bestehenden Zeitreihe im ASCII-Format zu exportieren und dann den Header dieser Datei in die Importdatei zu kopieren.

Die Maske zum Import von ASCII-Dateien ist aus dem Menü **▼ Datenaustausch**, Untermenü **Zeitreihen (ASCII) ► Importieren** aufzurufen.





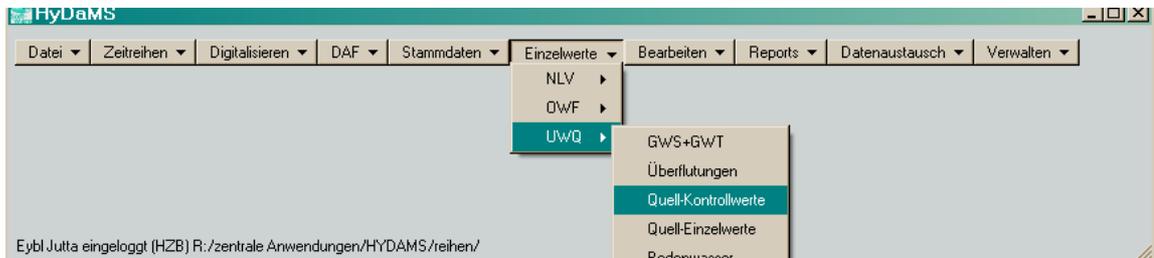
Es öffnet sich nebenstehende Maske. Der Import kann für einzelne oder mehrere Dateien gleichzeitig durchgeführt werden. Mit dem Button **Auswahl** kann die gewünschte Datei bzw. können die gewünschten Dateien selektiert werden. Beim Import mehrere Files werden jene Dateien eines Verzeichnisses importiert die mit \* gekennzeichnet sind.

Beim Import von ASCII-Dateien kann mittels der Selectboxen rechts unten gewählt werden, in welche Qualitätsstufe importiert werden soll. Es ist also möglich für einen Zeitraum zuerst Rohwerte zu importieren und anschließend für den gleichen Zeitraum bearbeitete Werte.

Die Zeitreihe in die Daten importiert wurden, wird anschließend unten in der Maske eingeblendet. Das Importfile wird in den Ordner „Importiert“ verschoben, der sich im Ausgangsverzeichnis befindet.

## 4 EINGABE VON EINZELMESSUNGEN

Die Oberfläche wird aus dem Hauptmenü mit **Einzelwerte** **UWQ** **Quell-Kontrollwerte** aufgerufen. Sie dient zur Eingabe der Abflussmessungen und der mittels Handmessgeräten erhobenen Kontrollwerte in die Momentanzzeitreihen mit der Aussage „Mes“(Messungen).



Zum Aufruf der Erfassungstabelle ist folgendes notwendig:

- Im Eingabefeld **Messstellen-Nr.:** wird eine gültige Messstelle eingegeben, dabei kann jede Art von Nummer oder der Messstellename verwendet werden.
- Im Eingabefeld **von:** wird der Beginn des gewünschten Zeitraums eingegeben, standardmäßig vorgegeben wird der 1.1. des aktuellen Kalenderjahrs.
- Im Eingabefeld **Bis:** wird das Ende des gewünschten Zeitraums eingegeben, standardmäßig vorgegeben wird der 1.1. des folgenden Kalenderjahrs. Zeiträume für die kein hM-Messcode (händische Messung) besteht, werden nicht zugelassen.
- Mit dem Menü **Aufbau** wird dann die Tabelle zur Eingabe der Messungen aufgebaut.

The screenshot shows the 'Quell-Kontrollwerte' window. It has buttons for 'Ende', 'Aufbau', and 'Speichern'. The 'Messstelle' section contains input fields for 'Messstellen-Nr.' (395079), 'HD-Nr.' (8733), 'Von:' (1.1.2006), 'Name:' (Steyernquelle), and 'Bis:' (1.1.2007). Below is a table with columns for 'Datum', 'Zeit', and five measurement types: 'QUWQ', 'QUWS', 'QUWT', 'QUWLF', and 'QUWTR'. The table contains seven rows of data, all with 'Quanta' in the 'Code/Bemerkung' column. At the bottom are 'Einfügen' and 'Löschen' buttons.

	QUWQ	QUWS	QUWT	QUWLF	QUWTR		
Datum	Zeit	[l/s]	[cm]	[°C]	[µS/cm]	[TEF]	Code/Bemerkung
12.01.2006	10:00			6.5	308		trocken
20.01.2006	10:00			6.4	315	5	Quanta
02.03.2006	10:30	15.5	177.0	6.5	308	4	Quanta
06.04.2006	12:00	233.0	191.0	6.4	254	4	Quanta
18.07.2006	14:00		113.0	6.9	307	32	Quanta
31.08.2006	09:10		199.0	6.6	256	7	Quanta
14.12.2006	11:30		100.0	6.7	308	5	Quanta

Es werden nur für jene Parameter Spalten in der Tabelle angelegt, für die ein entsprechender Messcode im aufgerufenen Zeitraum in den Stammdaten vorhanden ist. Erstreckt sich die Gültigkeit eines Messcodes nicht über den gesamten aufgerufenen Zeitraum erscheint die Spalte des entsprechenden Parameters grün unterlegt und ein editieren dieser Spalte ist nicht möglich.

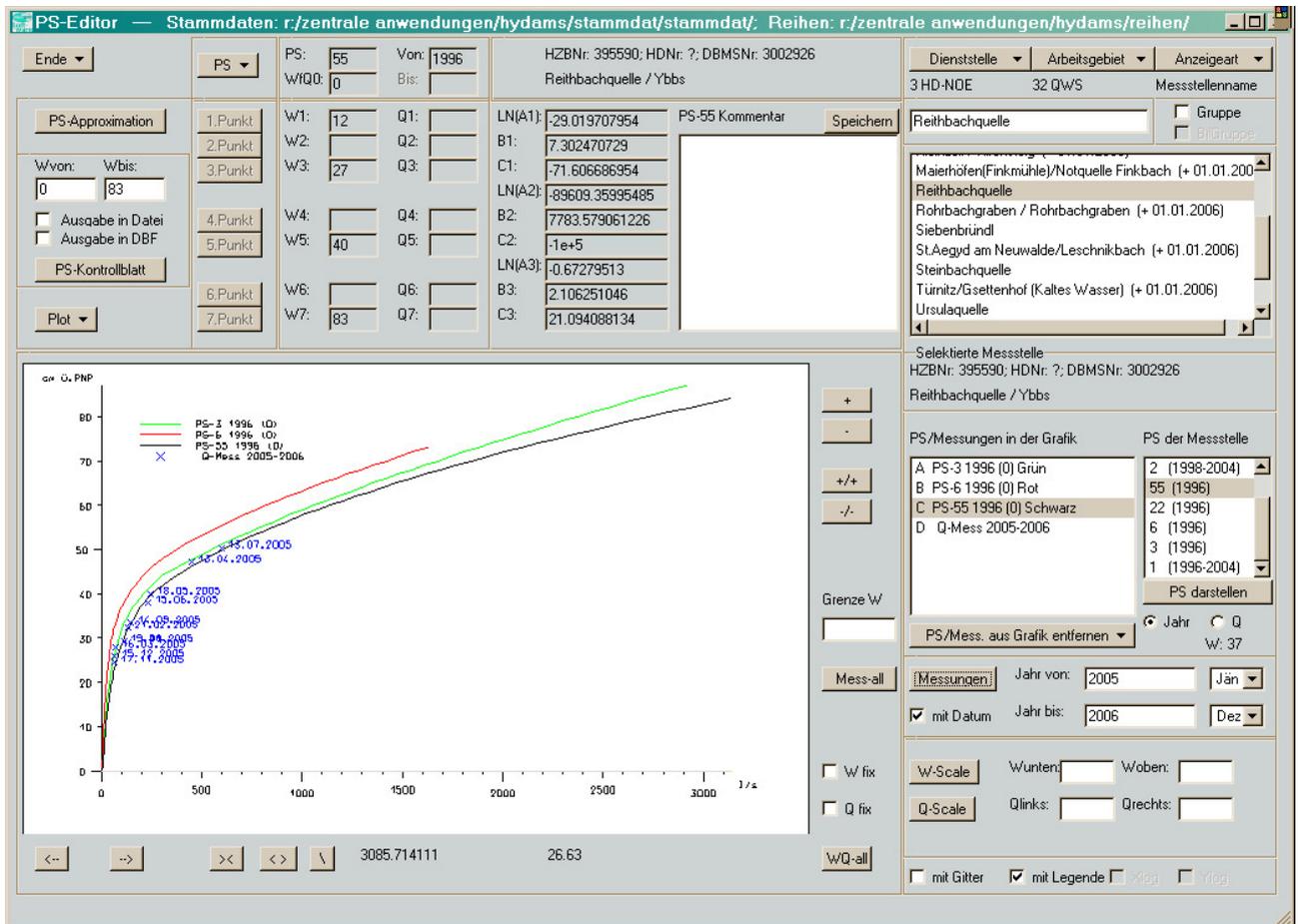
Jede Eingabe wird erst durch anklicken des Buttons **Speichern** in die entsprechenden Zeitreihen übernommen!

## 5 PEGELSCHLÜSSELEEDITOR

Bei diesem Modul handelt es sich um ein Zusatzprogramm wie in Kapitel 1.7 beschrieben. Der Dateiname lautet vwpsedt.ao. Mit dem Programm können Pegelschlüssel und Messungen der selektierten Messstelle dargestellt werden. Neue Pegelschlüssel können entwickelt und bestehende, sofern sie nicht in einem abgeschlossenen Bearbeitungsjahr gültig gesetzt sind, editiert werden. Das Programm greift auf jene Pegelschlüssel zu, die in der Stammdatendatei SCHLUESS.dbf gespeichert sind.

### 5.1 Darstellen bestehender Pegelschlüssel

Das Programmfenster ist unterteilt in einen rechten Bereich mit den wesentlichsten Merkmalen zur Selektion der Messstelle, der Pegelschlüssel und der Messungen, in einen oberen Bereich für die Ausgabe und Eingabe der Stützpunkte mit den dazugehörigen Parametern und Approximationsergebnissen und in den graphischen Darstellungsbereich.



Um die Pegelschlüssel einer Quellmessstelle bearbeiten zu können, ist zunächst mit Hilfe der Pull-down-Liste **Dienststelle** die entsprechende Dienststelle und anschließend mit Hilfe des Pull-downs **Arbeitsgebiet** **QWS** auszuwählen. Daraufhin wird im großen Anzeigefenster darunter eine Liste der Quellmessstellen des jeweiligen Landesdienstes ausgegeben. Standardmäßig werden die Messstellennamen angezeigt. Mittels des Pull-down **Anzeigart** können aber auch **HZB - Nummer**, **HD- Nummer** oder **DBMSNR** gewählt werden. Die gewünschte Messstelle kann dann durch einfaches Anklicken selektiert werden. Die gewählte Messstelle erscheint unterlegt und wird in der Zeile über dem Anzeigefenster ausgegeben.

Eine andere Möglichkeit ist zuerst das **Arbeitsgebiet**  **QWS** auszuwählen und dann die Selectbox **Gruppe** anzuhaken. Die Ausgabezeile daneben verwandelt sich damit zu einer Auswahlliste, die alle Gruppen des Sachgebiets UWQ beinhaltet. Wird aus dieser eine Gruppe gewählt, wird die Gruppe in der Ausgabezeile angezeigt und die Messstellen dieser Gruppe werden im Anzeigefenster darunter ausgegeben. Die gewünschte Messstelle kann durch Anklicken selektiert werden.

Für die selektierte Messstelle werden die gespeicherten Pegelschlüssel im Fenster *PS der Messstelle* zur Auswahl angegeben. Neben der Pegelschlüsselnummer wird in Klammer der Gültigkeitszeitraum angegeben. Unterhalb des Fensters befinden sich zwei Selectboxen  **Jahr** und  **Q**. Ist **Jahr** gewählt (Standard) so werden die Pegelschlüssel absteigend nach Beginn ihrer Gültigkeit sortiert, d.h. die jüngste steht zu oberst. Ist **Q** gewählt so werden die Pegelschlüssel absteigend nach der Größe des Q – Wertes für den darunter angegebenen Wasserstand sortiert. Als maßgebender Wasserstand wird der Grenzwert zwischen dem ersten und zweiten Bereich des jüngsten Pegelschlüssels verwendet.

Durch einfachen Mausklick wird der gewählte Pegelschlüssel im Darstellungsfenster und im nebenstehenden Fenster *PS/Messungen in der Grafik* angezeigt. Durch Anklicken eines Pegelschlüssels oder von Messungen in diesem Fenster und anschließendes Betätigen des Buttons **PS/Mess. Aus Grafik entfernen** und Wahl von **markierte(n) PS/Messungen** entfernen können diese aus dem Darstellungsfenster gelöscht werden. Mit **Grafik leeren** wird alles aus dem Darstellungsfenster entfernt

Durch Anklicken des Buttons **Messungen** werden alle vorhandenen Wertepaare W-Q aus den Momentanzzeitreihen mit der Aussage „Mes“ angezeigt. Die Anzahl kann durch Angabe eines Zeitraums in den Feldern **Jahr von:** und **Jahr bis:** eingeschränkt werden. Eine andere bzw. zusätzliche Möglichkeit der Einschränkung stellt die Angabe von Monaten mittels der nebenstehenden Auswahllisten dar. So ist es z.B. möglich für bestimmte Jahre jeweils die Messungen von Februar bis April darzustellen.

In der Oberfläche befindet sich eine Reihe von Buttons und Checkboxes, mit denen der Anwender die Darstellung der Messungen und Pegelschlüssel seinen Bedürfnissen und Analyseerfordernissen anpassen kann. Die Funktionsweise der Buttons , , , ,  unter dem Darstellungsfenster ist gleich wie in **AquaVit** (siehe Kapitel 1.3). Auch ist es möglich mit der rechten Maustaste einen Zoomrahmen zu ziehen. Die Buttons und Selectboxen rechts des Darstellungsfensters sind jeweils mit einem Hilfetext versehen, der erscheint, sobald der Cursor kurz auf einem Button bzw. einer Selectbox verweilt. Sie werden daher nicht näher beschrieben.

In den Eingabefeldern **Wunten:**, **Woben:**, **Qlinks:** und **Qrechts:**, die sich rechts unten im Programmfenster befinden, können Grenzen für die W- bzw. die Q-Achse angegeben werden. Diese werden durch Betätigen des Buttons **W-Scale** bzw. **Q-Scale** in die Darstellung übernommen und bleiben fixiert. Die Fixierung wird durch Inaktivsetzen der Selectboxen  **w fix** bzw.  **q fix** aufgehoben.

Nach der Auswahl eines Pegelschlüssels im Fenster *PS der Messstelle* oder *PS/Messungen in der Grafik* werden im Programmfenster links oben die gespeicherten Punkte, der Wasserstand W für Q0, die zugehörigen Bereichsparameter und der ev. vorhandene Kommentar angegeben. Da in der SCHLUESS.dbf nur die Grenzpunkte der Bereiche (dies sind die Punkte 1, 3, 5 und 7) gespeichert werden, werden auch nur diese ausgegeben.

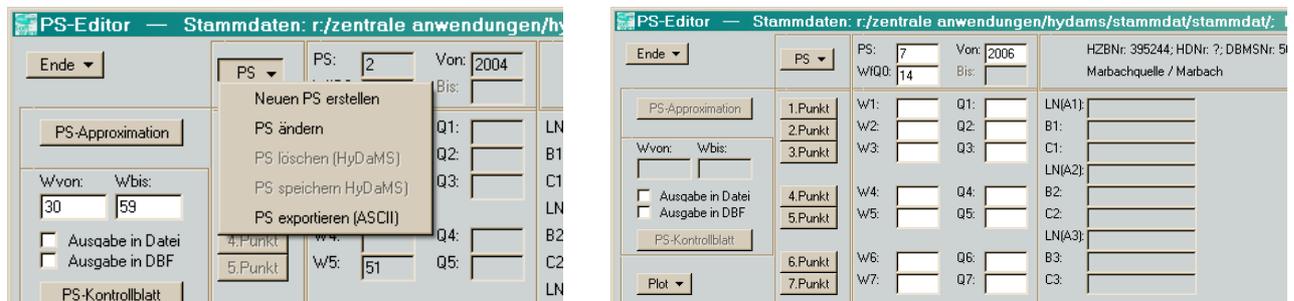
Klickt man auf **PS-Approximation** so werden die Wasserstände der Punkte 2, 4 und 6 mit W-Mittel der Punkte 1, 3, 5 und 7 gebildet, mit den ursprünglich gespeicherten Parametern die dazugehörigen Durchflusswerte angenommen und eine neuerliche Approximation mit diesem Punkte-Set gerechnet. Diese Parameter werden an Stelle des Kommentarfensters rechts neben den gespeicherten Werten ausgegeben und sollten sich nur geringfügig (im Nachkommastellenbereich) von diesen unterscheiden. Vergleichende Berechnungen haben ergeben, dass die so ermittelnden Pegelschlüsselparameter (ln(A), B und C) eine Abflusstabelle gewährleisten, die nicht wesentlich von jener abweicht, die eine Approximation mit den ursprünglichen Stützpunkten ergeben hat.

Durch Klicken auf **PS-Kontrollblatt** erhält man ein Vorschauenfenster wie in Kapitel 1.4 beschrieben für das zweiseitige Kontrollblatt. Auf der ersten Seite werden die Stützpunkte, die PS-Parameter und die Kontrollgrößen ausgegeben. Dafür muss das Programm wie oben beschrieben die Approximation berechnen. Auf der zweiten Seite wird eine Durchflusstabelle ausgegeben, wobei durch Eingabe in die Felder **Wvon:** und **Wbis:** deren Bereich eingegrenzt werden kann. Bei Wahl der Selectbox **Ausgabe in Datei** wird das Kontrollblatt als ASCII-Datei im Verzeichnis C:\HZB2001\TMP ausgegeben. Bei Wahl der Selectbox **Ausgabe in DBF** wird die Durchflusstabelle in einer dbf-Datei im Verzeichnis C:\HZB2001\TMP gespeichert.

Der Button **Plot** dient zum Ausdruck der dargestellten Grafik. Mit Betätigung des Buttons stehen dem Anwender die Optionen **Druckerwahl**, **Vorschau** und **Grafik drucken** zur Verfügung. Mit dem Button **Druckerwahl** kann ein anderer Drucker als der Standarddrucker gewählt werden. Mit **Vorschau** erhält man eine Voransicht wie in Kapitel 1.4 beschrieben. Mit **Grafik drucken** wird der Inhalt des Darstellungsfensters ohne Voransicht am Drucker ausgegeben.

## 5.2 Erstellen neuer Pegelschlüssel

Mit Betätigung des Buttons **PS** öffnet sich dem Benutzer folgendes Pulldownmenü:



Die Wahl von **Neuen PS erstellen** ermöglicht die Erstellung eines neuen Pegelschlüssels. Dafür muss ein gültiger QUWQ-Messcode in den Stammdaten eingetragen sein.

Zuerst sind die Pegelschlüsselnummer im Eingabefeld **PS:**, der Wasserstand für den Q gleich 0 ist, also der Anfangspunkt der Schlüsselkurve, im Feld **WfQ0:** und das Jahr ab dem der Pegelschlüssel gelten soll im Feld **Von:** einzutragen.

Danach können die Stützpunkte entweder durch Eingabe in die Felder **W1:**, **Q1:**, etc. oder graphisch festgelegt werden. Um einen Punkt graphisch festzulegen muss zuerst der Button des gewünschten Punkts **X. Punkt** und anschließend der gewünschte Ort des Punkts im Darstellungsfenster angeklickt werden. Die zugehörigen Werte werden in den Feldern **WX:** und **QX:** angezeigt.

Bei zahlenmäßiger Eingabe wird die PS-Approximation für einen Bereich durchgeführt, sobald dieser komplett eingegeben wurde und man die Return-Taste **↵** betätigt hat. Der entsprechende Kurvenabschnitt wird somit im Darstellungsfenster angezeigt. Bei graphischer Festlegung wird die PS-Approximation für einen Bereich gerechnet und der Kurvenabschnitt dargestellt, sobald man alle Punkte eines Bereichs festgelegt hat. Die einzelnen Stützpunkte können durch Änderung der Eingabe oder Anklicken des entsprechenden Buttons und anschließenden Klick in die Graphik solange verschoben werden bis ein zufrieden stellendes Ergebnis erreicht ist. Dieses ist durch Ansicht des Kontrollblatts zu überprüfen. Anschließend wird durch Wahl von **PS** **PS speichern** der Pegelschlüssel in HyDaMS in die Stammdatendatei SCHLUCESS.dbf und als Abflusskurve (Realreihe) gespeichert.

Das exportieren eines Pegelschlüssels ist nicht notwendig. **Neue Pegelschlüssel sind mittels Stammdatenexport (SCHLUCESS.dbf) und binärem Zeitreihenexport (Abflusskurven) an die Abteilung Wasserhaushalt zu übermitteln.**

### 5.3 Ändern eines vorhandenen Pegelschlüssels

Der Menüpunkt **PS**  **PS ändern** ist nur dann aktiv, wenn ein Pegelschlüssel im Fenster *PS der Messstelle* oder *PS/Messungen in der Grafik* gewählt wurde, dessen Gültigkeitsbeginn nach dem Bearbeitungsjahr liegt. Der Pegelschlüssel ist in der Graphik dargestellt und nach Auswahl von **PS ändern** erscheinen in der Graphik die Stützpunkte. Diese können, wie in Kapitel 5.2 beschrieben, editiert werden. Der neue bzw. editierte Verlauf des Pegelschlüssels wird in der Graphik in anderer Farbe dargestellt. Durch Wahl von **PS**  **PS speichern** werden die Änderungen in HyDaMS in die Stammdatendatei SCHLUESS.dbf und die Abflusskurve (Realreihe) gespeichert.

Gelöscht werden können nur Pegelschlüssel für die noch kein Gültigkeitszeitraum in der Gültigkeitszeitreihe gesetzt wurde.