



Forschungsinstitut für
Wasser- und Abfallwirtschaft
an der RWTH Aachen

FiW e.V.
Mies-van-der-Rohe-Str. 17
52056 Aachen
Fon 0241 80 2 68 25
Fax 0241 87 09 24
fiw@fiw.rwth-aachen.de www.fiw.rwth-
aachen.de

Machbarkeitsuntersuchung zur mobilen Durchflussmessung in Kanalisationen integriert in eine Schachtabdeckung

IV-9-042 3D6

KURZBERICHT

Aachen, im September 2007
FiW an der RWTH Aachen

Dr.-Ing. F.-W. Bolle

/gefördert durch



Ministerium für Umwelt und
Naturschutz, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen



Forschungsinstitut für
Wasser- und Abfallwirtschaft
an der RWTH Aachen

Kurzbericht zum Projekt

Machbarkeitsuntersuchung zur mobilen Durchflussmessung in Kanalisationen integriert in eine Schachtabdeckung

IV-9-042 3D6

im Auftrag des



Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

Aachen, im September 2007
FiW an der RWTH Aachen

Dr.-Ing. F.-W. Bolle

Projektbearbeitung

Institution

Bearbeiter

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft
an der RWTH Aachen (FiW) e.V.

Dr.-Ing. K. Müller

Mies-van-der-Rohe-Str. 17
52056 Aachen

IKT
Institut für unterirdische Infrastruktur

Dipl.-Ing. Christoph Bennerscheidt

Exterbruch 1
45809 Gelsenkirchen

IBR
Ingenieurbüro Redlich und Partner GmbH

Dipl.-Ing. Dirk Schrader

Rheingauer Str. 9
65388 Schlangenbad

Dipl.-Ing. (FH) Armin Breitstadt

INHALTSVERZEICHNIS

1	Zusammenfassung	2
2	Veranlassung	3
3	Aufgabenstellung und Ziele.....	4
4	Vorgehensweise.....	4
5	Ergebnisse.....	5
5.1	Durchflussmessgeräte für den Einsatz in Schachtbauwerken.....	5
5.2	Die Schachtabdeckung als Einbauort für eine Durchflussmessung	7
5.3	Energieversorgung der Durchflussmessung integriert in die Schachtabdeckung .	8
5.3.1	Energiebedarf	8
5.3.2	Energiedargebot.....	8
5.4	Integration einer Datenschnittstelle in die Schachtabdeckung	9
5.4.1	Kabelgebundene Datenübertragungsschnittstelle.....	9
5.4.2	Drahtlose Datenübertragungsschnittstelle.....	10
6	Fazit.....	10

VERZEICHNIS DER BILDER

Bild 5.1	Gegenüberstellung von Energiebedarf und Energiedargebot in Abhängigkeit vom Messintervall und Sonnenscheindauer	9
Bild 6.1	Montage Messwertaufnehmer mittels des mobilen Montagegestells	12
Bild 6.2	Modifizierter Schmutzfang zur Aufnahme des Messwertumformers mit Datenlogger und GPRS-Datenübertragungseinrichtung einschließlich des exgeschützten Gehäuses zur Aufnahme des Ladereglers.....	12

1 Zusammenfassung

Aufgabenstellung dieser Studie ist die Prüfung der Möglichkeit, eine Durchflussmesseinrichtung in eine Schachtabdeckung zu integrieren. Dadurch könnte eine Messeinrichtung z.B. im Rahmen eines Fremdwassersanierungskonzeptes schnell und ohne hohen personellen Aufwand (z. B. Personensicherung bei Einstieg in den Kanal) installiert und deinstalliert werden.

Mobile Durchflussmesseinrichtungen bestehen dabei grundsätzlich aus folgenden Komponenten:

- Messwertaufnehmer bzw. Sensor,
- Messwertumformer (Auswertegerät),
- Akku,
- Datenlogger (Datenspeicher) und
- Datenschnittstelle bzw. -übertragungseinrichtung.

Aufgrund der vielfältigen geometrischen und hydrometrischen Randbedingungen, die die Schachtbauwerke und dort insbesondere die Gerinnelängs- und Querschnitte sowie die zu- bzw. abgehenden Kanäle aufweisen, kann festgehalten werden, dass eine Integration des Messwertaufnehmers in die Schachtabdeckung nur in Ausnahmefällen eine Messung des Abflusses im Kanal erlaubt. Vor diesem Hintergrund wäre der Einsatzbereich einer derartigen Messeinrichtung stark eingeschränkt. Vielmehr wurde festgestellt, dass der berührungslos arbeitende Sensor nahe der Wasseroberfläche installiert werden sollte.

Als Messsensoren kommen dabei derzeit folgende Systeme in Betracht:

- Flo-Dar Sensor der Fa. GWU Umwelttechnik oder
- Ultraschall-Wasserstandsmessung, sofern im Vorfeld die Q-h-Beziehung z.B. im Rahmen einer Messkampagne ermittelt wurde.

Unabhängig von der Messsensorik besteht die Möglichkeit, Messwertumformer, Akku, Datenlogger und Datenschnittstelle in einen Schmutzfänger zu integrieren und den so ausgestatteten Schmutzfänger als kompakte Einheit in den entsprechenden Schacht einzuhängen. Hierdurch werden wesentliche Wartungsarbeiten (z. B. Akkuwechsel oder Datenauslese) ermöglicht, ohne dass in den Schacht eingestiegen werden muss. Ergänzend sollte diese Einheit mit einem GPRS ausgestattet werden. Dies erlaubt eine regelmäßige Datenübertragung über das Mobiltelefonnetz; ein Anfahren der Messstelle zur Datenauslese ist dann im Regelfall nicht mehr erforderlich. Werden zusätzlich noch Warn- oder Fehlermeldungen übertragen, kann der Wartungsaufwand der Messstelle bei gleichzeitig hoher Datensicherheit minimiert werden.

Eine weitere Option besteht in der Entwicklung eines Schachtdeckels, dessen Betonkern durch Solarzellen ersetzt wird, die in transparentes Kunstharz eingegossen oder mit entsprechend tragfähigen Glas gesichert werden. Hierdurch kann unter günstigen Randbedingungen ein autarkes Messsystem gestaltet werden. Auch wenn Beleuchtung der Solarzellen z. B. aufgrund ruhenden oder fließenden Verkehrs oder geringer Sonneneinstrahlung im Winter nicht optimal sind, kann eine erhebliche Standzeitverlängerung der Akkueinheit erreicht werden.

2 Veranlassung

Durchflussmessungen in der Abwasserkanalisation müssen vorgenommen werden, um deren hydraulische Belastung bzw. Auslastung festzustellen sowie die Ursachen zu identifizieren. Im Detail können beispielsweise folgende Gründe für eine Durchflussmessung vorliegen:

- Prüfung der tatsächlichen hydraulischen Belastung einer Abwasserleitung
- Identifizierung von Fremdwasserquellen im Kanalnetz
- Datengewinnung für eine Kanalnetzsteuerung bzw. zur Prüfung, ob eine Kanalnetzsteuerung für ein Kanalnetz geeignet ist
- Quantitative Erfassung von Kläranlagenzuläufen

Nach DIN 19 559, Teil 1 (DIN 1983) werden zwei Arten von Durchflussmessungen unterschieden, Dauermessungen und Einzelmessungen. Die Dauermessung registriert ständig einen Durchfluss, die Einzelmessung dient hauptsächlich zu Kontroll- und Kalibriermessungen.

Genauso wie für Langzeitmessungen, müssen für Einzelmessungen und kurzzeitige Messungen Messgeräte im Kanal installiert werden. Je nach Messgerät bzw. Messverfahren kann die Installation des Gerätes aufwändig und personalintensiv sein.

Häufig müssen einmalige Durchflussmessungen im Kanal gerade bei Regenwetter vorgenommen werden. Teilweise werden zur Durchflussmessung nur einfache Messlatten eingesetzt, so dass das Betriebspersonal im Regen die Messungen vornehmen muss und lediglich Stichproben erfassen kann.

Ein mobiles Messgerät (Gerät, welches für einen kurzen Zeitraum installiert wird, eine unabhängige Energieversorgung besitzt und an beliebigen Stellen eingesetzt werden kann), welches an verschiedenen Stellen leicht, ohne hohen personellen Aufwand und gefahrlos ein-

setzbar ist, wäre für Einzelmessungen sinnvoll. So könnten Einzelmessungen schnell und ohne hohen Aufwand vorgenommen werden. Ein solches mobiles Messgerät muss so gestaltet sein, dass es zu einem beliebigen Zeitpunkt an einer beliebigen Stelle einsetzbar ist.

Zudem sollte das Auslesen von Messwerten am Messgerät einfach und ohne hohen Aufwand möglich sein. Eine ausreichende und dauerhafte Energieversorgung des Gerätes muss zusätzlich sichergestellt werden.

3 Aufgabenstellung und Ziele

In dieser Studie wird daher untersucht, inwieweit es möglich ist, ein mobiles Durchflussmessgerät zu gestalten, welches ohne personellen Aufwand und gefahrlos einsetzbar ist. Die Integration eines Durchflussmessgerätes in eine Schachtabdeckung scheint dabei eine sinnvolle Möglichkeit zu sein, da Schächte den größten Anteil an Bauwerken der Ortsentwässerung bilden und somit über die Schachtabdeckungen ein guter Zugang zum Kanalnetz gegeben ist bzw. die Messvorrichtungen an vielen Stellen einsetzbar sind. Die Integration in eine Schachtabdeckung hat weiterhin den Vorteil, dass diese mit Schachtabdeckungen vor Ort kurzzeitig ausgetauscht werden kann und universal einsetzbar ist, da viele Kanaldeckel einer Normgröße entsprechen.

Es ist eine Prüfung erforderlich, inwieweit die Integration eines Messgerätes direkt in die Abdeckung möglich ist oder ob eine Integration oder Anbringung an den Schmutzfang eine bessere Lösung darstellt.

Weiterhin wird untersucht, welche Messgeräte und Schachtabdeckungen oder Schmutzfänge für eine mobile Durchflussmessung in Frage kommen, ob ein praktischer Einsatz einer solchen Kombination möglich ist und welche Randbedingungen dazu erforderlich sind.

Die Messgeräte benötigen eine Stromversorgung. Da der Betrieb mit Batterien bzw. Akkus keine dauerhafte Stromversorgung garantiert, wird eine Energieversorgung mit Solarzellen geprüft. Denkbar ist, diese in den Kanaldeckel zu integrieren. Hierzu ist ein Stoff zu finden, welcher der Standsicherheit des Deckels entspricht und gleichzeitig Licht an die Solarzellen lässt.

4 Vorgehensweise

Zur Untersuchung, ob ein Messgerät entwickelt werden kann, das den o.g. Anforderungen genügt, wurde wie folgt vorgegangen:

- Recherche zu stationären und mobilen Durchflussmessgeräten
- Recherche zum grundsätzlichen Schachtaufbau
- Auswertung von Kanalkatastern zur Darstellung der Eigenschaften von Schachtbauwerken im Bestand (z. B. Tiefe, Nennweite des Gerinnes und seitliche Zuflüsse)
- Darstellung der geometrischen und hydrometrischen Randbedingungen
- Bewertung der Durchflussmessgeräte hinsichtlich der Einsetzbarkeit in der Schacht-abdeckung
- Ermittlung des Energiebedarfs einer Messeinrichtung bestehend aus Sensor, Messwertumformer, Datenlogger und GPRS-Einheit in Abhängigkeit des Messintervalls
- Ermittlung des Energiedargebots (Solarzelle in der Fläche des Betonkerns einer Schachtabdeckung)
- Darstellung des durch Solarzellen erzielbaren Energiedeckungsgrades
- Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen kabelgebundener (USB) und kabelloser (GPRS) Datenschnittstellen
- Entwicklung eines Konzeptes zur mobilen Durchflussmessung in Schächten

5 Ergebnisse

5.1 Mobile Durchflussmessgeräte für den Einsatz in Schachtbauwerken

Von der Vielzahl verfügbarer Durchflussmesseinrichtungen sind an Abwasseranlagen vornehmlich Messeinrichtungen vorzufinden, die auf einem der folgenden Messverfahren beruhen:

- Hydraulische Messverfahren, z.B. mittels Venturi-Kanälen oder Messwehren.
- Messung der mittleren Fließgeschwindigkeit in einem bekannten Querschnitt, z.B. mit magnetisch-induktiven Messwertaufnehmern (MID) oder nach dem Verfahren der Ultraschall-Laufzeitdifferenzen-Messung.
- Messung von Fließgeschwindigkeit und Wasserstand, z.B. Ultraschall-Doppler-Verfahren oder Radar.

Die in der Langfassung ausführlich beschriebenen mobilen Durchflussmesseinrichtungen werden insbesondere im Rahmen der Überprüfung von Durchflussmesseinrichtungen auf Kläranlagen sowie bei der Überprüfung von Drosseleinrichtungen in Kanalnetzen eingesetzt. Die Geräte werden dabei in der Regel tage- bis maximal wochenweise eingesetzt. Langzeitmessungen über einen Zeitraum von mehreren Wochen sind dabei mit erhöhtem Aufwand verbunden. Hierfür können folgende Gründe genannt werden:

- In Abhängigkeit vom eingesetzten Durchflussmessgerät müssen die eingesetzten Akkus bereits nach Einsatzzeiten von 1 bis 4 Tagen ausgewechselt werden. Die maximale Standzeit des mobilen MIDs, Typ Mobi-DiR der Fa. Axel Zangenberg GmbH & Co. KG beträgt unter Akkubetrieb beispielsweise 4 Tage.
- In regelmäßigen Abständen müssen die erfassten und im Datenlogger gespeicherten Messdaten ausgelesen und kontrolliert werden. Auf diese Weise können Fehlmessungen während einer Messkampagne identifiziert werden und die Ursachen untersucht werden.
- Insbesondere bei sohlgebundenen Durchflussmessgeräten, wie beispielsweise dem PCM Pro der Fa. Nivus GmbH müssen die sich im Wasser befindlichen Sensoren regelmäßig kontrolliert werden, da Ablagerungen oder Verzopfung zu Fehlmessungen führen können. Dies gilt insbesondere beim Einsatz in Misch- bzw. Schmutzwasserkanälen.

Beim Einsatz von Durchflussmessgeräten, die auf Basis eines definierten vollgefüllten Querschnitts die Durchflussmengen bestimmen, ist vor dem Einsatz die maximal abgeleitete Abflussmenge zu berücksichtigen. Grund ist, dass diese Geräte in der Regel den Kanalquerschnitt verringern und damit die hydraulische Leistungsfähigkeit der Kanalstrecke reduzieren. Darüber hinaus entsteht vor dem Messgerät ein Rückstau im oberhalb gelegenen Kanalnetz, so dass es bei zu hohen Durchflüssen z. B. zu Schäden an den oberhalb gelegenen Bauwerken kommen kann. Ebenfalls kann es im strömungsberuhigten Rückstaubereich zu Ablagerungen und damit zu einer weiteren Reduzierung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Kanalabschnittes kommen.

Damit ergibt sich für einen langfristigen Einsatz die Notwendigkeit, auf berührungslos arbeitende Systeme zurückzugreifen. Dies sind derzeit ausschließlich Radar-Durchflussmessgeräte. Als Alternative kann, sofern die Q-h-Beziehung bekannt ist, auch eine berührungslos arbeitende Höhenstandsmessung (z.B. Ultraschall) installiert werden.

5.2 Die Schachtabdeckung als Einbauort für eine Durchflussmessung

Wesentlich für das Design einer in die Schachtabdeckung integrierte Durchflussmeseinrichtung ist, dass die Messeinrichtung unter den gegebenen geometrischen und hydrometrischen Randbedingungen eingesetzt werden kann. Neben Schachtdurchmesser und -tiefe sind daher insbesondere die Lage der Schachtabdeckung zum Gerinne sowie die Gerinneausführung zu betrachten.

Aufgrund der im Bestand vorhandenen Schacht- bzw. Gerinnegeometrien z.B. in Form von

- Richtungswechsel und seitlichen Zuflüssen,
- Bermengestaltung bzw. Schäden an der Berme,
- Schachttiefe sowie
- Ausmitte des Schachtdeckels (z. B. aufgrund des Konusses oder bei Tangentialschächten oder aufgrund der Straßenneigung)

ergeben sich für eine Durchflussmessung integriert in eine Schachtabdeckungen folgende Konsequenzen:

- Vor dem Einsatz ist unbedingt zu Prüfen, ob die für die Messeinrichtung notwendigen hydrometrischen Randbedingungen eingehalten werden.
- Eine Integration des Sensors in die Schachtabdeckung erscheint aus o.g. Gründen nicht sinnvoll. Vielmehr ist eine Konstruktion zu wählen, die eine wasseroberflächen-nahe Montage des Sensors erlaubt (z.B. durch Einhängen in die Steigeisen oder in die Einstigshilfenhalterung).
- Aus diesen beiden Punkten ergibt sich die Notwendigkeit, den Schacht bei Installation bzw. Deinstallation des Sensors zu besteigen.
- Um den Betrieb der Messeinrichtung wartungsarm zu gestalten, sollte auf Berührungslos arbeitende Systeme (also Radar oder Ultraschallhöhenmessung) zurückgegriffen werden.
- Eine ergänzende Reduzierung des Wartungsaufwandes ergibt sich bei Integration des Datenloggers, Schnittstelle und Energieversorgungseinrichtung in die Schachtabdeckung oder dem Schmutzfangkorb.

5.3 Energieversorgung der Durchflussmessung integriert in die Schacht- abdeckung

Ungeachtet der Frage, wo die der Messsensor positioniert ist, scheint es sinnvoll, den Schachtdeckel für die Energieversorgung des Messgerätes zu nutzen. Hierdurch kann im Idealfall eine Autarkie des Messgerätes gesichert werden, mindestens jedoch die Standzeit des Gerätes verlängert werden.

5.3.1 Energiebedarf

Bei einem in der Abwassertechnik üblichen 1-Minuten-Messintervall ist mit einer 48-Ah-Batterie eine Überbrückungszeit von ca. 28 Tagen zu erreichen. Danach ist ein Austausch der Batterie erforderlich.

Bei einer Batterie mit einer Ladungskapazität von 24 Ah halbieren sich die oben genannten Überbrückungszeiten, d. h. bei einem 1-Minuten-Messintervall beträgt die Überbrückungszeit nur noch ca. 14 Tage.

5.3.2 Energiedargebot

Der mit Beton gefüllte Bereich der Schachtabdeckung des Kanals hat standardmäßig einen Durchmesser von ca. 0,44 m. Somit steht für die Photovoltaikanlage eine nutzbare Fläche von ca. 0,15 m² zur Verfügung. Um eine optimale Energieausbeute zu erhalten - bezogen auf die für die Photovoltaikanlage zur Verfügung stehende nutzbare Fläche der Schachtabdeckung - sind hinsichtlich der Abmessungen und der Zellenspannung geeignete Solarzellen oder Solarmodule auszuwählen.

Auf Basis einer Marktrecherche konnte festgestellt werden, dass das Modul Schott Solar ASI 3 Oo 06/162/192 von den für den Einbau in die Schachtabdeckung geeigneten Modulen die höchste Leistungsausbeute liefert.

Für die Ermittlung der von dem Photovoltaikmodul erzeugten elektrischen Energie ist die mittlere Sonnenscheindauer zu Grunde zu legen. Hierfür wurde der Mittelwert der Sonnenscheindauer aus den Jahren 1961 bis 1990 (Deutscher Wetterdienst) herangezogen. Diesen Daten ist zu entnehmen, dass die Sonnenscheindauer in Deutschland im Gebietsmittel ca. 1540 Stunden/Jahr beträgt. Umgerechnet ergibt dies eine mittlere Sonnenscheindauer von ca. 4,2 Stunden pro Tag, sodass über das im Kanaldeckel integrierte Photovoltaikmodul eine mittlere Leistung von $1.492 \text{ mW} \cdot 4,2 \text{ h} = 6,30 \text{ W}$ pro Tag erzeugt werden kann. Damit ist im Mittel ein energieautarker Betrieb möglich.

Kritisch sind jedoch die Wintermonate Dezember und Januar zu bewerten: hier liegt die mittlere Sonnenscheindauer bei lediglich etwa 1,5 h/d, sodass eine Leistung von etwa 2,30 W/d verfügbar ist. Dies aber erlaubt nach wie vor eine energieautarke Messung ab einem Messintervall von etwa 3 min (vgl. Bild 5.1). Liegt die zeitliche Auflösung unterhalb dieses Wertes ist zumindest eine erhebliche Standzeitverlängerung der Einrichtung und damit eine entsprechende Reduzierung des Wartungsaufwandes möglich.

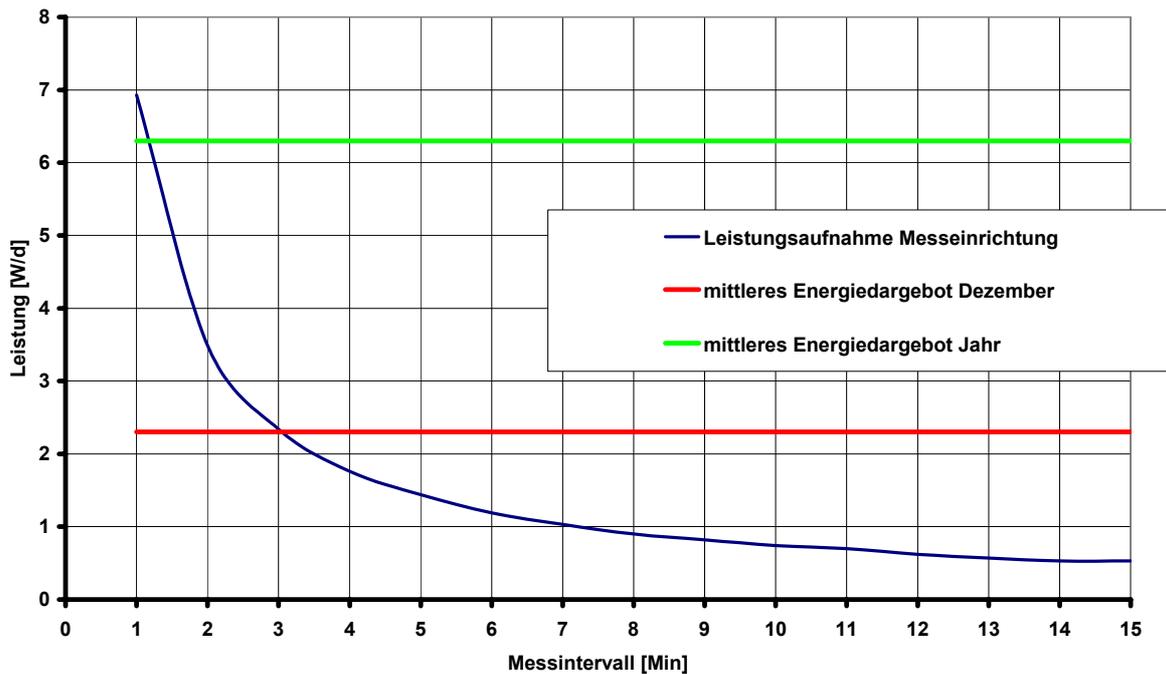


Bild 5.1 Gegenüberstellung von Energiebedarf und Energiedargebot in Abhängigkeit vom Messintervall und Sonnenscheindauer

5.4 Integration einer Datenschnittstelle in die Schachtabdeckung

5.4.1 Kabelgebundene Datenübertragungsschnittstelle

Als kabelgebundene Schnittstelle bietet sich der USB Standard an. Die Daten können dann mit jedem handelsüblichen Notebooks oder MDA (Mobil Digital Assistant) auch dann ausgelesen werden, wenn eine kabellose Übertragung aufgrund fehlender Mobilfunkverbindung (GPRS-Verbindung) nicht möglich ist. Die Übertragungszeit der Messwerte liegt je nach Datenumfang bei maximal etwa 5 Minuten.

Die auf dem MDA (Mobil Digital Assistant) übertragenen Durchflussmesswerte können dann auf einen PC übertragen und dort mittels Standardsoftware als Kurvenganglinien (Mess-

wert/Zeitgrafik) sowie als Tages-, Monats- und Jahresprotokoll dargestellt und ausgewertet werden.

5.4.2 Drahtlose Datenübertragungsschnittstelle

Ergänzend zur USB-Schnittstelle sollte die Messeinrichtung über ein integriertes GPRS-Funkübertragungsmodem ausgestattet werden. GPRS (General Packet Radio Service) ist eine Übertragungstechnik, bei der Daten in Form von Datenpaketen mit Datenübertragungsraten zwischen 50 und 100 KBit/s über eine Funkverbindung übertragen werden.

Mittels der GPRS-Datenübertragungstechnik ist es möglich, die im Datenlogger gespeicherten Messdaten einer oder mehrerer mobilen Durchflussmessungen über einen dezentral angeordneten PC über das GPRS-Funknetz von der Ferne auszulesen und die Messdaten auf dem PC zu übertragen. Die auf den PC übertragenen Durchflussmesswerte können dann dargestellt und ausgewertet werden.

Zusätzlich ergibt sich die Möglichkeit, Warn- oder Fehlermeldungen, wie z.B. Sensorausfall oder sinkende Akkuleistung auf den Server (oder per SMS auf ein Mobiltelefon) zu übertragen. Eine routinemäßige Betreuung der Messstelle ist damit nicht mehr erforderlich.

6 Fazit

Eine mobile Durchflussmesseinrichtung besteht grundsätzlich aus den Komponenten:

- Messwertaufnehmer bzw. Sensor,
- Messwertumformer (Auswertegerät),
- Akku,
- Datenlogger (Datenspeicher) und
- Datenschnittstelle bzw. -übertragungseinrichtung.

Der Messsensor sollte berührungslos messen, um die hydraulische Leistungsfähigkeit des Kanals nicht zu reduzieren und um die Messung nicht durch Abwasserinhaltsstoffe (verzopfende Materialien, Geschiebe) zu beeinträchtigen. Hierfür kommen derzeit in Betracht:

- Flo-Dar Sensor¹ (GWU) oder
- Ultraschall-Wasserstandsmessung, sofern im Vorfeld die Q-h-Beziehung z.B. im Rahmen einer Messkampagne ermittelt wurde.

Aufgrund der geometrischen und hydrometrischen Randbedingungen erscheint es nicht sinnvoll, den Sensor in den Schachtdeckel bzw. Schmutzfänger zu integrieren. Vielmehr ist eine Montage in der Nähe der Wasseroberfläche erforderlich. Dies kann z.B. über ein Gestänge erfolgen, das in die Steigeisen eingehängt und arretiert wird (vgl. Bild 6.1). Das mobile Montagegestell ist in diesem Beispiel teleskopartig ausziehbar, so dass der Einsatz in unterschiedlich tiefen Schächten (Tiefe des Schachts zwischen ca. 2 und 10 m) möglich ist.

Um den Messwertaufnehmer optimal in der Mitte des Gerinnes positionieren zu können, ist auch der horizontal am Montagegestänge montierte Ausleger mit Aufnehmer für den Messwertaufnehmer verstellbar ausgeführt (Länge des Auslegers ca. 0,5 bis 1,5 m). Alternativ ist vorstellbar, Haltevorrichtungen für Einstieghilfen zu verwenden, um den Sensor zu arretieren oder aber das Gerät im Schacht zu verspannen. Die übrigen Komponenten sollten in einen Schmutzfänger integriert werden. Dies erlaubt die kabelgebundene Datenauslese sowie ggf. den erforderlichen Akkuaustausch, ohne den Schacht besteigen zu müssen (vgl. Bild 6.2). Sofern Messwertumformer und Messsensor mit einer Standardschnittstelle (z.B. 4 – 20 mA Signal) versehen sind, besteht zudem die Möglichkeit, den so ausgestatteten Schmutzfangkorb mit anderen Sensorsystemen (z.B. Ultraschall-Doppler-Verfahren) zu kombinieren. Zur Datenauslese empfiehlt sich, die Einheit mit einer USB-Schnittstelle und einer GPRS-Datenübertragung auszustatten. In diesem Fall sollten auch Fehler- und Warnmeldungen an die Zentrale gesendet werden, um Ausfallzeiten des Systems zu minimieren.

Ergänzend bietet es sich an, den Betonkern des Schachtdeckels mit Solarzellen auszustatten. Selbst für den Fall, dass die Belichtung der Zellen z. B. durch ruhenden oder fließenden Verkehr behindert wird, wird eine erhebliche Standzeitverlängerung der Messeinrichtung ermöglicht.

¹ Vgl. Internetauftritt der Fa. GWU-Umwelttechnik, Stand 19. September 2007: <http://www.gwu-group.de/umwelttechnik/index.html>

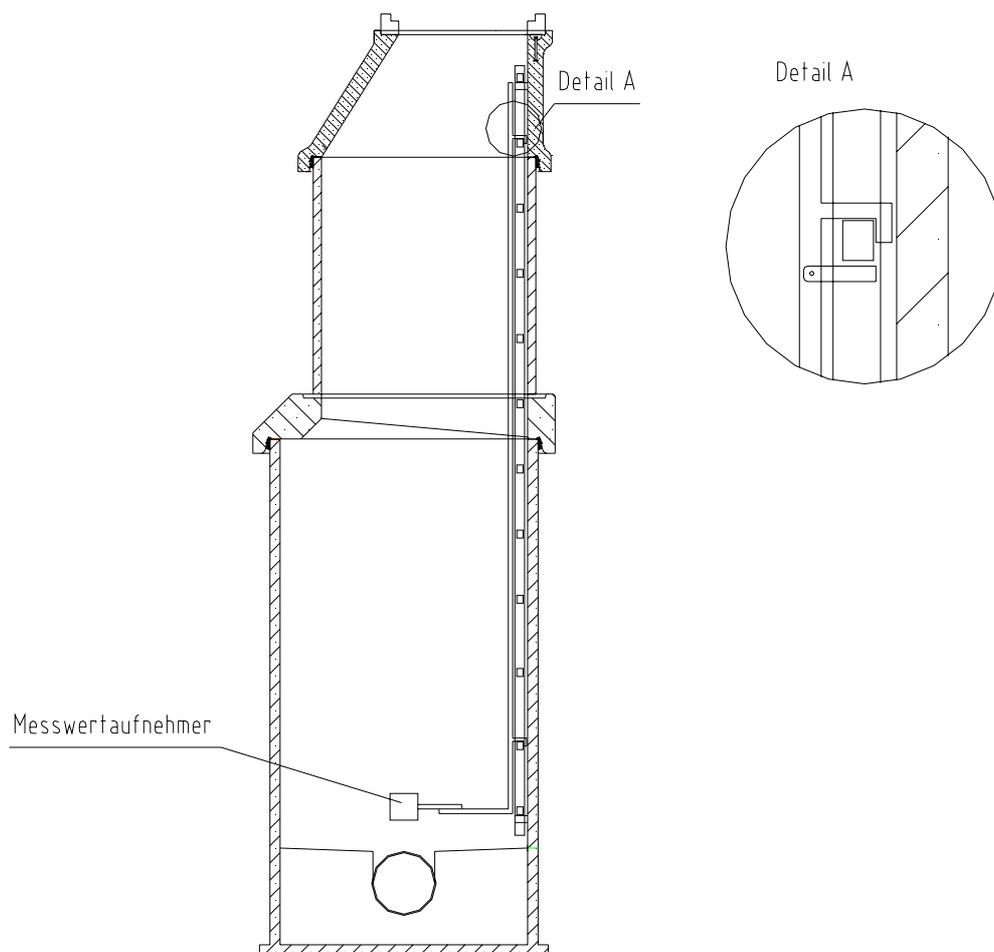


Bild 6.1 Montage Messwertaufnehmer mittels des mobilen Montagegestells

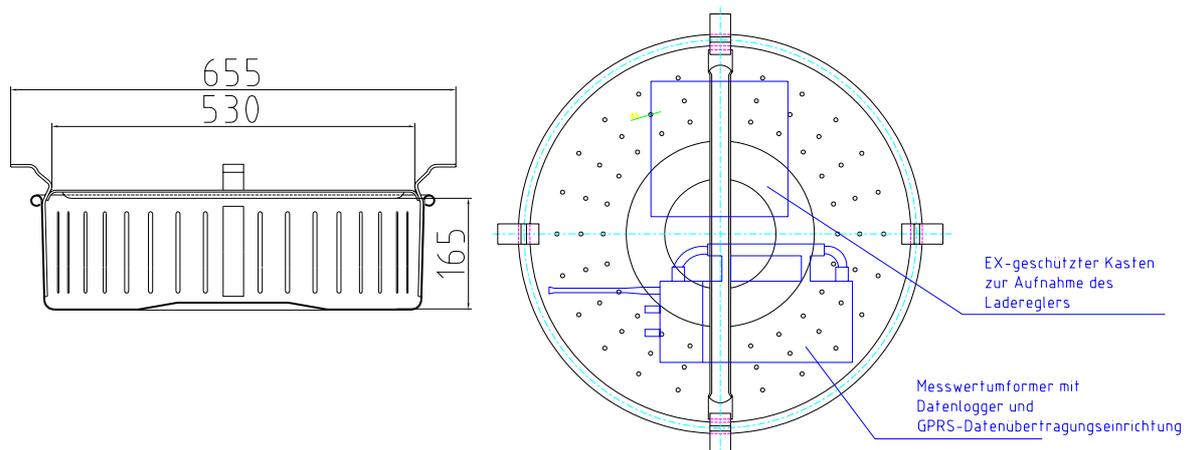
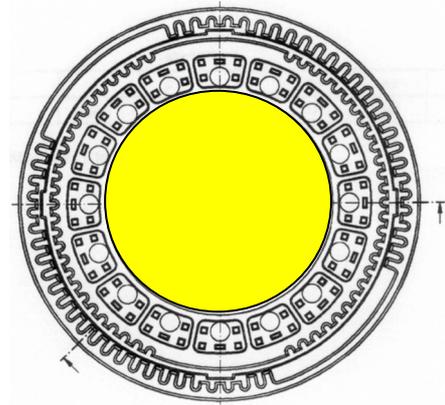
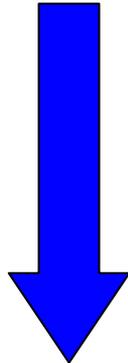


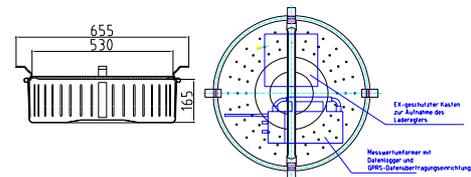
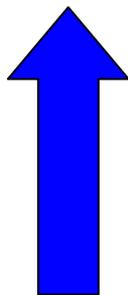
Bild 6.2 Modifizierter Schutzfang zur Aufnahme des Messwertumformers mit Datenlogger und GPRS-Datenübertragungseinrichtung einschließlich des ex-geschützten Gehäuses zur Aufnahme des Ladereglers

Zusammenfassend wird empfohlen, ein Drei-Komponenten System aus

- Schachtdeckel mit Photovoltaik



- Schmutzfangkorb mit Messwertumformer, Datenlogger, Akku, USB



- Messsensor
Radar oder
Ultraschall-Höhenmessung bei bekannter Q-h-
Beziehung



zu entwickeln. Um höchstmögliche Flexibilität zu erlangen, sollten diese Komponenten so gestaltet werden, dass sie frei miteinander oder mit anderen Messsensoren kombiniert werden können.