

Wie wird Durchfluss gemessen?

Die einfachste Methode, den Durchfluss in einem offenen Gerinne mit freier Wasseroberfläche zu bestimmen, ist die Berechnung mit einer Widerstandsformel wie z.B. der empirischen Fließformel nach Manning-Strickler.

Die dafür benötigten Parameter sind das Gefälle, der benetzte Querschnitt, der benetzte Umfang sowie die Rauheit des Gerinnes. Die Rauheit des Gerinnes wird dabei mit Erfahrungswerten abgeschätzt und hängt vom Material und Alter des Gerinnes ab.

Messtechnisch würde es ausreichen, bei einem stationär gleichförmigen Fließverhalten nur den Wasserstand zu erfassen und mit Hilfe der bekannten Parameter die Fließgeschwindigkeit bzw. den Durchfluss zu berechnen. Verändert sich jedoch im Laufe der Zeit die Rauheit des Gerinnes durch Ablagerungen oder durch die Bildung einer Schmierschicht (Silhaut) an den Wänden, so führt dies zu Messfehlern, wenn die zeitliche Veränderung der Rauheit nicht beachtet wird.

Eine wesentlich modernere Methode ist heute das Geschwindigkeitsflächen-Verfahren. Bei dieser Methode wird sowohl der Wasserstand als auch die Fließgeschwindigkeit messtechnisch erfasst. Wird das dreidimensionale Geschwindigkeitsfeld lediglich durch Fließgeschwindigkeitsmessungen in einzelnen Punkten oder Teilflächen aufgenommen, muss die mittlere Fließgeschwindigkeit im durchflossenen Querschnitt berechnet werden.

Die Qualität der Messung ist umso höher, je größer die Anzahl der Messpunkte bzw. je größer der Anteil der durch die Geschwindigkeitsmessungen abgedeckten Fläche des Fließquerschnittes ist.

Beziehungen zwischen punktuell oder bereichsweise gemessenen oder maximalen Geschwindigkeiten und der mittleren Geschwindigkeit sind anfällig und erfordern eine sorgfältige Kalibrierung vor Ort.



Zur Durchflussmessung nach dem Geschwindigkeitsflächen-Verfahren können verschiedene Technologien genutzt werden.

Neben dem induktiven Messverfahren und dem Ultraschall-Laufzeitverfahren kommt vor allem bei Messungen in stark verschmutztem Wasser das Ultraschall-Dopplerverfahren oder das berührungslose Radar-Dopplerverfahren zum Einsatz.

Ultraschall-Doppler Verfahren

Das Ultraschall-Dopplerverfahren nutzt den Doppler-Effekt zur Geschwindigkeitsermittlung. Werden Schallwellen gebündelt mit konstanter Sendefrequenz in eine Strömung gesendet, so verändert die Geschwindigkeit mitgeführter kleiner Teilchen die Frequenz der an ihnen reflektierten Wellen.

Das Messprinzip setzt die Annahme voraus, dass die Bewegungsgeschwindigkeit der Teilchen näherungsweise gleich der Fließgeschwindigkeit ist.

Heute stehen zwei Typen von Ultraschall-Dopplerverfahren zur Verfügung, der Continuous-Wave-Doppler (CW) sowie der Puls-Wave-Doppler (PW). Die Verfahren unterscheiden sich im Aufbau des Fließgeschwindigkeitssensors, der Signalverarbeitung sowie im Informationsgehalt der Messung.



Continuous Wave Doppler (CW)

Das CW Dopplerverfahren ist das ältere und elektronisch wesentlich einfachere der beiden Verfahren, bei dem kontinuierlich Schallwellen gesendet und empfangen werden. Ein Hauptnachteil ist, dass eine exakte Zuordnung der Frequenzverschiebung und somit der Partikelgeschwindigkeit zum Ort des Partikels nicht möglich ist. Es liegt keine Information über das Geschwindigkeitsprofil vor. Die mittlere Fließgeschwindigkeit wird mit Hilfe von Kalibrierfaktoren berechnet, die in zeitaufwendigen und teuren Vergleichsmessungen ermittelt werden müssen und anfällig gegenüber Einflüssen wie Rückstau oder Ablagerungen sind.

Pulsed-Wave Doppler (PW)

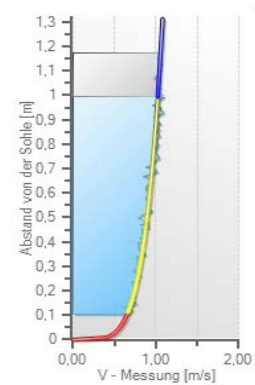
Eine Weiterentwicklung ist das Pulsdopplerverfahren. Dabei erlaubt eine spezielle Signalauswertung die Erfassung der Fließgeschwindigkeit in bestimmten Messfenstern (Zellen) und es wird das gesamte Geschwindigkeitsprofil entlang des Messpfades erfasst. Reflektionen außerhalb dieser Messzellen haben keinen störenden Einfluss auf die Geschwindigkeitsmessungen und können ausgeblendet werden. Mit der Information über das gesamte Geschwindigkeitsprofil können wesentlich stabilere Kalibrierfunktionen aufgestellt werden.

HydroVision Spectral-Correlation-Doppler (PSC)

Mit der PSC-Technologie ist es HydroVision gelungen, das PW-Dopplerverfahren nochmals zu verbessern.

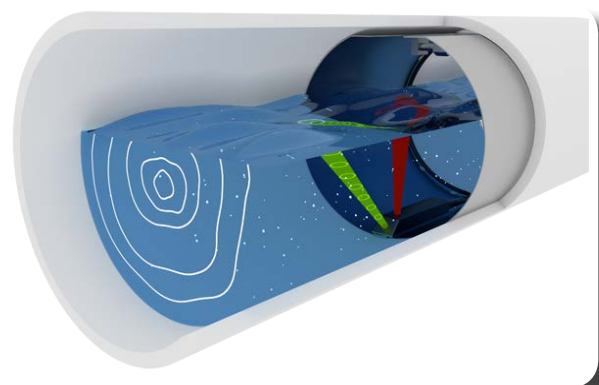
Im Vergleich zum reinen Kreuzkorrelationsverfahren (Erkennung von Mustern in der Strömung) kann mit dem PSC-Verfahren in wesentlich mehr Zellen mit einer Zellgröße von wenigen mm gemessen und damit das Geschwindigkeitsprofil mit einer viel höheren Auflösung erfasst werden.

Durch eine spezielle Korrelationstechnologie bei der Signalverarbeitung ist es möglich, Fließgeschwindigkeitsprofile sowohl sehr nahe am Sensor (geringer Wasserstand) als auch in großen Entfernungen zum Sensor (hoher Wasserstand) zu erfassen.



Beim reinen Kreuzkorrelationsverfahren liegt die erste gemessene Geschwindigkeit dagegen mehrere cm (5-6) vom Sensor entfernt, bzw. ist die maximale Entfernung aufgrund des Rauschens (schwache Muster in großer Entfernung) auf unter 1m limitiert.

Auch muss bei einem Sensor nach dem PSC-Verfahren gegenüber einem Sensor nach dem Kreuzkorrelationsverfahren keine komplexe und anfällige Elektronik im Sensor verbaut werden.



Dadurch kann der Sensor klein gehalten werden und ist wenig anfällig gegenüber Temperaturschwankungen (unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten Sensorgehäuse/verbaute Elektronik im Sensor).

Dies erlaubt es der Firma HydroVision, ihren Kunden 3 Jahre Garantie auf alle Sensoren zu gewähren.

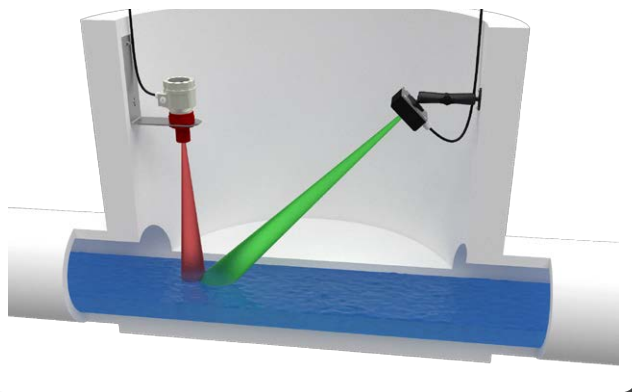


Durchflussmessung im Abwasser

Radar-Dopplerverfahren

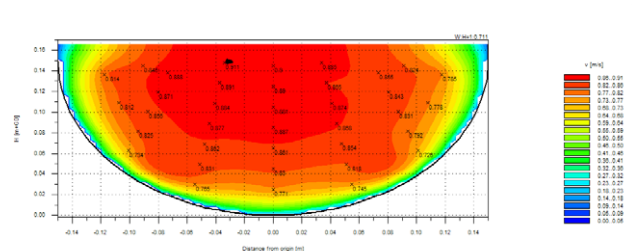
Die Geschwindigkeitsmessung nach dem Doppler-Effekt lässt sich auch mittels Radar (elektromagnetische Wellen) durchführen, wobei hier die Geschwindigkeit sich bewegender Strukturen an der Wasseroberfläche gemessen wird.

Erfasst wird dabei eine Fläche, deren Größe von der veränderlichen Entfernung (schwankender Wasserstand) und dem Neigungswinkel des Sensors zur reflektierenden Wasseroberfläche abhängt.



HydroVision hat einen Finite-Differenzen-Algorithmus entwickelt, der aus der gemessenen Fließgeschwindigkeit an der Wasseroberfläche die durchschnittliche Geschwindigkeit im gesamten Querschnitt berechnet.

Aufwendige Kalibriermessungen gehören der Vergangenheit an und das Messergebnis hat von Anfang an die gewünschte hohe Genauigkeit. Vorteilhaft ist das berührungslose Messen insbesondere bei Anwendungsfällen mit aggressiven Medien.





Q-Eye PSC portable
mobiles Puls-Doppler System





Bis zu 3 Sensoren

Q-Eye PSC MT
stationäres Puls-Doppler System





Montagezubehör
standardisierte Montagekits von Ø 0,1 bis 2 m



Q-Eye Radar MT
berührungsloses System mittels Radar





HydroVision GmbH

Gewerbestraße 46f
87600 Kaufbeuren
Deutschland

Tel. +49-8341-9662180
Fax +49-8341-9666030

info@hydrovision.de
www.hydrovision.de

vertreten durch:

