

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Hartung; Alexander; Borchardt, Christian; Althoff, Heiko
Datenübertragung mittels Messaging System und
Containertechnik

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:
Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische
Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/107071>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Hartung; Alexander; Borchardt, Christian; Althoff, Heiko (2020): Datenübertragung mittels Messaging System und Containertechnik. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Interdisziplinärer Wasserbau im digitalen Wandel. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 63. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 285-294.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Datenübertragung mittels Messa- ging System und Containertechnik

Alexander Hartung
Christian Borchardt
Heiko Althoff

Der Fluss Emscher befindet sich in einem hochurbanen Einzugsgebiet mit hohen Versiegelungsgraden. Aufgrund der rasant ablaufenden Hochwasserwellen gewinnt die Datenübermittlung der Gewässerpegel an Bedeutung. Zusammen mit der Fachabteilung Informationstechnologien wurde im Rahmen einer anstehenden Erneuerung Ende 2017 ein Messaging System auf der Basis von Apache Kafka kombiniert mit Docker konzipiert und aufgebaut. Diese Datenübertragung erfüllt die Anforderungen an einen performanten, verifizierten, protokollierten, redundanten und damit ausfallsicheren Transport. Vorgestellt werden die Implementierung des Systems, die Konfigurationswerkzeuge sowie die Erfahrungen aus dem operativen Betrieb.

Stichworte: Datenfernübertragung, Containertechnik, Messaging System, Protokollierung

1 Anforderungen an die Datenfernübertragung in einem hochurbanen Einzugsgebiet

Zunächst wird ein kurzer Abriss über die Datenübertragung bei Emschergenossenschaft und Lippeverband (EGLV) der vergangenen 15 Jahre und die Entwicklung zum bestehenden System gegeben. Anschließend werden die Schwächen der bisherigen Implementierungen aufgezeigt und die Prämissen für eine Neukonzeption aufgestellt.

1.1 Die Wege der Datenfernübertragung in den vergangenen 15 Jahren

Der Fluss Emscher befindet sich in einem hochurbanen Einzugsgebiet mit hohen Versiegelungsgraden. Aufgrund der rasant ablaufenden Hochwasserwellen, siehe *Johann Hartung (2016)*, gewinnt die schnelle und zuverlässige Datenübermittlung der Gewässerpegel an Bedeutung. Generell waren die Anforderungen an die Verfügbarkeit hydrometrischer Daten gerade im urba-

nen Umfeld schon immer vergleichsweise hoch, siehe *Grün (2014)*. Daher wurde seit 2005 die Datenfernübertragung der verbandseigenen Gewässerpegel und Niederschlagsstationen über zwei Abrufserver durchgeführt. Trotz einiger Nachteile waren diese Abrufserver seinerzeit eine am Markt verfügbare professionelle Lösung, die die vielen damals noch verwendeten Abrufprotokolle gleichzeitig beherrschte. Die Vielfalt der Datenlogger und damit auch der verwendeten Protokolle wurde in den folgenden Jahren in beiden Verbandsgebieten deutlich reduziert.

Die mehrfach verschobene Ablösung der beiden Abrufserver begann Anfang 2017 mit dem Erwerb einer Client-Server basierten Abruflösung. Wie schon bei dem Vorgängersystem konnte mit dieser Abruflösung neben dem gesamten Pegelmessnetz der Gewässer auch das Niederschlagsmessnetz abgerufen werden. Die Verwendung eines XML-Protokolls öffnete diese Abruflösung auch für Datenlogger anderer Hersteller. Neben dem Datenabruf diente die Client-Server Abruflösung auch zur Administrierung der Datenlogger desselben Herstellers, da in 2018 der sogenannte CSD-Dienst der Telekom ersatzlos entfiel und damit ein Remote Login per GSM auf den Stationen nicht mehr möglich war.

Die weitere Verarbeitung der hydrometrischen Daten nach dem Abruf erfolgte durch zeitgesteuerte Bash-Skripte und darin angestoßene FTP Datentransfers auf die im Haus eingesetzten Zielsysteme. Diese sind das hydrometrische Datenbankmanagementsystem Topodesk, das Vorhersagesystem DelftFEWS sowie unterschiedliche Web Serviceangebote, die die Intranet- und Internet-Darstellung der Pegeldata realisieren.

1.2 Bekannte Probleme

Die Verkettung von Skripten für FTP Transfers und anderen Verarbeitungsschritten war an vielen Stellen fehleranfällig. Es bestand immer das Risiko, dass sich die Prozesse aufgrund eines erhöhten Datenaufkommens und/oder Latenzen selbst überholen, was zu diversen Fehlern führte. Alle Abläufe mussten aufeinander abgestimmt sein und erforderten eine komplexe Überwachung sowie eine aufwendige Wartung. Zusätzlich gab es für sendende Systeme in der Kette keine Bestätigung, dass der Empfänger die Daten angenommen oder gar validiert hätte. Lediglich die Datenlogger pufferten die Daten für den Fall, dass Elemente der nachfolgenden Transportkette nicht verfügbar waren. Schließlich war auch der personelle Support für die gesamte Transportkette schwierig bereit zu stellen, eine alles abdeckende Vertretung war nicht möglich.

Diese Nachteile der vollständigen Transportkette der Daten vom Datenlogger bis zur Zielanwendung waren seit vielen Jahren bekannt. Daher wurde Ende 2017 von der wasserwirtschaftlichen Fachabteilung zusammen mit der Fachabteilung Informationstechnologien (IT) überlegt, wie der gesamte Prozess verbessert werden kann.

Neben dem bisher genannten kamen folgende Aspekte noch hinzu: Erstens stieg die Bedeutung der hydrometrischen Daten für die Hochwasservorhersage und viele andere wasserwirtschaftliche Aufgaben. Darunter waren auch zeitkritische Prozesse wie die Überwachung von Baustellen an Gewässern. Diese Erkenntnis war im Laufe der vergangenen 10 Jahre auf breiter Front innerhalb von EGLV verankert worden.

Zweitens wurde durch die ansteigende Anzahl der Starkregenereignisse der vergangenen Jahre und die damit verbundene Aufmerksamkeit auch die zuverlässige Verfügbarkeit hydrometrischer Daten immer wichtiger.

Drittens stieg aufgrund der Fehleranfälligkeit der bisherigen Transportkette auch die Arbeitsbelastung sowie die Anforderungen an die IT-Abteilung bis hin zu einem IT-Bereitschaftsdienst.

1.3 Prämissen der Neukonzeption

Alles in allem waren das viele gute Gründe, um die bestehende Transportkette grundlegend zu überdenken. Dabei wurden aus Sicht der IT- und der wasserwirtschaftlichen Fachabteilung folgende Prämissen zur Verbesserung des aktuellen Prozesses aufgestellt hinsichtlich:

- < Annahme
- < Erkennen
- < Vorhalten und
- < Verteilen

der hydrometrischen Daten.

Die eingehenden hydrometrischen Daten müssen angenommen, transportiert und anschließend weiteren IT-Systemen zur Verfügung gestellt werden. Dieser Prozess hat performant, für die Anwender transparent und robust zu erfolgen. Die anzubindenden Systeme sind das hydrometrische Datenbankmanagementsystem, die Hochwasservorhersage und die Web-Serviceangebote beider Verbände.

Die Administration benötigt geeignete Werkzeuge, mit denen der Status des Gesamtsystems jederzeit eingesehen werden kann. Im Falle einer Störung müssen die Stakeholder vom System aktiv informiert werden.

Die Konfiguration der Datenübermittlung muss bis auf die Ebene einzelner Geber an den jeweiligen Stationen möglich sein. Durch eine Benutzeroberfläche soll diese Konfiguration für den wasserwirtschaftlichen Fachanwender erkennbar und die Konfiguration unter Beachtung eines Berechtigungskonzepts selbst editierbar sein. Schließlich müssen die Übertragungszustände der Stationen für ebenjenen Fachanwender in einer Benutzeroberfläche gut erkennbar sein, um auf Störfälle schnell reagieren zu können.

2 Umsetzung der Anforderungen

Alle skriptbasierten Verteilungsprozesse für die hydrometrischen Daten wurden durch ein redundant ausgelegtes standardisiertes Messaging System (Apache Kafka) ersetzt. Dieser sog. Message Gateway wird mit der in der IT etablierten Docker-Technologie auf drei virtuellen Servern in entsprechenden Containern aufgesetzt. Der Dienst wird im Verbund verteilt über die Systeme angeboten, wobei ein gemeinsamer Datenbestand über ein Netzlaufwerk angebunden ist.

Die drei Systeme stellen ausschließlich den Kafka-Dienst zur Verfügung, um von anderen Prozessen unbeeinflusst die Daten zu verarbeiten. Das verhindert etwaige Latenzen und sichert die hocheffiziente, Stream-orientierte Delegation der Daten. Die Anbindung der Daten-konsumierenden Systeme erfolgt durch Implementierungen in Apache Camel, einer Routingsoftware. Insgesamt handelt es sich um ein bewährtes und in der IT etabliertes Architekturmuster und Konzept für die vorliegende Problemstellung.

2.1 Bestandteile der IT-Fachlösung

Apache Kafka ist derzeit ein effizienter und stabiler Message Broker und zudem ein OpenSource-Produkt (Apache 2.0 Lizenz).

Eingehende Nachrichten werden entweder innerhalb eines Zeitfensters gesammelt und zusammengefasst, oder es wird eine definierte Anzahl von Nachrichten abgewartet. Dieser Mechanismus wird als Batch-Verfahren bezeichnet. Eine weitere Optimierung des Datenflusses wird durch das integrierte Kompressionsverfahren erreicht, welches die zwischen den einzelnen Systemen im Verbund und der Datenbank zu übermittelnden Daten zusätzlich wesentlich reduziert.

Nachrichten werden in sog. Topics organisiert. Alle Daten im Topic werden so lange vorgehalten, wie es das Regelwerk vorgibt (z. B. die Datenmenge oder das Datenalter als Limit).

Jeder Consumer (Web-Services, Topodesk, Delft-Fews) greift über einen Offset-Pointer auf die Daten zu. Dies funktioniert folgendermaßen, zunächst wird der Speicherort jeder einzelnen Nachricht innerhalb eines Topics eindeutig über die sog. Offset ID identifiziert. Der Pointer des Consumers definiert den aktuellen Lesezeitpunkt. Wurden die Daten korrekt gelesen und verarbeitet, wird die entsprechende Nachricht bestätigt und das nächste Offset gelesen. Grundsätzlich können mehrere Consumer gleichzeitig auf die Inhalte eines Topics zugreifen, d.h. Daten, die in mehreren Anwendungen über unterschiedliche Anfragen verwendet werden, können von jeder Anwendung zu dem Zeitpunkt abgerufen werden, zu dem sie benötigt werden.

Die Versendung der Messdaten vom Datenlogger erfolgt über das Internet mit dem Standard http Protokoll. Das Versandziel ist ein Loadbalancer in der DMZ (demilitarized zone) unseres Providers, der die eingehenden Daten auf zwei Proxy-Webserver verteilt. Diese leiten die Eingangsdaten innerhalb der Request-Verarbeitung (Abarbeitungslogik auf der Serverseite, die ausgeführt wird, bevor der anfragende Client eine Rückmeldung erhält) direkt an den Kafka-Cluster und bestätigen den Datenloggern nur im Erfolgsfall die Übertragung. Im Fehlerfall wird ein http Fehlercode zurückgegeben, der die Datenlogger dazu veranlasst, die Daten zu puffern und eine erneute Übertragung zu starten.

Der Message Broker wird im Cluster über drei virtuelle Maschinen verteilt betrieben (siehe Abbildung 1:). Das Cluster Management erfolgt dabei über Apache Zookeeper je System im Verbund.

Alle zusätzlichen Funktionen werden nicht auf den Kafka-Servern bereitgestellt sondern erhalten entkoppelte Systemressourcen. So wird eine hohe Performance des Kafka-Dienstes sichergestellt.

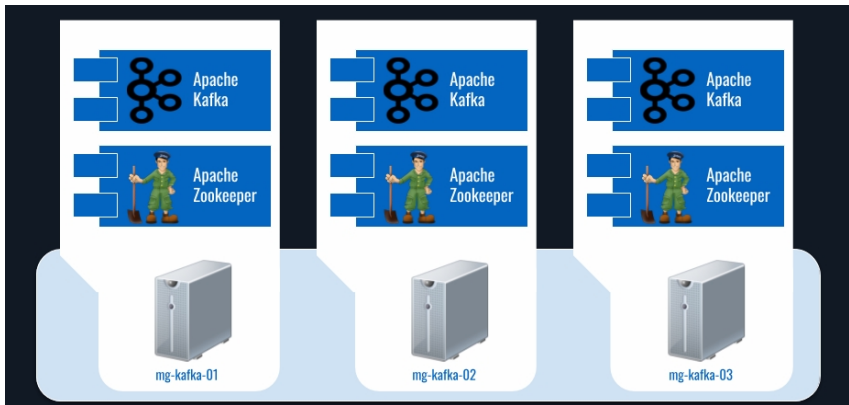


Abbildung 1: Das Cluster Management des Apache Zookeeper

Die dauerhafte Speicherung der Daten stellt eine PostgreSQL-Datenbank sicher. Diese wird als separater Docker-Container mit ebenfalls drei virtuellen Systemen bereitgestellt. Die Datenbankdateien liegen dabei auf ebenfalls auf einem Netzlaufwerk, das an allen Maschinen verfügbar ist.

Docker-Container kapseln alle Abhängigkeiten eines Software-Produkts inkl. Betriebssystem-Kernel in eine Deployment-Unit, also ein Datenpaket, das konsistent und isoliert bereitgestellt werden kann. Zur Laufzeit sind alle Container-Dienste über das von Docker bereitgestellte virtuelle Netzwerk miteinander verbunden.

Jeder Container, der Daten mit der Infrastruktur austauschen muss, erhält beim Start ein entsprechendes Volume (logisches Laufwerk / virtuelle Festplatte), sodass keine veränderlichen Daten innerhalb der Container gehalten werden (Immutable Container).

Docker Swarm fügt die Cluster-Funktionalität für die Docker Container hinzu. Die Konfiguration gibt vor, welche Container in welcher Anzahl verfügbar sein müssen. Fällt ein Cluster-Node aus oder tritt aus einem anderen Grund ein Fehler innerhalb eines Containers auf, startet Swarm diesen einfach auf einem anderen Knoten des Clusterverbundes neu. Um den Status des eigenen Systems, der Netzwerkverbindung und den Status der anderen Knoten besser zu interpretieren, wird eine ungerade Anzahl an Systemknoten empfohlen.

2.2 Administration für die wasserwirtschaftliche Fachabteilung

Zur Administration der bereitgestellten Dienste wurden mehrere browserbasierte Masken (siehe Abbildung 2:) entwickelt, mit denen die einzelnen Geber (Wasserstand, Fließgeschwindigkeit, Niederschlagshöhe, Lufttemperatur, Luftfeuchte ...) einer Pegel- oder Niederschlagsstation in den Datentransport integriert werden können (siehe Abbildung 3:). Diese geberspezifische Administration ist zwar aufwendig aber auch notwendig, um die spezifischen Anforderungen an einer Station (Redundanz, Alarmmeldungen, Einbindung in übergeordnete Steuerungssysteme) zu erfüllen.

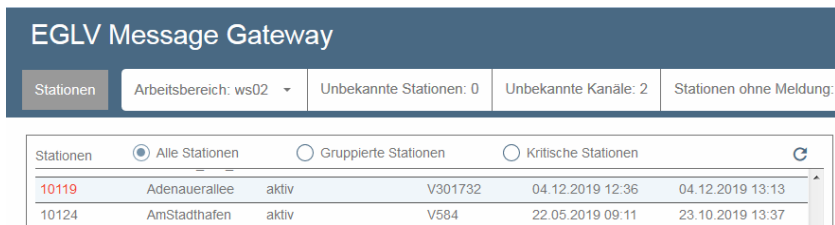


Abbildung 2: Stationsübersicht im Message Gateway

Kanäle Datenpakete

Adenauerallee

Kanal-ID	Kanalname	Kanalstatus	Einheit	Zielsystem	Änderungsdatum
<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	Wasserstand Radar	aktiv	cm	Timeseries, Topodesk, Pege...	04.12.2019 13:14
11	Wasserstand CBS	aktiv	cm	Timeseries, Topodesk, Pege...	05.12.2019 06:02
810	GSM_Signalstaerke	aktiv	dB	Timeseries, Topodesk, Pege...	04.12.2019 13:14
99	Betriebsspannung	aktiv	V	Timeseries, Topodesk, Pege...	04.12.2019 13:16

Abbildung 3: Geberübersicht einer Station im Message Gateway

Weiterhin werden in den grafischen Oberflächen der Status des Systems sowie Fehlermeldungen einfach visualisiert, mit der Möglichkeit, Details sowie Ursachen von Abbrüchen oder fehlerhaften Übertragungen zu recherchieren.

Als unterschiedliche Typen hydrometrischer Stationen sind bisher Gewässerpegelstationen, Niederschlagsstationen sowie kombinierte Niederschlags- / Klimastationen eingebunden worden. Eine Erweiterung des Systems ist denkbar und möglich.

3 Erfahrungen aus dem operativen Betrieb und Aspekte der Weiterentwicklung

Die Entwicklung des Systems begann im vierten Quartal 2018, wobei direkt von Beginn an ein lauffähiger Prototyp den Datentransport von rund 30 ausgewählten Stationen im Feld sowie einer „Büroteststation“ durchgeführt hat. Mit dieser agilen Vorgehensweise konnten schon während der Entwicklung wertvolle Erfahrungen gesammelt werden.

3.1 Erfahrungen aus der Entwicklung des Systems

Eine wertvolle Erkenntnis aus der Entwicklungsphase des Systems ist die regelmäßige Überwachung der Datenvolumina auf Mobilfunkkarten, insbesondere wenn Fehlermeldungen durch ausbleibende Daten transportiert werden. Dieser „zusätzliche“ Datentransport übersteigt bei veralteten Vertragskonditionen schnell die vereinbarten Datenvolumina und verursacht dann erhebliche Mehrkosten. In der Folge wurde ein Monitoring auch für die Mobilfunkverträge der hydrometrischen Stationen aufgesetzt und alle Verträge aktualisiert. Weiterhin wurde das Monitoring der Fehlermeldungen aktiver gestaltet, um zukünftig schneller handeln zu können.

3.2 Erfahrungen aus dem Betrieb des Systems

Anfang des Jahres 2019 wurde ein Testbetrieb mit rund 40 Stationen aufgenommen. Im zweiten Quartal 2019 waren dann alle Entwicklungen und Vorbereitungen soweit abgeschlossen, dass zum 01. Mai 2019 rund 80 Pegelstationen sowie 40 Niederschlagstationen eingebunden wurden. Damit startete der reguläre Betrieb des Message-Gateways.

In der Folgezeit bis zum Jahresende 2019 kam es dann zu vier kleineren Ausfällen von wenigen Stunden bis zu einem gesamten Wochenende. Die Ursachen hierfür bestanden immer im Ausfall wichtiger Bestandteile im Umfeld des Message-Gateways. So fanden Ausfälle bei den Consumern, in der Netzwerktechnik des Serverhousing und ein Ausfall der Server statt. Bei den Consumern ließen sich die Ausfälle auf nicht aufgefallene Inkompatibilitäten der älteren Betriebssysteme inkl. ihrer Softwarebestände zurückführen. Sowohl der Kafka-Cluster, als auch der Docker-Swarm-Cluster zeigten bisher keine Ausfälle.

Im Ergebnis ermöglicht das Message-Gateway trotz der Ausfälle einen robusten und zuverlässigen Betrieb. In der Mehrzahl der Ausfälle wurden die Daten im Anschluss automatisch nachgeliefert und die bestehenden Lücken wieder aufgefüllt. Die robuste Pufferfunktion des Gesamtsystems Datenlogger und Datenübertragung hat sich bewährt.

3.3 Ausblick auf die weitere Entwicklung

Während der Vorbereitungen zu diesem Artikel ist die Weiterentwicklung des Message-Gateways beschlossen worden: Zur Überführung in den operativen Betrieb wird eine Testumgebung geschaffen, damit Weiterentwicklungen und Tests nicht das Produktivsystem beeinflussen. Weiterhin sind Vereinfachungen in der Administration und Bedienung des Systems angedacht, zum Beispiel die Sammelquittierung von Fehlermeldungen einer oder mehrerer Stationen. Schließlich wird das Monitoring dahingehend erweitert werden, dass nicht nur die vorhandenen Prozesse, sondern auch der Output der Prozesse sowie die Proxy-Webserver zukünftig mit überwacht werden.

Insgesamt bestätigen aber die bis hierhin gesammelten Erfahrungen die in das System gesetzten Erwartungen. Eine nachweisbare Vereinfachung und Effizienzsteigerung der Prozesse wurde erzielt. Die enge Zusammenarbeit der Abteilungen hat wesentlich dazu beigetragen.

4 Literatur

- Johann, G.; Hartung, A. (2016): How to manage flood forecasting in a catchment with high flood risk - experiences from the Emscher. In: FLOODrisk 2016. 3rd European Conference on Flood Risk Management. Innovation, Implementation, Integration. 18.-20.10.2016, Lyon
- Grün, E.; Johann, G.; Pfister, A. (2014): Hochwassersicherheit im urbanen Raum. Schriftenreihe zur Essener Tagung 19.-21.03.2014, Gewässerschutz – Wasser – Abwasser, ISBN 978-3-938996-40-9, S. 34.1-15, Aachen, 2014

Autoren:

Dr. Alexander Hartung

Christian Borchardt

Emschergenossenschaft
Gruppe Pegelwesen & Abfluss
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen

Emschergenossenschaft
Gruppe Servicemanagement
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen

Tel.: +49 201 104 2673
Fax: +49 201 104 3149
E-Mail: hartung.alexander@eglv.de

Tel.: +49 201 104 2937
Fax: +49 201 104 3544
E-Mail: borchartd.christian@eglv.de

Heiko Althoff

Emschergenossenschaft
Abteilung Informationstechnologie
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen

Tel.: +49 201 104 2224
Fax: +49 201 104 771 2224
E-Mail: althoff.heiko@eglv.de