

Luftmessdaten

Komponenten und Dienste für die Verarbeitung und Präsentation von Messdaten am Beispiel des Webauftritts Luft

Thorsten Schlachter; Eric Braun; Christian Schmitt
Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Automation und angewandte Informatik
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Wolfgang Schillinger; Christiane Lutz-Holzhauer; Dominik Nadberezny
Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe

Hannes Müller
Gesellschaft für Angewandte Hydrologie und Kartographie mbH
Rehlingstr. 9
79100 Freiburg im Breisgau

Dominik Grodt; Lars Koch
xdot GmbH A CONVOTIS Company
Feldstiege 78
48161 Münster

Kapitelübersicht

1. Einleitung	93
2. Ausgangssituation und Anforderungen	94
3. Gesamtarchitektur und Datenfluss	95
3.1 Sensoren.....	95
3.2 Primäre Datensysteme	96
3.3 Data Ingestion.....	97
3.4 Microservices, Generic Microservice Backend (GMB).....	98
3.5 Anwendungen und Visualisierung	99
4. Der neue Webauftritt Luft	100
5. Fazit und Ausblick	103
6. Literatur	103

1. Einleitung

Das Schlagwort „Digitalisierung“ wird häufig im Kontext von Industrie 4.0 oder dem Internet of Things (IoT) genannt. Es geht dabei unter anderem darum, große Datenmengen automatisiert zu erheben, dann z. B. mittels Big-Data-Infrastrukturen zu analysieren, Ergebnisse zu aggregieren und intelligent zu präsentieren, letztlich um mit deren Hilfe kluge Entscheidungen treffen zu können. Ein Beispiel hierfür sind Mess- und Prognosedaten aus den Bereichen Luftqualität und Wetter, die, entsprechend interpretiert, beispielsweise zum Ausrufen eines Feinstaubalarms im belasteten Stuttgarter Stadtgebiet führen können.

Weiterhin haben Bürger nach den verschiedenen Umweltinformationsgesetzen (EU, Bund, Länder) ein Recht auf Informationen zum Zustand ihrer Umwelt, d. h. Behörden sind verpflichtet, die Bürger aktiv zu informieren. Dieser Pflicht kommen die Behörden bereits seit längerer Zeit nach, jedoch bedürfen auch erprobte Systeme der regelmäßigen Modernisierung, z. B. um veränderten Anforderungen und Erwartungen der Benutzer Rechnung zu tragen. In den letzten Jahren betrafen diese Anforderungen insbesondere die Präsentation von Daten auf mobilen Endgeräten wie Smartphones und Tablet-Computern unter Ausnutzung von deren technischen Möglichkeiten. Die veränderten Anforderungen spiegeln sich jedoch nicht nur in den für die Anwender relevanten Teilen der Software, z. B. Nutzeroberflächen, sondern auch in der Gesamtarchitektur von Anwendungen wider, bei denen es z. B. um Modularisierung und Wiederverwendung von Daten und Diensten geht.

Das Zeitalter der „Digitalisierung“ beginnt also nicht erst heute, es bedeutet in vielen Fällen einfach auch die Aktualisierung bestehender digitaler Prozesse. In diesem Sinne sollte auch der „Webauftritt Luft“ der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) modernisiert werden. Hier war und ist eine ganze Kette von Prozessen involviert, um Beobachtungen bzw. Messungen zu den Nutzern zu bringen, vom Betrieb von Messgeräten und -einrichtungen zur Aufzeichnung von Messdaten, über verschiedene Bearbeitungs- und Qualitätssicherungsschritte bis hin zur Bereitstellung und Darstellung der Daten. Eine breite Palette von Anforderungen und unterschiedlichen Gesichtspunkten müssen dabei berücksichtigt werden, z. B.

- existieren verschiedene Zielgruppen mit besonderen Anforderungen an die Daten, z. B. Verständlichkeit, Vollständigkeit, Verfügbarkeit in bestimmten technischen Formaten, Datenaktualität, Zugriff auf Rohdaten, Kostenfreiheit, Stabilität, Geschwindigkeit usw.,
- haben Betreiber von Messnetzwerken ein Interesse an der Reduzierung von Kosten, z. B. Automatisierung von Prozessen, Nutzung skalierbarer Infrastrukturen, Vereinheitlichung von Laufzeitinfrastrukturen im Betrieb, Monitoring etc.,
- haben Datenanbieter und Nutzer ein Interesse daran, dass Qualität und Provenienz verarbeiteter Daten sichergestellt sind.

Die Ziele sowohl der Digitalisierung als auch die konkreten Anforderungen verschiedener Parteien und Interessengruppen müssen also berücksichtigt werden. In diesem Bericht möchten wir uns auf technische Aspekte und den Entwurf einer Gesamtarchitektur konzentrieren, in dem Bewusstsein, dass auch rechtliche und organisatorische Aspekte berücksichtigt und geklärt werden müssen. Die vorgestellte Architektur soll den gesamten Prozess von der

Erfassung der Messdaten über die Verarbeitung und Bereitstellung von Daten bis hin zur Visualisierung abdecken. Eine Kernanforderung für diese Architektur ist, dass sie auch für andere Anwendungsbereiche anwendbar sein muss. Alle Komponenten müssen daher generisch gestaltet sein.

Die Tragfähigkeit der Architektur soll anhand einer konkreten Anwendung, der Sammlung, Verarbeitung und Darstellung von Luftmessdaten für den „Webauftritt Luft“ der LUBW demonstriert werden.

2. Ausgangssituation und Anforderungen

Die LUBW sammelt, erzeugt und verbreitet offizielle Umweltinformationen für Baden-Württemberg. In diesem Zusammenhang spielt die Überwachung der Luftverschmutzung eine wichtige Rolle und die LUBW betreibt ein Netzwerk von Messstationen, die die Meteorologie und verschiedene Luftschadstoffe in mindestens stündlicher Auflösung erheben. Die LUBW informiert unter anderem Politik und Öffentlichkeit bei Überschreitungen von Schadstoffgrenzwerten. Die Daten dienen beispielsweise als Grundlage für Entscheidungsprozesse im Umweltministerium und im Bereich der öffentlichen Gesundheit. Im Gegensatz zu vielen Crowdsourcing-Daten konzentriert sich die LUBW insbesondere auf Datenqualität, Konsistenz und Verfügbarkeit.

Atmosphärenmessungen werden auf der LUBW-Website in einer Vielzahl von Grafiken und Tabellen dargestellt. Die Datenvisualisierung reicht von laufenden Messungen bis hin zu zusammengefassten Jahresstatistiken. Die Umsetzung der Darstellungen auf der Website basierte zu Beginn des Projektes nicht mehr auf aktuellen Webtechnologien. Grafiken und Tabellen wurden als statische Bilder ohne Interaktivität angezeigt. Sie wurden über XSLT-Prozessoren generiert und in vordefinierte HTML-Schablonen eingefügt.

Der Workflow basierte auf einer individuellen, geschlossenen Datenverbindung und bot keine Web-Services, die von anderen Plattformen genutzt werden konnten. Resultierende Beschränkungen des Systems waren:

- der Datenvisualisierungsworkflow kann nicht auf andere Plattformen übertragen werden,
- Datenvisualisierungen sind statisch, nicht interaktiv und nicht barrierefrei,
- Webseiten sind nicht für mobile Geräte optimiert,
- die Wartung von Webseiten wird durch stark individualisierte Datenintegrationsprozesse behindert.

Um diese Einschränkungen zu überwinden, war eine vollständige Neugestaltung des Datenflusses sowie eine Neukonzeption der Datenvisualisierung einschließlich des Webseitengenerierungs-Frameworks erforderlich. Dieser Rahmen sollte Folgendes beinhalten:

- einen hohen Automatisierungsgrad von der Datenaufnahme bis zu den Visualisierungsprozessen,

- Übertragbarkeit von Diensten und Komponenten auf andere Umweltdatensätze, z. B. hydrologische Messungen,
- Überwachungs- und Bug-Tracking-Funktionalitäten,
- Skalierbarkeit von Datendiensten zur Vermeidung von Performance-Abstürzen bei hohen Benutzerzahlen,
- erhöhte Datenverfügbarkeit ähnlich Open Government Data einschließlich REST-Diensten und standardisierten Datenformaten,
- Push-Nachrichten für Schadstoffwarnungen auf der Website und mobilen Apps.

3. Gesamtarchitektur und Datenfluss

Die Gesamtarchitektur besteht aus mehreren aufeinander folgenden (kommunizierenden) Phasen, einer eher horizontalen Struktur mit zeitlichen Abfolgen.

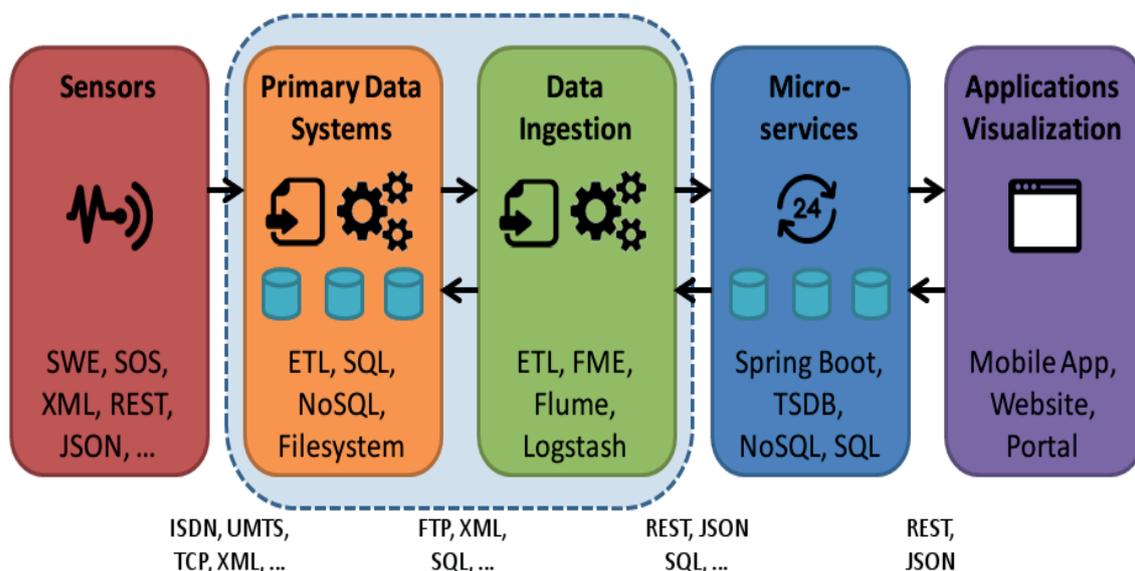


Abbildung 1: Gesamtarchitektur für die Verarbeitung von Messdaten, wesentliche Technologien und Schnittstellen

3.1 Sensoren

Die auf der linken Seite von Abb. 1 dargestellten Sensoren („Sensors“, Messgeräte) erzeugen die ursprünglichen (gemessenen) Daten. Es gibt eine breite Palette unterschiedlicher Sensoren und Schnittstellen, um Sensordaten in die Messsysteme zu übernehmen. Gründe dafür sind unterschiedliche Hersteller, Messmethoden, Übertragungsverfahren, Protokolle, Prozesse usw.

Für bestehende Messsysteme wurden Schnittstellen, Protokolle, Prozessierungsschritte sowie die empfangenden Datenbanksysteme in der Vergangenheit mit erheblichem Aufwand implementiert. Änderungen an ihnen sowie an abhängigen Anwendungen sind möglicherweise unwirtschaftlich und zunächst unerwünscht, was in der Architektur zu berücksichtigen ist.

Neuere Sensoren stellen ihre Daten häufig bereits über standardisierte Schnittstellen bereit, auf die aus dem Internet zugegriffen werden kann, z. B. über REST oder Web-Services (Sensor Web Enablement, Sensor Observation Service). In den meisten Fällen ist jedoch ein direkter Zugriff auf Sensoren aus Anwendungen heraus nicht möglich oder sinnvoll, z. B. wegen begrenzter Übertragungsbandbreiten (oft unter Verwendung von GPRS, UMTS oder ISDN) oder aus organisatorischen, rechtlichen und Sicherheitsgründen. Dies bedeutet, dass Sensor- und Messdaten zunächst an ein oder mehrere zentrale Datenspeichersysteme (primäre Datensysteme) übertragen werden. Andere Messdaten werden halbautomatisiert oder sogar manuell aufgezeichnet, z. B. für gravimetrische Messungen von Feinstaub (PM10) in Laboratorien. Solche Workflows werden durch entsprechende Fachanwendungen mit interaktiven Benutzeroberflächen unterstützt.

Bei der Übertragung von Messdaten von dem Sensor oder Messsystem zu den primären Datensystemen muss eine Anzahl von möglichen Problemen gelöst werden, z. B. die Handhabung möglicher Datenlücken im Falle einer gestörten Übertragung, die Umwandlung verschiedener technischer Formate, die Umwandlung von Einheiten, die Mischung von Online- und Offline-Prozeduren usw. Die meisten von ihnen erfordern eine geeignete Logik, z. B. an den Schnittstellen zu den primären Datensystemen. Die lokal verteilten Messdaten werden auf verschiedenen Wegen gesammelt und auf zentralen Plattformen gespeichert: „Primäre Datensysteme“ (oder „Primäre Datenbanken“).

3.2 Primäre Datensysteme

Primäre Datensysteme („Primary Data Systems“) dienen hauptsächlich dem Zweck, dass Messwerte gesammelt, in einer oder mehreren Datenbanken persistiert, daraus abgerufen und weiterverarbeitet werden können. Sie können selbst eine komplexe Struktur aufweisen und eine ganze Reihe von Verarbeitungsschritten umfassen, z. B. Konvertierung von Datenformaten, Daten(vor)verarbeitung, Mechanismen zur Plausibilitätskontrolle bzw. zur Qualitätssicherung, Aggregation von Messwerten etc.

Die Aufzeichnung von Luftmessdaten in der LUBW hat eine mehrere Jahrzehnte lange Geschichte. Viele Komponenten sind im Laufe der Zeit, manchmal sehr heterogen, gewachsen und das Gesamtsystem weist eine hohe Komplexität auf. Messsysteme werden vor allem wegen ihrer erheblichen Kosten über längere Zeiträume gebaut und betrieben. Die IKT-Systeme zur Aufzeichnung und Bereitstellung von Messdaten wurden ebenfalls im Laufe der Zeit weiterentwickelt, jedoch war die Kompatibilität mit bestehenden Mess- und Sensorsystemen immer eine wesentliche Voraussetzung. Dies hatte zur Folge, dass Messsysteme einerseits nicht von den jeweils neuesten Technologien profitieren, andererseits bestehende Systeme nicht einfach durch modernere ersetzt werden können.

Bei der LUBW ist das MEROS-System („Messreihen-Operationssystem Umwelt“) ein primäres Datensystem dieser Art. Es bündelt Zeitreihendaten aus den Bereichen Luftqualität, Kernreaktorfernüberwachung und Hochwasser. MEROS ist seit 1989 in Betrieb. Viele (spezialisierte) Anwendungen sind darauf angewiesen und bieten ihrerseits Möglichkeiten zur Nutzung und

Weiterverarbeitung von Daten. Dies erschwert architektonische Änderungen, da ggf. auch abhängige Anwendungen angepasst werden müssen.

Da MEROS und viele andere primäre Datensysteme die Anforderungen heutiger, service-orientierter Systeme nicht erfüllen, werden zusätzliche Dienste benötigt, die als Grundlage für eine Vielzahl moderner Anwendungen dienen können. Diese Dienste sind Teil der vierten Phase "Microservices". Die dritte Phase („Datenaufnahme“ oder „Data Ingestion“) ist verantwortlich für die Übertragung von Daten aus den primären Datensystemen zu diesen Diensten.

3.3 Data Ingestion

Definitionen für „Data Ingestion“ („Datenaufnahme“) reichen von „Daten für den sofortigen Gebrauch oder die Speicherung in einer Datenbank beziehen und importieren“ bis hin zu „Daten erfassen und an einen Ort legen, auf den zugegriffen werden kann“. Hier betrachten wir die Datenaufnahme als den Prozess des Sammelns und Vorverarbeitens von Daten, bis sie für Anwendungen bereitgestellt werden, die entsprechende Dienste verwenden. Es kann gut sein, dass diese Daten bereits in weiteren Systemen, z. B. den oben besprochenen „primären Datensystemen“, vorhanden sind und dort ebenfalls verarbeitet und persistiert wurden.

In der vorgestellten Architektur ist die Datenaufnahme der „Klebstoff“ zwischen Sensoren bzw. primären Datensystemen einerseits und den Microservices andererseits, z. B. Dienste für Stammdaten, Zeitreihen, Geodaten, Metadaten etc. Darüber hinaus können sie eine ganze Reihe weiterer Aufgaben übernehmen, die teilweise noch in den primären Datensystemen implementiert sind. Daher werden die beiden Phasen der primären Datensysteme und Datenaufnahme mittel- bis langfristig zusammengeführt werden.

Eines der Hauptziele der Datenaufnahmephase besteht darin, die Datenverwalter bei ihrer Arbeit zu unterstützen und sie insbesondere bei Standardaufgaben zu entlasten. Grafisch unterstützte Methoden zur Erstellung und Konfiguration von Datenflüssen sowie zur Anbindung von Verarbeitungsschritten können dabei helfen. Dies untersucht u. a. die Studie /1/. Darüber hinaus gibt es viele Anforderungen an Tools, die im Datenaufnahmeprozess verwendet werden. Sie müssen einen korrekten Datenfluss sicherstellen, z. B. Aufzeichnung und Konvertierung von Rohdaten, Datentransformationen, Harmonisierung heterogener Datenformate und Datentypen, Plausibilitätsprüfungen und Qualitätssicherung, Konsistenz von Datensätzen, Überwachung und Fehlerbehandlung oder Aktualisierung persistenter Daten. Weitere Anforderungen und Einschränkungen, z. B. Leistung, Skalierbarkeit, Transaktionen oder dass Daten genau einmal verarbeitet werden, müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Sie sind in /2/ gut beschrieben.

Der Markt bietet eine große Auswahl an leistungsfähigen Werkzeugen, um eine konfigurationsbasierte Datenaufnahmephase zu implementieren. Je nach Anwendungsfall können mehrere Werkzeuge parallel verwendet werden. Neben einer Zeitsteuerung bieten die meisten Tools einen ereignisbasierten Datenfluss sowie eine große Auswahl an gebrauchsfertigen Konvertierungs-, Filterungs- und weiteren Verarbeitungsschritten.

Bei der Verarbeitung von Messdaten wird der Datenfluss unidirektional von den Sensoren zu den konsumierenden Anwendungen verwendet. Jedoch können sich Messreihen mit der Zeit ändern, z. B. wenn die gemessenen Werte anschließend durch manuelle Eingriffe innerhalb der Qualitätssicherungsprozesse korrigiert werden, oder wenn Daten mit zeitlicher Verzögerung ergänzt werden, z. B. im Falle von Übertragungsproblemen. Es muss daher sichergestellt sein, dass der Datenfluss auch für geänderte oder ergänzte Datensätze funktioniert und die Sichten auf die Daten zu jeder Zeit und in allen Phasen konsistent sind. Die Schnittstellen zwischen benachbarten Phasen müssen daher, abhängig von konkreten Anforderungen, ein Konsistenz- oder Kohärenzprotokoll implementieren.

Im Prinzip ist jedoch auch ein bidirektionaler Datenfluss möglich, z. B. wenn Anwendungen ihre eigenen Daten erzeugen, z. B. in Crowdsourcing-Anwendungen. Je nach Anwendungsfall werden anwendungsgenerierte Daten in den Microservices bzw. deren zugrundeliegenden Persistenzsystemen gespeichert oder sogar in die Primärdatenbanken zurückübertragen. Die Sicherung der Datenkonsistenz erfolgt derzeit mittels Zeitstempeln und speziellen Flags zur Markierung unvollständiger, unplausibler oder ungültiger Werte. Ein vollständiger systemweiter Rahmen zur Sicherstellung der Konsistenz wurde jedoch noch nicht implementiert.

Die Datenaufnahmephase für die Verarbeitung von Luftmessdaten für die LUBW verwendet Elastic Logstash, FME sowie einige individuell programmierte ETL-Prozesse /1/. Diese werden in der Cloud (Google Cloud Engine) betrieben.

Die primären Datenbanken und die Datenaufnahme haben zentrale Aufgaben gemeinsam. Dies wird langfristig dazu führen, dass beide Phasen in Zukunft zusammenwachsen, d. h. die Datenaufnahme wird direkt auf Sensoren zugreifen und ihre Daten, ggf. nach einer Verarbeitung, direkt in die Microservices schreiben. Technische Anwendungen würden dann nicht mehr mit den primären Datensystemen arbeiten, sondern direkt mit den Microservices kommunizieren.

3.4 Microservices, Generic Microservice Backend (GMB)

In der Datenaufnahmephase werden die Daten von den primären Datensystemen abgerufen und an eine Service-Infrastruktur übertragen. Für die effiziente Bereitstellung von Messdaten wird eine Reihe von spezialisierten Diensten benötigt, z. B. für Stammdaten und Zeitreihen. Um den Aufwand hierfür möglichst gering zu halten, ist es ein wesentliches Ziel, die gesamte Information mittels einer begrenzten Anzahl von generischen, wiederverwendbaren Diensten bereitzustellen (Abb. 2).

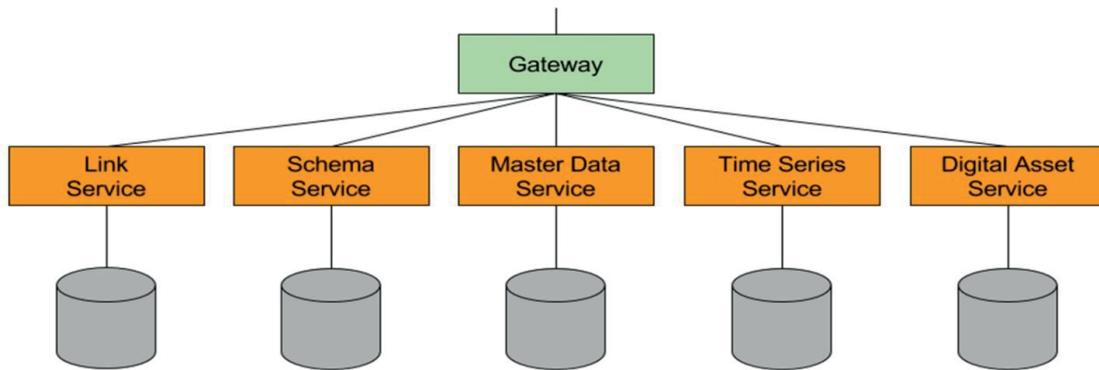


Abbildung 2: Die wichtigsten Datendienste des Generic Microservice Backend (GMB), insbesondere der Stammdaten- (Master Data Service) und der Zeitreihendienst (Time Series Service). Die Services befinden sich hinter einem Gateway, das neben Aufgaben wie Authentifizierung und Lastverteilung die eingehenden Anfragen an die entsprechenden Dienste weiterleitet.

Für die Anforderungen einer Reihe von Websites, Umweltportalen und mobilen Anwendungen wurden insgesamt acht generische Dienste identifiziert: Stammdatenservice, Schemadienst, Zeitreihendienst, (Medien und) Digital Asset Service, (Volltext-)Suchdienst, Geodatenservice, Metadaten-Service und Link-Service.

Diese 8 Kerndienste werden durch zwei zusätzliche Dienste ergänzt, die konsumierende Anwendungen unterstützen: Application Configuration Service und Data Discovery Service. Alle Dienste sind in /3/ und /4/ näher beschrieben. Die Dienste sollten möglichst unabhängig voneinander sein. Diese Anforderung entspricht dem Komponentenbegriff, der für Microservices verwendet wird /5/. Daher ist eine Implementierung auf Basis von Microservices naheliegend. In Laufzeitcontainern wie Docker /6/ verpackt, können Microservices ohne zusätzlichen Aufwand auf einer Vielzahl von Infrastrukturen wie dedizierten Servern, Clustern oder in der Cloud betrieben werden. Mit Runtime-Infrastrukturen wie Kubernetes /7/ sind betriebliche Aspekte wie (rollende) Updates, Monitoring, Skalierbarkeit und Lastverteilung nur eine Frage der Konfiguration. Alle Dienste verwenden geeignete Backend-Systeme, die insbesondere die Persistenz der Daten sicherstellen. Die GMB-Architektur abstrahiert von konkreten Backend-Systemen, so dass diese einfach ausgetauscht werden oder verschiedene Backend-Systeme parallel verwendet werden können. Services bieten ihre Funktionalität durch versionierte RESTful-Schnittstellen über Content-Negotiation an. Dies erleichtert die Entwicklung, Wartung und den Austausch einzelner Dienste. Die Architektur stellt eine Messaging-Infrastruktur (Kanäle) für die dienstübergreifende Kommunikation bereit. Alle Dienste sind auf Basis des Spring Boot-Frameworks /8/ implementiert.

3.5 Anwendungen und Visualisierung

Es existiert eine ganze Reihe unterschiedlicher Darstellungen für Messwerte und Zeitreihen, deren Präsentation in Form von Diagrammen und Tabellen liegt auf der Hand. Da jedoch gemessene Werte immer auch einen geografischen Bezug haben, können Darstellungen in Form von Karten, z. B. als Messstationen (Abb. 2) oder als Heatmaps, ebenfalls sinnvoll und übersichtlich sein.

Neben der Auswahl eines Standortes sind die Differenzierung nach Schadstoff („Komponente“) oder die Auswahl der zeitlichen Bezugs- oder Aggregationsebene Standardmerkmale. Beispielsweise müssen Diagramme auf die Auswahl eines Stoffes reagieren und die entsprechende Zeitreihe abrufen und anzeigen, die Auswahl einer anderen Messstation muss zu einem Datensatzwechsel, die Änderung der Zeitreferenz zur Anpassung von Skalen und zum Nachladen von Daten führen. Diagramme (und andere Darstellungsarten) und deren Zuordnung zu Datensätzen müssen daher möglichst stark parametrierbar sein. Die Parametrisierung muss während der Anzeige durchgeführt werden, z. B. interaktiv durch den Benutzer ausgelöst. Darüber hinaus besteht die Anforderung, einmal definierte Darstellungen wiederverwenden zu können, beispielsweise an verschiedenen Stellen innerhalb einer Website oder eines Portals.

Eine mögliche Antwort darauf ist das Flexvis-Framework /9/, das zur Visualisierung von Daten verwendet wird, z. B. als Diagramme, Karten oder Tabellen. Im Einzelnen bietet es die Möglichkeit, Datenquellen sowie Darstellungsarten zu beschreiben und anschließend konkrete Darstellungen („Instanzen“) als Kombination aus Datenquelle und Darstellungsart zu definieren. Sowohl die Definition der Datenquellen als auch Anzeigetypen können parametrisiert werden. Diese Parameter können über Voreinstellungen oder Ereignisse geändert werden. Die Auswahl eines bestimmten Schadstoffs mittels eines Knopfdruckes kann somit z. B. die Darstellung eines Diagramms oder einer Tabelle ändern. Flexvis bietet die Integration von beliebigen Anzeigetypen in Form von Webkomponenten oder JavaScript-Bibliotheken, beispielsweise die Frameworks Highcharts /10/ oder D3.js /11/.

Alle Bilder sind als Webkomponenten gekapselt /3/. Dies bedeutet eine weitgehende Unabhängigkeit des Anzeigetyps von der umgebenden (Web-)Anwendung und erleichtert die Verwendung von Präsentationen in verschiedenen CMS- und Portalsystemen, aber auch in hybriden mobilen Apps. Die Webkomponenten sind responsiv gestaltet, d. h., die Anzeigetypen lassen sich an die verfügbare Größe des Displays anpassen.

4. Der neue Webauftritt Luft

Der vollständig überarbeitete Webauftritt Luft ging am 1. Februar 2018 in den Produktivbetrieb über, vgl. <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/luft/messwerte-immissionswerte>. Er gliedert sich hauptsächlich in die Bereiche:

- Aktuelle Messwerte
- Grenzwertüberschreitungen
- Prognosen
- Feinstaub Stuttgart

Daneben gibt es eher statische Informationen, z. B. Übersichten der Messnetze oder statistische Daten (Jahreswerte).

„Aktuelle Messwerte“ bietet eine integrierte Ansicht, die eine Karte, Diagramme sowie Tabledarstellung beinhaltet (Abb. 3). Unterhalb der Auswahl des Luftschadstoffes (NO₂, O₃,

PM10 oder PM2,5) und der Auswahl einer bestimmten Messstation kann sich der Nutzer einen schnellen Überblick über die Situation im Land verschaffen. Per farbigem Icon wird die Belastung an jeder Station bezüglich des ausgewählten Luftschadstoffes entsprechend einer in der Legende dargestellten Klassifikation dargestellt. Ggf. wird auch über fehlende Messwerte informiert. Per Klick auf einen Tabulator kann auf die Diagramm- bzw. auf die Tabellendarstellung umgeschaltet werden. Die Auswahl einer Station, z. B. über die Auswahlliste oder Tabellendarstellung durch Klick auf das Icon in der Karte führt zur Anzeige des aktuellen Messwertes entsprechend des ausgewählten Schadstoffes.

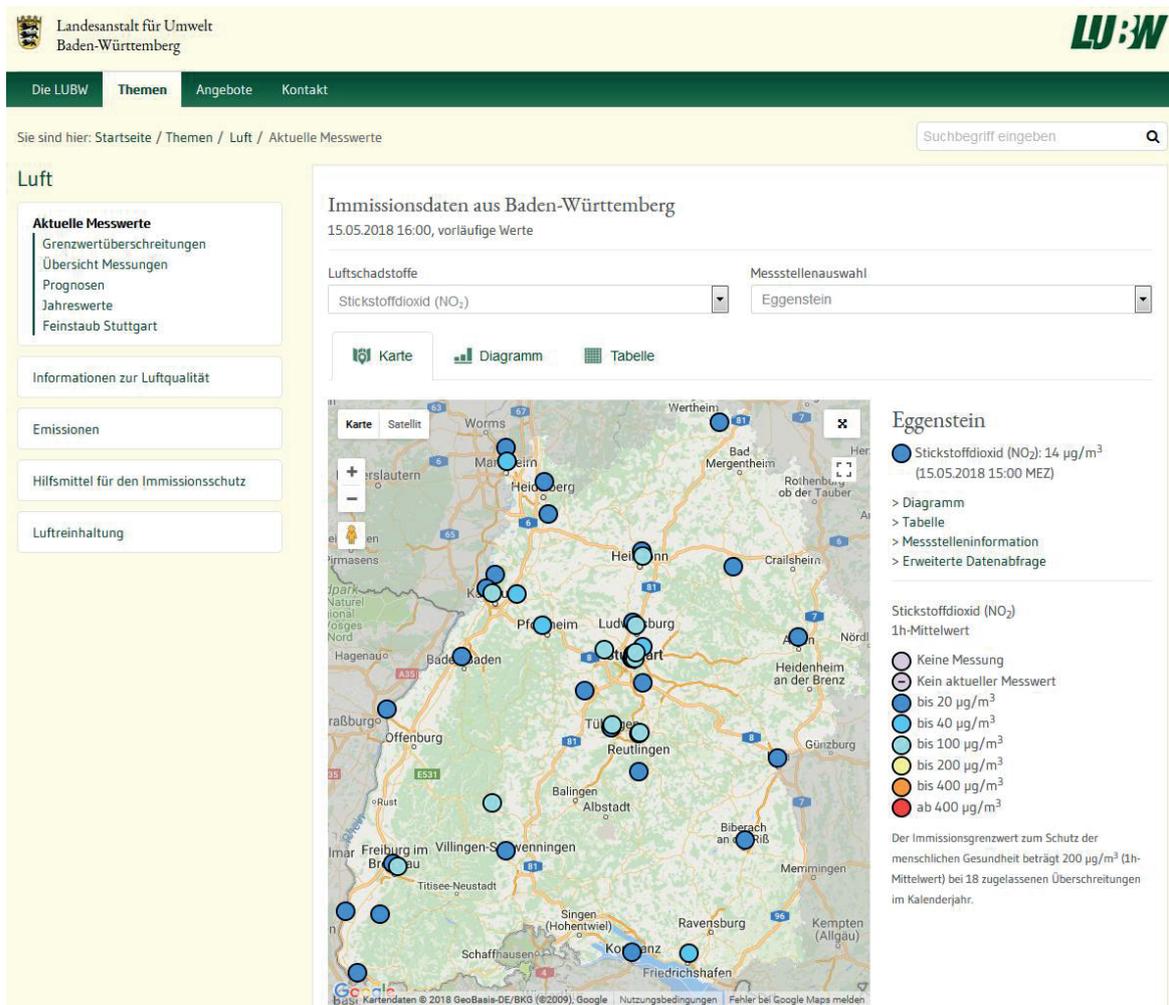


Abbildung 3: Einstiegsseite „Aktuelle Messwerte“ des neu gestalteten Webauftritts Luft der LUBW

Alle Ansichten sind responsiv gestaltet. Das Gesamtlayout teilt sich in bis zu drei Spalten auf, die ggf. in ihrer Breite und Höhe reduziert werden, und bei sehr schmalen Displays, z. B. auf Smartphones, zu einer Spalte kollabieren, das Menü wird ggf. zu einem interaktiven Icon reduziert (Abb. 4). Die Diagramme sind interaktiv, beim Überfahren mit dem Mauszeiger werden die entsprechenden Messwerte und Zeitstempel in einer Popup-Ansicht angezeigt. Achsenbeschriftungen, die Breite von Balken etc. passen sich automatisch dem verfügbaren Platz an.

Mit einem Klick auf „Messstelleninformation“ können die Stammdaten sowie meist auch Fotos der Messstationen abgerufen werden. Die „Erweiterte Datenabfrage“ springt messstellen- und schadstoffscharf in den „Daten- und Kartendienst der LUBW (UDO)“ ein, wo der Nutzer die Daten nach Wunsch selektieren (z. B. einen bestimmten Zeitraum) und zur Weiterverarbeitung herunterladen kann.

Die einzelnen Elemente der Webansicht sind als generische Webkomponenten implementiert, die wiederum in konfigurierbare Oberflächen-Bausteine (Portlets) des zugrundeliegenden Portalsystems Liferay verpackt sind. Damit kümmert sich Liferay um die Generierung und Funktion des responsiven Layouts bzw. Designs. Die einzelnen Komponenten agieren weitgehend autonom und kommunizieren ereignisgesteuert miteinander, z. B. bei der Auswahl eines Luftschadstoffes oder der Selektion einer Messstation, unabhängig davon, ob dies über die Auswahlliste oder die Karte geschieht. Damit sind diese Komponenten wiederverwendbar und werden z. B. in den LUPO-Landesumweltportalen /12/ genutzt.

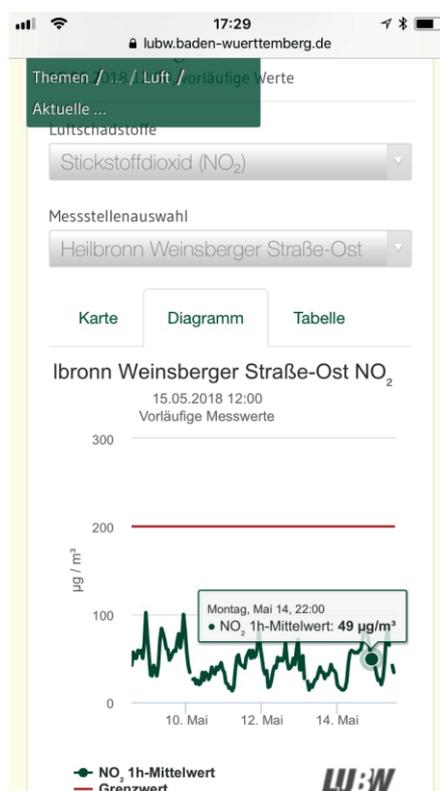


Abbildung 4: Screenshot der Darstellung der NO₂-Messwerte an der Station „Heilbronn Weinsberger Straße – Ost“ per Diagramm auf einem Smartphone. Die Darstellung ist einspaltig und das interaktive Diagramm wird entsprechend verkleinert mit reduzierten Beschriftungen an den Achsen dargestellt.

Die Grenzwertüberschreitungen werden mit denselben Komponenten, jedoch reduzierter Funktionalität, d. h. lediglich in Tabellenform, dargestellt. Wie die aktuellen Messwerte werden die angezeigten Daten jeweils per Ajax-Aufruf von den entsprechenden Diensten (Zeitreihen- bzw. Stammdatendienst) abgerufen und alle Anzeigen zur Laufzeit dynamisch im Webbrowser des

Nutzers generiert. Die Nutzung derselben Dienste, jedoch auch der Frontend-Komponenten in anderen Anwendungen und Portalen ist somit – auch unabhängig voneinander – möglich.

5. Fazit und Ausblick

Der neue Webauftritt Luft auf Basis der neuen Microservice-orientierten Architektur hat deren Leistungsfähigkeit unter Beweis gestellt. Das Webkomponenten-basierte Frontend erfüllt alle Anforderungen an ein responsives, modernes und auf verschiedenen Gerätetypen nutzbares Layout. Daten, Dienste und Frontend-Komponenten können direkt in weiteren Anwendungen wie den Landesumweltportalen oder der mobilen App „Meine Umwelt“ genutzt werden.

Die Architektur sowie die konkreten Dienste und Komponenten können direkt auf weitere Anwendungsfelder, z. B. Fließgewässerdaten, übertragen werden, die entsprechende Anwendung ist bereits in der Umsetzung. Dennoch sind einige Verbesserungen möglich, insbesondere die Fertigstellung der grafischen Konfigurationsoberfläche für Diagramme.

6. Literatur

- /1/ Bartosch, B. (2017): A new generic Approach to Data Ingestion and Quality Management in Microservice based Data Management Environments. Diplomarbeit, Institut für Angewandte Informatik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
- /2/ Meehan, J. et al. (2017): Data Ingestion for the Connected World, <http://cidrdb.org/cidr2017/papers/p124-meehan-cidr17.pdf>, abgerufen am 14.05.2018.
- /3/ Braun, E. et al. (2017): A Lightweight Web Components Framework for Accessing Generic Data Services in Environmental Information Systems. In: Otjacques, B. et al.; Hrsg.: From Science to Society. New Trends in Environmental Informatics. Springer International Publishing, Cham.
- /4/ Schlachter, T. et al. (2017): A Generic Web Cache Infrastructure for the Provision of Multifarious Environmental Data. In: Hřebíček, J. et al.; Hrsg.: Environmental Software Systems. Computer Science for Environmental Protection. 12th IFIP WG 5.11 International Symposium, ISESS 2017, Zadar, Croatia, May 10-12, 2017, Proceedings. Springer International Publishing, Cham.
- /5/ Fowler, M., Lewis, J. (2014): Microservices. a definition of this new architectural term, <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>, abgerufen am 14.05.2018.
- /6/ docker.com (2018): Docker, <https://www.docker.com/>, abgerufen am 14.05.2018.
- /7/ kubernetes.io (2018): Kubernetes, <https://kubernetes.io/>, abgerufen am 14.05.2018.
- /8/ Carnell, J. (2017): Spring microservices in action. Manning Publications Co., Shelter Island, NY.

- /9/ Braun, E. et al. (2017): Generic Web Framework for Environmental Data Visualization. In: Wohlgemuth, V., Fuchs-Kittowski, F., Wittmann, J.; Hrsg.: Advances and New Trends in Environmental Informatics. Springer International Publishing, Cham.
- /10/ highcharts.com (2018): Interactive JavaScript charts for your webpage | Highcharts, <https://www.highcharts.com/>, abgerufen am 15.05.2018.
- /11/ Bostock, M. (2018): D3.js – Data-Driven Documents, <https://d3js.org/>, abgerufen am 15.05.2018.
- /12/ Schlachter, T. et al. (2016): LUPO – Umsetzung einer (micro-)serviceorientierten Architektur (SOA) für Landesumweltportale. In: Weissenbach, K., Schillinger, W., Weidemann, R.; Hrsg.: F+E-Vorhaben INOVUM, Innovative Umweltinformationssysteme. Phase I 2014/16. KIT Scientific Reports 7715, Karlsruhe, S. 25-38.