

re@di

Interkommunale Zusammenarbeit  
regional.digital

# Strategiepapier Sensorik

## für eine offene Region Mittelbaden

re@di - die interkommunale Zusammenarbeit der Städte  
Baden-Baden, Bretten, Bruchsal, Bühl, Ettlingen, Gaggenau, Rastatt,  
Rheinstetten und Stutensee

## Inhalt

Vorwort .....	3
Zusammenfassung .....	4
Open Region als Chance für die Digitalisierung in Städten und Gemeinden .....	5
Praxisbeispiele und Planungen aus den re@di-Städten (Übersicht) .....	8
Absichtserklärung für die re@di-Modellregion Sensorik .....	9
Anhang: Praxisbeispiele aus den re@di-Städten.....	11
Feuchtigkeitssensoren (Florian Beck, Stadt Baden-Baden) .....	11
Pegelsensoren (Christian Baeßler, Stadtbauamt, Stadt Ettlingen) .....	12
DeLoReAN – Digitale Zeiterfassung (Eduard Itrich, ehem. DIGIT, Stadt Bühl) .....	13
CO2 Sensoren an Schulen (Jochen Latki, Gebäude und Liegenschaften, Knut Liehner, EDV-Koordinator, Stadt Rheinstetten).....	14
Luftqualität in Vitrine für historische Bücher (Michael Jutt, Digitalisierungsbeauftragter, Stadt Rastatt) .....	15

## Vorwort

Im interkommunalen Verbund re@di – regional.digital engagieren sich derzeit knapp 90 MitarbeiterInnen aus verschiedenen Positionen in zehn Projektgruppen mit unterschiedlichen Themen: eine davon ist die Projektgruppe Sensorik.

Sie bündelt in den re@di-Städten alle Aktivitäten rund um den Einsatz von Sensorik im kommunalen Kontext sowie den Ausbau einer öffentlichen, auf The Things Network (TTN) basierenden LoRaWAN-Infrastruktur. Wir haben heute zahlreiche und ganz verschiedene Sensorik-Projekte in mehreren re@di-Städten laufen. Aus einigen berichten die jeweiligen ProjektleiterInnen unten. Dabei nutzen wir vorrangig das offene TTN-Netz, wobei einige Städte seit 2021 auch einen Vertrag mit TTI (The Things Industries) geschlossen haben, um für sicherheitsrelevante Daten (z.B. Stadtwerke) auch auf ein geschlossenes, sicheres Netz zurückgreifen zu können. Nachdem die Stadtverwaltungen anfangs noch mit kleineren Pionierprojekten starteten, hat das Thema Sensorik über die Stadtverwaltungen hinaus immer mehr Fuß gefasst. 2021 initiierten wir in einer gemeinsamen Projektgruppensitzung mit den Eigenbetrieben und Stadtwerken aus den neun re@di-Städten eine eigene Arbeitsgruppe, die abgestimmt mit der Projektgruppe Sensorik den Bereich stadtunternehmerisch entwickelt. Mit diesem Schritt erschließen wir den Konzern Kommune interkommunal, indem wir alle Möglichkeiten betrachten und gemeinschaftlich über Potenziale beraten. Diesen Gedanken gehen die Stadtverwaltungen in Ettlingen und Rheinstetten sogar konsequent weiter, indem sie Verträge mit ihren Stadtwerken geschlossen haben bzw. noch schließen wollen, um das Zukunftsfeld Sensorik ganzheitlich zu erschließen, Potenziale im Wertschöpfungskreislauf der Kommune zu halten und mit den eigenen Stadtwerken neue Geschäftsfelder zu erschließen.

Mit dem vorliegenden Strategiepapier fassen wir unsere bisherigen Aktivitäten zusammen und verdeutlichen im zweiten Kapitel unser Selbstverständnis einer „Open Region Mittelbaden“ und welche Vorteile wir durch ein gemeinsames Vorgehen ausschöpfen wollen. Im folgenden Kapitel zeigen wir einige Projektbeispiele aus den re@di-Städten und wie wir bereits erfolgreiche Sensorik einsetzen. Mit der Absichtserklärung im vierten Kapitel skizzieren wir die Handlungsfelder, die wir gemeinsam festgelegt haben und die uns als Leitlinien dienen.

## Zusammenfassung

Die Projektgruppe Sensorik des interkommunalen Verbundes re@di setzt bereits zahlreiche Sensorik-Projekte um. Mit diesem Papier soll die Grundlage für eine noch engere Zusammenarbeit der Städte gelegt werden. Gemeinsam mit den Stadtwerken und in enger Abstimmung mit den Landkreisen ist das Ziel, die „Open Region Mittelbaden“ zu etablieren. Grundlage dafür ist eine offene Infrastruktur, über die die Städte im Konzern, aber genauso im Schulterschluss mit den Stadtgesellschaften und Communities, Schulen und Bildungseinrichtungen sowie Unternehmen, das Internet der Dinge vorantreiben. Mittels Sensorik erfassen wir nach und nach immer mehr relevante Daten – DSGVO-konform und sicher. Gleichzeitig sehen wir uns in der Verantwortung Daten, die von allgemeinem Interesse sind, in Form von Open Data zur Verfügung zu stellen. Wir sind uns aber auch der Verantwortung als öffentliche Verwaltung diesbezüglich bewusst. Dazu haben wir in der re@di-Projektgruppe „Recht und Datenschutz“ bereits erste Überlegungen angestoßen. Wir wollen so viel wie möglich Potenziale der datenbasierten Stadtentwicklung öffnen und nutzen.

Um diesem Ziel schnell anzupacken, arbeiten wir künftig eng zusammen und zwar abgestimmt und arbeitsteilig. Eine Absichtserklärung, die das Strategiepapier enthält, ist unsere Grundlage dafür. Darin halten wir die Eckpunkte unserer Zusammenarbeit in den folgenden Bereichen fest:

- Digitale Souveränität
- Datensicherheit
- Potenziale/Dienstleistungen
- Civic Science
- Gemeinwohl vs. Monetarisierung
- Dienstleistungen
- Arbeitsteilung
- Musterprozesse
- Wissenstransfer

Die Positionen sind abgeleitet aus unseren bisherigen Erfahrungen und Projekten. Und sie sind abgestimmt mit den Stadtwerken bzw. Eigenbetrieben aus den Städten sowie den Landkreisen Karlsruhe und Rastatt. Mit der Open Region Mittelbaden lassen wir alle teilhaben und setzen die Grundlage für kreative und innovative Potenziale in den Stadtverwaltungen, Städten und der Region und halten Wertschöpfungspotenziale vor Ort.

## **Open Region als Chance für die Digitalisierung in Städten und Gemeinden**

Viele Städte und Gemeinden machen sich derzeit auf, die Vorteile der digitalen Welt für sich und ihre Bürger zu nutzen. Schauen wir in die Verwaltungen der Rathäuser, so steht dort schon seit langer Zeit die Rationalisierung der Geschäftsprozesse im Vordergrund der Bemühungen. Dabei setzen immer mehr Kommunen auf anwenderfreundliche Online-Dienste in Form von virtuellen Rathäusern und Bürgerinformationssystemen, die alle Verwaltungsvorgänge transparent über barrierefreie Web-Schnittstellen zugänglich machen.

Mit der Verfügbarkeit des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT) ist es darüber hinaus möglich, diese Informationsdienste auf weitere Bereiche der städtischen Infrastruktur, wie z. B. Grünflächen-, Gebäude- und Verkehrsmanagement, auszudehnen. Sensoren erfassen Daten, die in der Cloud verfügbar gemacht werden und so die optimale Steuerung der städtischen Prozesse und Dienstleistungen ermöglichen. Neben den üblichen Rationalisierungsforderungen sind es hier vor allem der Umwelt- und Klimaschutzgedanke und nicht zuletzt auch die Corona-Pandemie, die die Kommunen in diesem Bereich aktiv werden lässt. Grundvoraussetzung hierfür ist ein verfügbares Kommunikationsnetz zum Transport der digitalen Datenströme (IoT-Netzwerk); sei es für die automatisierte Steuerung des Winterdienstes, die Bewässerung von Bäumen, das Ablesen von Zählern, die Erfassung der Belegung von Parkplätzen, Warnung bei Extremwetterlagen und Hochwasser oder die Zählung von Besucherströmen. Überall werden räumlich und zeitlich verteilte Informationen benötigt. Durch den einfachen Zugang zur Technik entstehen auch immer mehr bürgergetriebene Anwendungen, die das Interesse an der Mitgestaltung ihrer Stadt und des persönlichen Umfeldes wachsen lassen (z. B. luftdaten.info – Feinstaub selber messen, electricityMap - CO<sub>2</sub>-Emissionen des Stromverbrauchs in Echtzeit ). Hieraus entsteht die einmalige Chance, im Zusammenspiel von BürgerInnen und Kommunen gemeinsam die Digitalisierung von Städten und Regionen zu gestalten, indem die re@di-Städte eine offene Infrastruktur für BürgerInnen, Unternehmen, Schulen und Vereine bereitstellen.

### **Open Region als Kombination von Open Data und Open Infrastructure**

Wichtiges Fundament hierfür ist die Open Region, welche, auf der Basis von Open Data und eines offenen IoT-Netzwerkes (OpenNetwork), den niedrighwelligen Zugang für alle sowohl zur mobilen Datenübertragung als auch zu den erfassten Daten bereitstellt. In Ettlingen werden beispielsweise erste Datensätze zum Herunterladen verfügbar gemacht. Hierdurch ergeben sich ungeahnte Synergien, sowohl in der Bürgerbeteiligung und für das soziale Engagement als auch in der Effizienzsteigerung der Verwaltungen, welche immer mehr unter dem Fachkräftemangel leiden. Die schnelle Umsetzung von innovativen und übergreifenden Ideen wird somit zur Realität und ist damit automatisch in einen gesellschaftlich-kulturellen Dialog eingebettet.

Die Kommunen als Betreiber der städtischen Infrastruktur stehen mit ihren Bemühungen zum Aufbau kommunaler IoT-Netze nicht alleine da. Auch andere Akteure profitieren von der Infrastruktur und planen bzw. installieren aktuell bereits parallele Netze. Energie- und Wasserversorger haben die Zählerstände ihrer Kunden im Überblick, der ÖPNV meldet die Auslastung der Busse und der den Füllstand Altkleidercontainer seiner Sammelorganisation. Hier besteht noch viel Potenzial für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, die ein anforderungsgerechtes IoT-Netz voraussetzen.

Schauen wir auf alle potenziellen NutzerInnen eines offenen Netzes, so wird deutlich, dass Landkreise, Städte und Gemeinden den Aufbau von IoT-Netzen durchaus als Beitrag zur allgemeinen Daseinsvorsorge verstehen und entsprechend einsetzen können. Ähnlich wie Straßen und Straßenbeleuchtung können offene Netze von allen Bürgerinnen und Bürgern genutzt werden. Sei es privat für die Temperaturüberwachung des Hauses im Urlaub, die Füllstandskontrolle der Vorratsbehälter im Auto oder die Meldung des Posteinwurfs im Briefkasten. Auch Kleinunternehmer oder Landwirte können so kostengünstige Lösungen für ihre Überwachungsaufgaben realisieren, z. B. zur Messung der Bodenfeuchte oder von Wasserständen im Grundwasser oder in fließenden Gewässern. Jeder Anwender, der alternativ oder parallel dazu besondere Anforderungen an Bandbreite oder Übertragungsqualität hat, kann zusätzlich anwendungsspezifisch das IoT-Netz eines landesweit agierenden Mobilfunkbetreibers (z. B. NB-IoT, LTE-M oder 5G) wählen.

Aber es gibt noch viel mehr versteckte Synergieeffekte zu heben. Die Kommunen sind nicht nur Betreiber der städtischen Infrastruktur, sondern tragen auch die öffentlichen Bildungseinrichtungen. Sei es Schule oder Volkshochschule, beide übernehmen wichtige Aufgaben bei der Aufklärung und Mitnahme der Gesellschaft im Rahmen der digitalen Transformation. IoT ermöglicht völlig neue (Aus-)Bildungskonzepte: Beim Internet der Dinge geht es immer um die Verknüpfung digitaler Systeme mit der realen Welt. Was auf den ersten Blick nach trockener Informatik und langweiliger Programmierung am Computer klingt, wird durch das konkrete „Ding“ aus dem Alltag plötzlich begreifbar und entwickelt dadurch eine eigene Faszination.

Das Internet der Dinge anfassbar machen lautet deshalb z.B. die Devise der IoT-Werkstatt der Expertengruppe „Internet der Dinge“. Basierend auf dem eigens für den Bildungseinsatz konzipierten Mikrocontroller-Board Octopus, dem weitverbreiteten Arduino-Ökosystem und der um mächtige IoT-Funktionen erweiterten grafischen Programmiersprache IoT-Ardublock können auch Anfänger schnell und ohne quälende Syntaxprobleme ihre kreativen Ideen umsetzen. All das erfordert im Bildungssystem einen niedrighwelligen Zugang, kostenlose Materialien (Open-Source, Open Educational Resources) und freien Datenzugriff (Open Data). Der freie Datenzugriff ist auch insofern wichtig, da verschiedene Landesinformationsfreiheitsgesetze die öffentlichen Institutionen bereits zur Freigabe von Daten verpflichten, welche nicht der DSGVO unterliegen. Das offene, für jedermann nutzbare IoT-Netz als öffentliche Infrastruktur zur Daseinsvorsorge wird so zur Keimzelle innovativer Ideen rund um die Themen IoT, Design Thinking und Making. Viele Akteure arbeiten gemeinsam in Kreativräumen an einem Projekt und setzen ihre Ideen als Prototypen um. Wie die öffentlichen Straßen kann auch das offene Netz von allen (auch von Durchreisenden und Besuchern) genutzt werden. Wo

dies rechtlich zulässig und sinnvoll ist, können Daten eingespeist und in Form von Open Data geteilt werden (beispielsweise Daten von Wetterstationen). Ansonsten sind die Daten geschützt und verlassen ihren Anwendungsbereich nicht. Die Netzinfrastruktur sorgt für eine verschlüsselte Übertragung der Daten und die Anwender sorgen für die Freigabe ihrer Daten für die Allgemeinheit. Wer in eine andere Stadt umzieht, kann seine IoT-Infrastruktur wie Gateway und Sensoren am neuen Standort sofort weiter betreiben.

In vielen größeren Städten werden aktuell MakerSpaces und Fab-Labs eingerichtet, um Deutschlands Innovationsfähigkeiten zu fördern, die auch der Gründung von Start-ups zugutekommen. BürgerInnen beteiligen sich gestalterisch an der Entwicklung ihrer Stadt (Citizen-Science), Schülerinnen und Schüler experimentieren mit digitaler Technik. Die Stadt wird zur Mitmachstadt, die Smart-City zur Open Region. Die Diskussion eines Netzausbaus bis in den letzten Winkel des ländlichen Raums stellt sich mit LoRaWAN nicht, da jeder Anwender das Netz selbst ausbauen kann. Hierdurch findet zurzeit ein schnelles Wachstum vor allem getrieben durch die 2015 gegründete Initiative The Things Network (TTN) aus den Niederlanden statt. Dank einer großen Anzahl freiwilliger Unterstützer bildet das mittlerweile in 135 Ländern verfügbare Netz die größte IoT-Infrastruktur. All dies passiert derzeit auch in vielen Städten Deutschlands (Darmstadt, München, Berlin, Herrenberg, Freiburg, Ulm und unseren re@di-Städten in Mittelbaden) und viele städtische Dienstleister (z. B. Stadtwerke) sehen dies als eine Chance für neue Geschäftsmodelle.

Angesichts des geringen Investitionsvolumens, der niedrigen Bandbreite und der freien Nutzung der Frequenzen halten sich die Kosten offener Netze für die Kommunen in Grenzen. Auch abseits gelegener und kommerziell uninteressanter Standorte (die berühmte Milchkanne des Landwirts, Forstflächen) können, falls nicht versorgt, einfach durch private Installation eines eigenen Gateways erschlossen werden. Das neue Gateway wird Teil der weltweiten Infrastruktur und erweitert so die Flächendeckung für die Allgemeinheit (Crowdsourced).

Deutschland hat hier die Chance bei der Digitalisierung tatsächlich in Führung zu gehen. Mit dem re@di-Verbund entsteht in Mittelbaden eine Modellregion, welche die Nötwendigkeit eines dynamischen, schnellen, kostenfreien IoT-Netzwerkes mit der Möglichkeit der Mitgestaltung durch die BürgerInnen kombiniert. In Verbindung mit der IoT-Werkstatt können SchülerInnen, StudentInnen, BürgerInnen, Start-Ups und Unternehmen gemeinsam an der Digitalisierung ihrer Stadt mitarbeiten. Das heißt Ausbildung, schnelle Umsetzung und neue Geschäftsmodelle gehen erstmals in einer Region Hand in Hand. Es entsteht eine innovative „Open Region“. Eine rasche Zunahme von Innovationen kann nur dadurch getriggert werden, dass replizierbare Blaupausen entwickelt werden und damit die aktuelle Geschwindigkeit der Entwicklungen (Community, wie z. B. Citizen-Science-Projekte, aber auch kommerzielle Lösungen) in den konkreten Einsatz bringen. Ideen, die an Schulen und Hochschulen entstehen, müssen schnell ihren praktischen Einsatz finden können. Die Smart City und die Smart Region wird als Open Region das Aushängeschild für eine gestaltete, mitnehmende und inkludierende Digitalisierung.

## Praxisbeispiele und Planungen aus den re@di-Städten (Übersicht)

Das Thema Sensorik ist kein Neues für re@di. In den Städten wird der Einsatz von Sensorik bereits seit längerem erprobt und dabei viele Erfahrungen gesammelt. Im Folgenden geben Projektmanager Einblicke in ausgewählte Projekte und berichten, was Sie mit der Zeit für spannende Erfahrungen gemacht haben. Alle aufgeführten Projekte funktionieren nach dem „learning by doing“-Prinzip. Eine große Inspirationsquelle ist dabei die re@di-Projektgruppe Sensorik, in der die TeilnehmerInnen nicht nur inspiriert werden, sondern die Ergebnisse und Erfahrungen ausgetauscht werden. Das Beispielprojekt aus Ettlingen ist sogar aus den Reihen des dortigen Innovationsteam (Digitallotsen) entstanden. Eine ausführlichere Beschreibung der Projekte durch die ProjektleiterInnen ist im Anhang zu finden.

### **Feuchtigkeitssensoren**

Stadt Baden-Baden, Florian Beck

In Baden-Baden wird der Zustand eines Mammutbaumes durch Bodenfeuchtesensoren überwacht. So kann das Fachgebiet Park und Garten aus der Ferne den Gießbedarf ermitteln. Eine häufige Kontrolle und unnötige Wege entfallen.

### **Pegelsensoren**

Stadt Ettlingen, Christian Baeßler

Mittels einem Grundwasserpegelsensor ermittelt die Stadt Ettlingen Pegelstände in den örtlichen Flüssen. Pegelstände können so in Echtzeit überwacht werden, Hochwasserlagen werden schnell identifiziert, sodass auch die Öffentlichkeit entsprechend gewarnt wird.

### **Digitale Zeiterfassung mit Sensoren**

Stadt Bühl, Eduard Itrich (ehem.)

Bühl steht vor der Herausforderung, dass die Zeiterfassung der Reinigungskräfte der Stadt handschriftlich und somit sehr aufwendig erfasst werden. Deshalb testet die Stadt nun die Zeiterfassung mit Sensoren, sodass die Daten schnell und unkompliziert über das LoRaWAN-Netzwerk erfasst werden können.

### **CO2-Sensoren**

Stadt Rheinstetten, Jochen Latki und Knut Liehner

In Corona-Zeiten ist die Sicherheit der Kinder in den Schulen ein wichtiges Thema. Um die Luftreinheit in den Klassenzimmern kontinuierlich messen und ggf. rechtzeitig zu warnen, überwacht die Stadt Rheinstetten das Klima mittels CO2-Sensoren.

### **Indoor Raum Sensoren**

Stadt Rastatt, Michael Jutt

Das Stadtmuseum Rastatt ist im Besitz wertvoller Exponate, die vor Klimaschwankungen geschützt werden müssen. Mittels Indoor Raum Sensoren werden die Exponate künftig fernüberwacht. Klimaveränderungen werden ständig automatisch erkannt. Eine manuelle Vor-Ort-Überwachung entfällt.



## Absichtserklärung für die re@di-Modellregion Sensorik

Unser Ziel ist es binnen eines Jahres, die LoRaWAN-Infrastruktur schnell voranzutreiben, arbeitsteilig verschiedene Projektfelder gemeinsam mit Dritten zu erschließen und re@di somit zu einer interkommunalen Modellregion zu entwickeln.

Federführend für das Projektmanagement ist die re@di-Projektgruppe Sensorik, in der die Aktivitäten koordiniert und organisiert werden. In ihr sind alle Städte vertreten.

Mit einem Workshop am 16. Juni 2021 haben wir innerhalb der re@di-Städte die Grundlage für gemeinsame Handlungsfelder festgelegt. Wir haben eine gemeinsame Strategie in den Bereichen Ziele und Mehrwert für den Verbund kartographiert, indem wir Stakeholder, Infrastruktur und Projekte (arbeitsteiliges Vorgehen) definiert haben. Die Strategie wird uns in den Aktivitäten der Städte nicht einengen. Die Autonomie der Städte in ihren eigenen Aktivitäten bleibt durch eine gemeinsame re@di-Strategie unberührt. Vielmehr ist die Strategie eine Ergänzung und ein gegenseitiges Übereinkommen die städtischen Maßnahmen, dort wo es Sinn macht und einen Mehrwert bringt, gemeinsam zu denken und zusammen zu bringen.

### Handlungsfelder

Die gemeinsame Zusammenarbeit zählt auf die Zukunftsfähigkeit unserer Städte ein. Das bedeutet für uns:

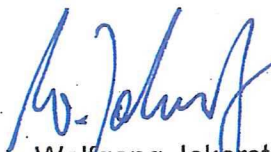
- **Arbeitsteilung:** Sie ist bereits wesentlicher Baustein unserer re@di-Willensbekundung auf der unsere Zusammenarbeit fußt. Das gilt auch für die Projektgruppe Sensorik und ihre verschiedenen Akteure. Gerade im Verbund der Stadtverwaltungen, aber auch der Stadtwerke, sehen wir hier ein großes Potenzial für arbeitsteilige Effizienz. Mit der Projektgruppe haben wir ein Forum, um uns über Aktivitäten abzustimmen, mit der Arbeitsgruppe der Eigenbetriebe und Stadtwerke sind wir im steten Kontakt. Diese nutzen wir für die Abstimmung und größtmögliche Synergieeffekte.
- **Civic Science:** Wir sind überzeugt, dass wir die besten Ergebnisse erzielen, wenn wir eng mit den Bürgerinnen und Bürgern zusammenarbeiten. Deshalb suchen wir aktiv das Gespräch und die Zusammenarbeit mit der Stadtgesellschaft und der Community, um Projekte zu ermöglichen.
- **Datensicherheit:** Wir erheben Daten und verarbeiten diese. Der Schutz dieser Daten und der Infrastruktur hat höchste Priorität. Als kommunale Verwaltungen haben wir eine besondere Verantwortung.
- **Dienstleistungen:** Um Geschäftsfelder im Konzern Kommune (Stadtwerke, Eigenbetriebe) zu erschließen, brauchen wir die richtigen Dienstleistungen. Diese werden wir insbesondere mit Blick auf unseren Auftrag der Daseinsvorsorge entwickeln.
- **Digitale Souveränität:** Neue Technologien müssen erlernt, aus Erfahrungen Kompetenzen aufgebaut werden. Dazu müssen wir unsere MitarbeiterInnen qualifizieren, Infrastrukturen aufbauen und die Stadtgesellschaft einbeziehen. Wir erschließen neue Technologien und Infrastrukturen, die Grundlage für unser Verwaltungshandeln und somit unsere Daseinsvorsorge werden. Wir wollen dabei so unabhängig wie möglich agieren. Unabhängigkeit bedeutet, die Open Region

kompetent voranzutreiben und souverän in den Städten zu entscheiden, wie wir diese entwickeln und die Möglichkeiten nutzen – mit so wenig Abhängigkeit zu Dritten wie möglich.

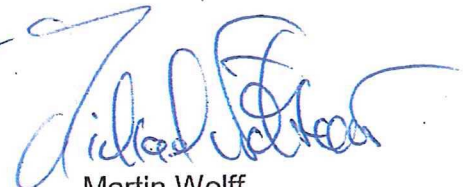
- **Gemeinwohl vs. Monetarisierung:** Wir sehen die Potenziale, die die IoT-Infrastruktur ermöglichen kann, müssen aber austarieren: als Stadtverwaltungen haben wir die Daseinsvorsorge und das Gemeinwohl im Blick, im Konzern Kommune sehen wir auch die Möglichkeit Geschäftsfelder zu angemessenen Konditionen zu erschließen. Unser Ziel ist es am Ende, dass wir mit Blick auf andere wettbewerbsorientierte Akteure, die potentielle Wertschöpfung klug erschließen und in unseren Städten halten. Wir priorisieren deshalb eine offene Infrastruktur.
- **Musterprozesse:** Arbeitsteilung ist am effizientesten, wenn Projekte und Prozesse skalierbar und ohne hohe Transferkosten zur Verfügung gestellt werden. Deshalb werden wir Musterprozesse entwickeln, die wir zentral im re@di-Verbund bereitstellen, sodass andere Sie übernehmen können.
- **Potenziale/Dienstleistungen:** Wir stehen noch am Anfang der Möglichkeiten, die uns eine IoT-Infrastruktur ermöglicht. Umso wichtiger ist es, diese Möglichkeiten zu erproben. Dazu brauchen wir Erfahrungen, die wir nach und nach erschließen und interkommunal austauschen, um daraus bürgernahe Dienstleistungen zu erschließen.
- **Wissenstransfer:** Der Austausch ist wichtig, aber es muss auch eine Struktur für den Wissenstransfer aufgebaut werden, die bestehen bleibt, auch wenn TeilnehmerInnen oder Dienstleister gehen oder kommen. Wir werden deshalb unsere re@di.ONE-Infrastruktur nutzen, um Infos und Wissen bereitzustellen und zu teilen.



Margret Mergen  
Oberbürgermeisterin  
Stadt Baden-Baden



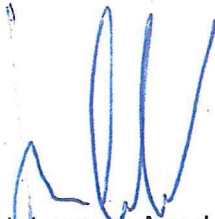
Wolfgang Jokerst  
Bürgermeister  
Stadt Bühl



Martin Wolff  
Oberbürgermeister  
Stadt Bretten



Cornelia Petzold-Schick  
Oberbürgermeisterin  
Stadt Bruchsal



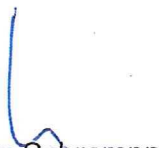
Johannes Arnold  
Oberbürgermeister  
Stadt Ettlingen



Christof Florus  
Oberbürgermeister  
Stadt Gaggenau



Hans Jürgen Pütsch  
Oberbürgermeister  
Stadt Rastatt



Sebastian Schrempp  
Oberbürgermeister  
Stadt Rheinstetten



Petra Becker  
Oberbürgermeisterin  
Stadt Stutensee

## Anhang: Praxisbeispiele aus den re@di-Städten

### Feuchtigkeitssensoren (Florian Beck, Stadt Baden-Baden)

Um einen Einstieg in das Thema Sensorik zu bekommen, haben wir unterschiedliche Sensoren beschafft, um ein Gefühl dafür zu bekommen, wie diese reagieren und wie es sich „anfühlt“ Messdaten empfangen und verarbeiten zu können.

Im Sommer 2020 hatten wir Kontakt mit unserem Fachgebiet Park und Garten, die sich um unsere Grünflächen und Parkanlagen in Baden-Baden kümmern und gerade dabei waren einen jungen Mammutbaum in der Lichtentaler Allee zu pflanzen. Junge Bäume benötigen viel Pflege und ausreichend Wasser, um am neuen Standort zu wurzeln. Unsere Kolleginnen und Kollegen können auf einen reichen Erfahrungsschatz zurückgreifen und an vielen äußeren Indikatoren festmachen, ob eine Bewässerung notwendig ist oder nicht. Bei Neupflanzungen, an denen Aufstellort und Pflanze noch zueinanderfinden müssen, kann dies jedoch nicht immer einwandfrei ermittelt werden, sodass einzig Messungen in Wurzeltiefe ein verlässliches Ergebnis liefern können.

Jede Grabung am Baum kann zu Verletzungen von Rinde und Wurzelwerk führen und so durchaus mehr schaden als nutzen. Als wir von unseren Bestrebungen im Bereich Sensorik und drahtloser Übertragung berichteten fanden wir schnell zueinander. So wurden an zwei Standorten im Stadtgebiet Bodenfeuchtesensoren in unterschiedlichen Tiefen vergraben. Seit Herbst 2020 liefern uns beide Sensoren, die knapp 700 m voneinander entfernt liegen, Messdaten zu Bodenfeuchte und Lufttemperatur. Gerade als die warme Jahreszeit eintrat und die Bodenfeuchte ein wichtiger Indikator ist, musste unser Mammutbaum leider entfernt werden. Schuld war nicht unser Sensor oder unzureichende Bewässerung. Ein Schlauchpilz hat unseren Baum befallen und soweit geschwächt, sodass ein Fortbestand nicht mehr gesichert war. Das Projekt wird aber fortgeführt: ein neuer Mammutbaum wird gepflanzt und gleichermaßen mit einem Bodenfeuchtesensor ausgerüstet.

Auch wenn die bis heute erfassten Messdaten das für das Fachgebiet Park und Garten interessante Bodenfeuchteniveau der warmen Monate noch nicht umfasst, können auf der aktuellen Basis schon hochinteressante Rückschlüsse gezogen werden.

- So ist die Niederschlagsverteilung nahe dem Stadtzentrum trotz relativer Nähe der beiden Aufstellorte durchaus unterschiedlich.
- Auch die unterschiedliche Positionierung der beiden Sensoren (Abstand zum Baumstamm sowie Einbautiefe) ist hilfreich, um zu sehen, wie unterschiedlich das Oberflächenwasser in die jeweiligen Bodentiefen eindringt.

Wir werden künftig noch weitere Bodensensoren beschaffen und mit dem Fachgebiet Park und Garten im Stadtgebiet verteilen. Wir wären so in der Lage ein „Bodenprofil“ unserer Parkanlagen zu erstellen. Bis dahin sind noch einige Herausforderungen zu bewältigen, z.B.:

- Integration der Messdaten in unser Geoinformationssystem: Wie können wir die Potenziale des Geoinformationssystems ausnutzen und unsere Messdaten mit

weiteren Daten z.B. Wetterdaten verschneiden? Darüber hinaus wäre es eine geeignete Plattform zur Visualisierung des „Bodenprofils“.

- Die Bewässerung der Pflanzen erfolgt einerseits durch Mutter Natur, andererseits durch die Kolleginnen und Kollegen vom Fachgebiet Park und Garten: Aktuell ist das manuelle Bewässern aus den Messdaten noch nicht eindeutig ersichtlich. Wenn wir in der Lage wären Wassermenge und Bewässerungsort in Relation zu bringen, könnten Vorhersagen für zukünftige Verbräuche getroffen werden.

Es ist hochinteressant zu sehen, wie sich dieses Sensorik-Projekt entwickelt hat. Trotz fehlender Messdaten der warmen Monate sind Potentiale zum Vorschein gekommen, die zum Projektstart so nicht erkennbar waren.

## **Pegelsensoren (Christian Baeßler, Stadtbauamt, Stadt Ettlingen)**

Im Frühjahr 2020 sind wir im Stadtbauamt in die LoRaWAN Thematik eingeführt worden und wurden gefragt, ob wir uns Anwendungsmöglichkeiten für Sensoren vorstellen können. Da wir für ein Bauprojekt schon Grundwasserpegelsensoren verbaut hatten, diese aber regelmäßig mit dem Laptop vor Ort ausgelesen werden mussten, kam die Idee, ob man diese Daten nicht auch über LoRaWAN übertragen könnte. Ein erster Test war erfolgreich und vielversprechend. Wir haben Sensoren in zwei unserer Grundwasserpegel und unter einer Brücke einen Gewässerpegel eingebaut. Die Datenerfassung der Grundwasserpegel erfolgt über Drucksensoren, die des Gewässerpegels über einen Ultraschallsensor, der die Gewässeroberfläche erfasst. Der Einbau zeigte sich als erfreulich simpel.

Die Ergebnisse zeigen eine lückenlose Erfassung der Wasserstände. Diese hat für uns, gerade im Grundwasser, einen deutlichen Mehrwert. Die aktuelle Praxis ist, dass die Grundwasserstände „nach Gefühl“ ausgelesen werden. Wenn eine Trockenperiode ist, wird jemand zum Ablesen geschickt, genauso auch in feuchteren Perioden. Ob man hier die maximalen Ausschläge erwischt ist fraglich, da gerade beim Grundwasser die Ausschläge zeitverzögert sind. Außerdem konnte eine Ablesung durchaus auch mal bei Engpässen oder krankheitsbedingt ausfallen. Durch diese punktuellen Auslesungen wissen wir noch lange nicht, wie sich der Grundwasserspiegel in der Zwischenzeit verhält.

Neben den praktischen Vorteilen versprechen wir uns außerdem eine Arbeitszeiterparnis. Für das Ablesen der Grundwasserdaten ist zweimal im Jahr ein Kollege 1 bis 2 Tage unterwegs gewesen. Nicht verschweigen darf man natürlich, dass die Sensoren nicht völlig wartungsfrei sind. Sie sind batteriebetrieben und je nach Sendungsintervall müssen diese alle 1 bis 3 Jahre gewechselt werden.

Bei den Gewässerpegeln verhält sich das ein wenig anders. Wir haben bereits eine telemetrische Erfassung über das Mobilfunknetz, sowie automatisierte Warnstufen für den Bereitschaftsdienst. Allerdings wurden die Sensoren aufgrund der hohen laufenden Kosten eher minimal verbaut. Durch die LoRaWAN Gewässersensoren versprechen wir uns eine kostengünstigere Lösung zur Verdichtung des Sensornetzes. Dadurch haben wir mehr Informationen um Gefahren durch Hochwasser besser einschätzen zu können. Da sich der Wasserspiegel, beispielsweise an der Alb, zeitnah zum Regenereignis hebt und senkt, benötigen wir bei den Ultraschallsensoren ein deutlich kleineres Übertragungsintervall. Daher gehen wir im Moment davon aus, dass die Batterien der

Sensoren jährlich gewechselt werden müssen. Die Programmierung zum Senden von Warnnachrichten auf die Telefone des Bereitschaftsdienstes ist aktuell beauftragt.

Zum heutigen Stand haben wir 5 Grundwasserpegelsensoren und einen Gewässerpegelsensor im Einsatz. Dieses Jahr wollen wir weitere 28 Grundwasserpegelsensoren und 5 Gewässerpegelsensoren einbauen. Da das Funksignal durch Metalldeckel abgeschirmt wird, müssen wir teilweise die Pegel etwas umbauen und Kunststoffdeckel einbauen. Die Pegelstände können auch über die Homepage der Stadt Ettlingen von allen interessierten BürgerInnen eingesehen werden. Im Laufe des Projektes sind wir noch auf eine weitere Anwendungsmöglichkeit gekommen. Wir sind gerade dabei, einen Überflutungssensor in eine unserer Unterführungen einzubauen. Bei dieser haben wir das Problem, dass sich die Straßeneinläufe durch Blätter zusetzen und die Unterführung geflutet wird. Das kann selbst passieren, wenn die Straßeneinläufe kurz vorher gereinigt wurden, weil durch einen starken Regen neues Laub eingespült wird.

Wir sind bei der Sensorik in einem dauerhaften und spannenden Lernprozess und sind stetig am Überlegen an welcher Stelle der Einsatz noch sinnvoll sein könnte. Weitere Ideen sind beispielsweise Bewegungsmelder an Schachtdeckeln, die in der Vergangenheit durch den Wasserdruck bei Starkregen aus dem Rahmen gehoben wurden oder Durchflussmessungen und Gasmessungen im Abwasserkanal. Das Feld der Sensoren ist breit und viele weitere Anwendungsmöglichkeiten werden uns sicherlich noch einfallen.

## **DeLoReAN – Digitale Zeiterfassung (Eduard Itrich, ehem. DIGIT, Stadt Bühl)**

Zur internen Leistungsverrechnung pflegen die städtischen Reinigungskräfte derzeit an allen kommunalen Standorten der Stadt Bühl minutengenaue Zeitaufschriebe, die in regelmäßigen Zeitabständen eingesammelt und in ein zentrales Tabellendokument überführt werden. Die über 80 im gesamten Stadtgebiet verteilten Objekte verfügen teilweise über gar keine oder nur eine eingeschränkte IT-Infrastruktur. Eine Anbindung der bereits in der Kernverwaltung eingesetzten Zeiterfassungsterminals wäre daher nur durch erhebliche Mehrkosten möglich gewesen. Fast zeitgleich mit dem Ausbau des offenen LoRaWAN-Netzes in Bühl hat man sich für eine Anbindung der digitalen Stempeluhren über das energiearme Weitbereichsnetzwerk entschieden.

Entsprechend fertige Sensorik existierte zu diesem Zeitpunkt noch nicht auf dem Markt, weshalb eine Eigenentwicklung notwendig war. Das Projekt DeLoReAN, kurz für (De)dicated (Lo)RaWAN node (Re)cording (A)ny (N)FC tags, steht als Open Source Software auf Github unter <https://github.com/buehl/DeLoReAN> zur Verfügung und wird gemeinsam mit weiteren externen Partnern iterativ weiterentwickelt.

Was ändert sich? Die Reinigungskräfte müssen zukünftig an den Einsatzorten nur noch beim Betreten und Verlassen des Objektes ihren persönlichen NFC-Chip an den Sensor halten, was durch ein optisches sowie akustisches Signal bestätigt wird. Über das zentrale IoT-Dashboard kann nun in Echtzeit die Arbeitszeit pro Objekt im Jahresverlauf verfolgt und intern verrechnet werden. Die manuelle Übertragung der handschriftlich notierten Zeiten in eine zentrale Tabelle entfällt und gleichzeitig eröffnen sich neue Steuerungsmöglichkeiten für das Gebäudemanagement.

Das Ausrollen des Projektes ist für 2022 geplant und befindet sich derzeit in der Evaluation mit bereits funktionalen und im Feld befindlichen Sensoren.



## **CO2 Sensoren an Schulen (Jochen Latki, Gebäude und Liegenschaften, Knut Liehner, EDV-Koordinator, Stadt Rheinstetten)**

Entstanden ist das Projekt aus der Notwendigkeit den Rektoren\*innen und Lehrenden eine Möglichkeit zur Kontrolle des Aerosolaufkommens in Ihrem Klassenzimmer zu geben, die Ihnen aufzeigt, wann gelüftet werden soll. Ein dauerhaftes Lüften und zu starkes Auskühlen des Klassenzimmers sollen so verhindert werden.

Rheinstetten hat sich für die CO2 Messung in den Klassenzimmern entschieden, um folgende Punkte abzudecken:

1. Kein zu geringer Sauerstoffgehalt in den Klassenzimmern
2. Kontrolle der Aerosolkonzentration in den Klassenzimmern (in Abhängigkeit mit CO2) im Zuge der Corona Maßnahmen.
3. Einsparung von Heizkosten durch verhindern von unnötigem Dauerlüften.

### **Projekttablauf**

Für die Ausstattung von vier Schulstandorten mit Raumklima-Sensoren, LoRa-Infrastruktur und 7-Zoll-Tablets für die Visualisierung wurde ein externes Ingenieurbüro beauftragt. Für die Auswertung und grafische Darstellung der Daten wurde auf das in der IKZ re@di entwickelte Dashboard der Firma mhascaro gesetzt. In der ersten Begehung wurde die Lage der Sensoren raumweise festgelegt. Dabei wurden die Faktoren Raumgeometrie, Lage der Fenster, Belegung der Räume sowie die Lage der Einrichtungsgegenstände berücksichtigt. Die Lage der Sensoren sollte nicht mehr verändert werden können. Für die Sensoren wurde eine Übermittlungsfrequenz von 120 Sekunden festgelegt. Die Tablets wurden an einer gut einsehbaren Stelle in den jeweiligen Räumen montiert. Sie sind so konfiguriert, dass sie nicht verstellt werden können. Zur Verbesserung der Datenübertragung wurden zusätzliche LoRaWan-Indoor-Gateways im Netzwerk der Schulen eingebunden. Insgesamt verbaut wurden: 4 Indoor-Gateways DRAGINO LPS8, 70 Sensoren ELSYS ERS CO2 sowie 52 Tablets LENOVO Tab M7.

### **Bisher haben wir folgende Erfahrungen gesammelt:**

- Die Messungen der Sensoren sind sehr zuverlässig und reagieren sehr schnell auf Veränderungen.
- Die Anzeigemöglichkeiten in einzelnen Räumen stellen sich als noch sehr unzuverlässig heraus. Hier ist noch keine zufriedenstellende Lösung gefunden. Die Anzeige „hängt“ in regelmäßigen Abständen und die Beschränkung der Tablets in der Benutzung durch einen sogenannten Kioskmode hat noch Optimierungsbedarf.
- Die Zugriffsrechte wer was sehen darf, sind hier doch sehr genau zu betrachten, um die Kontrolle von Rektoren\*innen und Lehrenden untereinander und damit Unruhen zwischen den Kollegen zu vermeiden.

### **Wie geht es weiter?**

1. Später sollen die Mehrfachsensoren (hier Bewegungsmelder) genutzt werden, um die Lebensdauer der Notausgangsbeleuchtung zu erhöhen (brennen aus Sicherheitsgründen immer, können dann über WLAN und einen Aktor außerhalb der Regelzeiten ausgeschaltet werde). Dies erhöht die Lebensdauer der Beleuchtung um ca. 150%. Gleichzeitig wird Energie eingespart.
2. Die Beleuchtung soll damit später überprüft werden können (Lichtsensor) und die Arbeit des Hausmeisters vereinfachen und erleichtern.

3. Es ist angedacht die Türen noch mit Öffnungssensoren zu versehen und eventuell eine „Alarmanlage“ aus der Kombination Bewegung und Öffnung abzuleiten.

### **Aus unserer Sicht bemerkenswert**

Sollte die Erhöhung der Lebensdauer der Notausgangsbeleuchtung auf die 2,5-fache Lebensdauer gelingen, wären die kompletten Kosten der Installation und des Betriebs der kompletten Sensorik der Schule schon refinanziert, da die Kosten des Austausches der Notbeleuchtung sehr hoch sind.

### **Luftqualität in Vitrine für historische Bücher (Michael Jutt, Digitalisierungsbeauftragter, Stadt Rastatt)**

Das Stadtmuseum Rastatt will zwei äußerst seltene Exponate in einer extra dafür angefertigten Holzvitrine ausstellen. Da die Exponate extrem empfindlich gegen Klimaschwankungen sind, sollen beide mit jeweils einem Indoor Raum Sensor überwacht werden. Bei Über- oder Unterschreiten eines Temperatur- oder Feuchtigkeitswertes soll ein Alarm ausgelöst werden, um die Bücher schnellstmöglich zu sichern. Erschwerend kam hinzu, dass die Ausstellung im Keller eines historischen Gebäudes aufgebaut werden soll, aus dem keine Signale der Sensoren nach außen dringen konnten.

Aktuell werden USB Datenlogger eingesetzt, um die Raumluft zu überwachen. Diese Datenlogger müssen in vorgegebenen Zeitabständen eingesammelt und am PC ausgelesen werden. Die Daten werden lokal auf einem Laufwerk gespeichert und ausgewertet. Um die besonders schützenswerten Dorfbücher in einer neuen Ausstellung überwachen zu können, kam der Kundenbereich Museen auf uns zu, um eine Lösung für die Überwachung der Exponate zu eruiieren.

Ziel des Einsatzes von Sensorik ist es künftig, dass die Vitrinen nicht geöffnet werden müssen und auftretende Luftqualitätsveränderungen zeitnah erkannt werden. Mit den Indoor Raum Sensoren können wir sicherstellen, dass die Vitrinen verschlossen bleiben. Durch die geringe Größe der Sensoren konnte der Schreiner, der die Vitrinen anfertigt, eine Öffnung speziell für diese einbauen, so dass man sie unsichtbar unterbringen kann. Da die Ausstellung im Keller des Stadtmuseums ist, kamen die Signale der Sensoren nicht bis zu unserem 200 m entfernten Gateway auf dem Dach des Rathauses. Deshalb wurde im Raum neben der Ausstellung ein Indoor-Gateway installiert, um die Signale zuverlässig übertragen zu können.

Der Mehrwert für den Kundenbereich Museen liegt in der drahtlosen Übertragung der Signale sowie der langen Batteriebensdauer des Sensors, wodurch ein Öffnen der Vitrine entfällt. Ebenso attraktiv ist die Möglichkeit der Langzeitüberwachung der Luftqualität, indem die Daten über das Dashboard übersichtlich dargestellt werden. Zudem sorgt das System für eine sichere Überwachung. Sobald die Luftqualität sich ändert, werden betreffende Personen über eine Alarm-Email informiert.

Aufgrund der Erfahrungen mit diesen neuen Möglichkeiten der Lorawantechnik, will das Stadtmuseum die USB Datenlogger mittelfristig gegen Lorawansensoren tauschen. Bemerkenswert an diesem Projekt ist zudem, dass durch die frühe, offene und konstruktive Kommunikation innerhalb der Verwaltung ein beispielhaftes Ergebnis erzielt wurde.