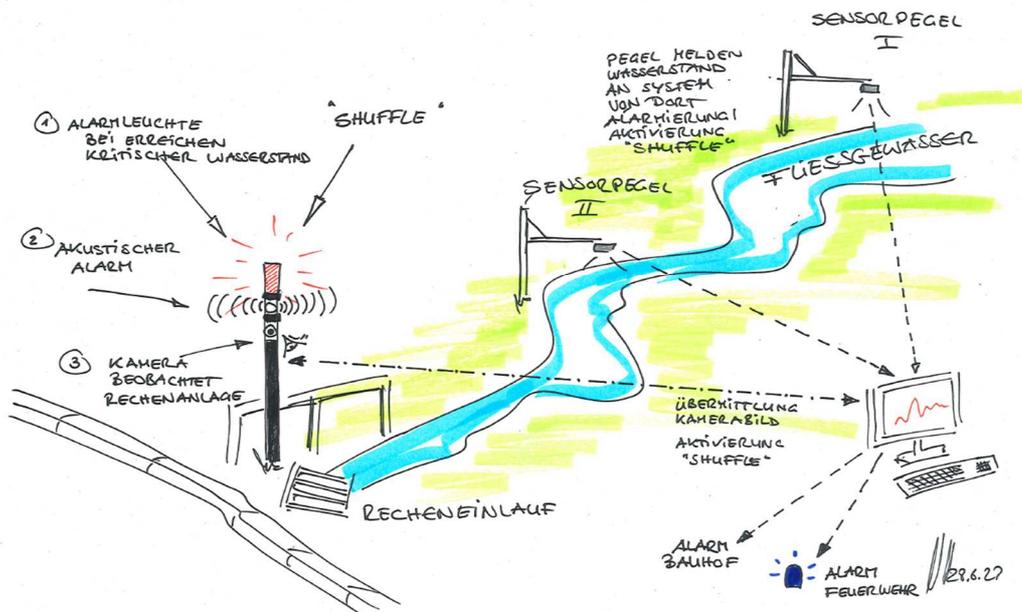




WALDENBUCH

DIE STADT MIT
SCHOKOLADENSEITEN



STADT WALDENBUCH

HOCHWASSERMANAGEMENT

Stand 14.07.2023
Heiko Böttcher - Bauamt

Inhalt

Beschreibung Hochwasser- / Starkregenmanagement	3
Funktionsweise Datengewinnung	5
LoRaWAN®-Netzwerk Stadt Waldenbuch	6
Informationsquellen	8
Übersicht.....	8
Pegelmessungen Staubecken Segelbach und Staubecken Sulzbach	9
Pegel von Nachbarkommunen und Landespegel	9
Pegelmessungen Hochwasserrückhaltebecken Bonholz	10
Pegeleinrichtungen Fließgewässer	11
Niederschlagsmessungen	12
Kameraüberwachung	13
Überwachung Entlastungsbauwerke	13
Kennzeichnung der Anlagen und Bürgerinformation	14
Alarmierung / Frühwarnsystem	15
Automatisierung	16
Stromausfall, Diebstahl und Vandalismus, Manipulation	17
Bereitstellung der Daten für die Bevölkerung	18
Ausblick in die Zukunft – Künstliche Intelligenz	19

Beschreibung Hochwasser- / Starkregenmanagement

Das Hochwasserfrühwarnsystems der Stadt Waldenbuch dient dazu kommunalen Hochwasserschutz lokal umzusetzen. Dank einer intelligenten Auswahl und Ausbringung von Sensoren ist die Stadt Waldenbuch in der Lage, den Einsatzkräften vor Ort einen wichtigen Zeit- und Informationsgewinn im Ernstfall zu liefern, um Schäden möglichst zu minimieren.

Klassische Hochwasser- oder Starkregenwarnsysteme sind aufgrund kurzer Fließzeiten an den Gewässern der Stadt Waldenbuch mitunter problematisch und zu eventuell ungenau. Die Hochwasserwellen erreichen nach der Erfassung über einen Pegel binnen kurzer Zeit die zu schützenden Bereiche. Die direkte Messung sozusagen vor der Haustür, hilft die Vorhersage zu präzisieren und Reaktionszeit zu gewinnen.

Die rein hydraulische Betrachtung ist dabei nicht ausreichend. Der Einbezug weiterer Zustandsgrößen, wie der Bodenfeuchte und Niederschlagsmenge in erforderlich um Hochwasserscheitel genauer vorherzusagen oder die Hochwassergefahr frühzeitig zu detektieren.

In der Stadt Waldenbuch wurden insgesamt 9 autarke radar- oder ultraschallbasierte Pegel ausgebracht. Dieser Messaufbau wurde um 5 verteilte reele Regenmesser erweitert. Kameras überwachen Rechenanlagen. Zusätzlich stehen ein Landespegel und Pegel des Landkreises und der Nachbarkommunen zur Verfügung

FLIWAS

Für das Hochwassermanagement der Stadt Waldenbuch wird die Plattform **FLIWAS** (Flutinformations- und -warnsystem) genutzt. **FLIWAS** ist ein webbasiertes System zur Informationsbereitstellung und Kommunikation im Hochwasserkrisenmanagement. Die Anwendung wird auf mehreren Ebenen der öffentlichen Verwaltung sowie Wasserverbänden eingesetzt.

FLIWAS kann auf jedem Endgerät mit Internetzugang genutzt werden. Auf diese Weise ist der Informationsgleichstand aller Beteiligten im Hochwasserschutz jederzeit und ortsunabhängig sichergestellt.

Das Cockpit oder die Benutzeroberfläche ist individuell an Ihre Bedürfnisse der Stadt Waldenbuch angepasst. Die Stadt Waldenbuch legt fest, welche Pegelmesswerte und Diagramme, Wetterwarnungen, Hochwasserrückhaltebecken, Webcams oder andere Informationsquellen im Cockpit angezeigt werden.

Hierbei werden sowohl Messeinrichtungen und Pegel Dritter, virtuelle Messungen aber auch eigene eingerichtete Pegel angebunden. Weiterhin können Nachbarkommunen auf Messinformationen der Stadt Waldenbuch zurückgreifen.

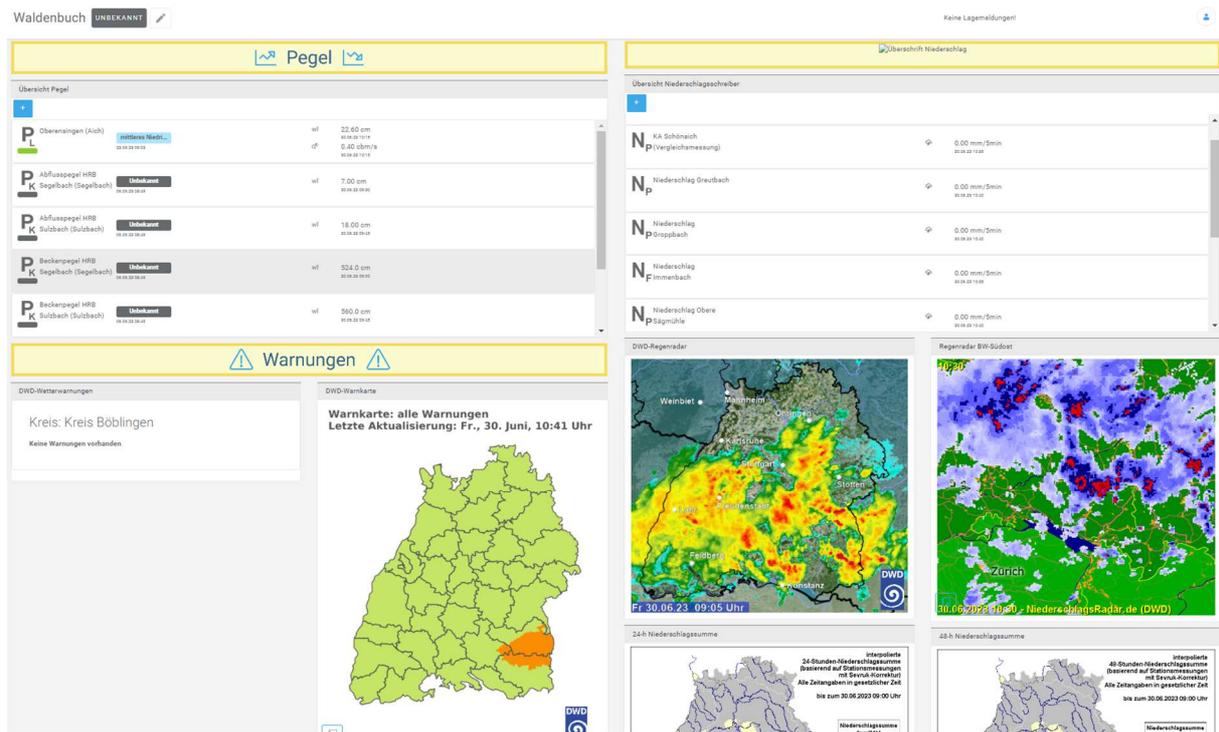


Abb. 1 – Auszug Cockpit FLIWS

Über das **FLIWS**-Cockpit ist die Stadt Waldenbuch jederzeit informiert, selbst wenn sich mit Maßnahmen verbundene Personen nicht am Ort oder Bildschirm-Arbeitsplatz befinden.

FLIWS liefert der Stadt Waldenbuch Zustandsinformationen von Staubecken Segelbach und Sulzbach, Hochwasserrückhaltebecken Bonholz oder anderen kritischen Objekten wie Recheneinläufe sowie Informationen zu Leiteinrichtungen oder Füllständen im Kanalsystem. Weiterhin Messwerte von Pegeln an Fließgewässern und Kamerabilder an definierten Einrichtungen weitestgehend ohne Zeitverzug.

Über **FLIWS** ist die Stadt Waldenbuch in der Lage automatische Benachrichtigungen zu versenden, wenn beispielsweise bestimmte Pegelmesswerte überschritten werden oder die Nachbarkommune die Alarmstufe erhöht hat.

Planbare Maßnahmen aus dem Hochwasseralarm- und Einsatzplan werden in **FLIWS** hinterlegt und mit Schwellenwerten verknüpft. Im Ereignisfall erfolgt eine automatische Erinnerung an die Durchführung der jeweiligen Maßnahme.

Ein großer Vorteil von **FLIWS** ist weiterhin, dass hiermit eine Interkommunale Zusammenarbeit möglich ist. Die Stadt Waldenbuch entscheidet hierbei selbst, welche Informationen freigegeben werden.

Funktionsweise Datengewinnung

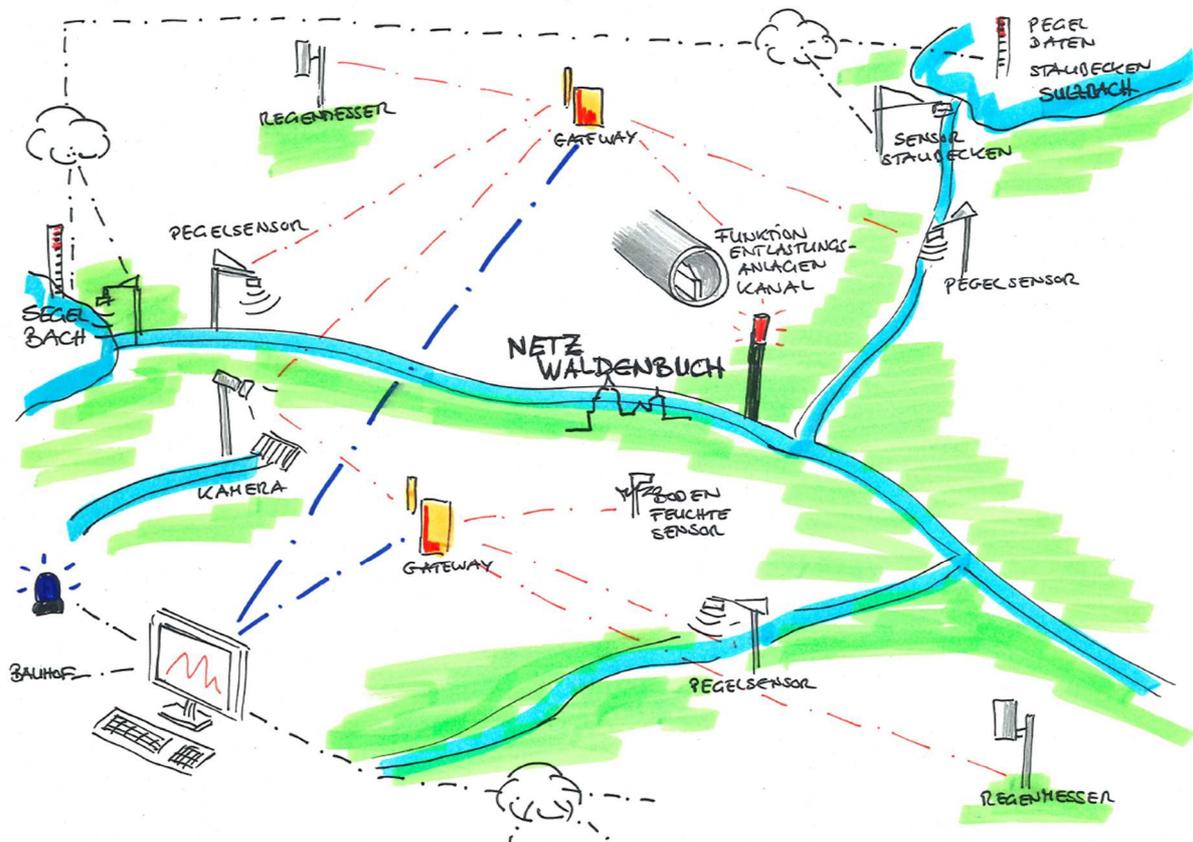


Abb. 2 – Funktionsschema Datenquellen und Übertragung Stadt Waldenbuch

Die Datengewinnung der Stadt Waldenbuch erfolgt über Sensoreinrichtungen wie z.B. Wasserstandspegel, Regenmesser, Bodenfeuchtesensoren, Füllstandssensoren, Kameras oder virtuelle Messungen.

Hierbei wird sowohl auf eigene eingerichtete Pegel und Messanlagen zugegriffen, als auch auf Pegel- und Messeinrichtungen Dritter.

Die Übertragung der Daten erfolgt dabei über das Internet sowie ein eigens dafür angelegtes sogenanntes **LoRaWAN**[®]-Netz.

Die Systematik ist so aufgebaut, dass hersteller- und fabrikatsunabhängig jederzeit problemlos Erweiterungen oder Änderungen vorgenommen werden können.

Programmierung von Schwellenwerten oder Automatisierungen können ohne teure Aufwandskosten für IT-Fachpersonal selbst vorgenommen werden.

Der Zugriff auf die Daten ist auch von mobilen Endgeräten aus an jedem Ort möglich. Zugriff auf die Steuerung kann von jedem mit dem Internet verbundenen Gerät erfolgen.



Abb. 3 – Zugriff auf die Daten von jedem Ort aus möglich.

LoRaWAN®-Netzwerk Stadt Waldenbuch

Zur Übertragung der Daten von Pegeleinrichtungen, Kamera oder anderen Sensoren hat die Stadt Waldenbuch in Zusammenarbeit mit der NETZE BW ein **LoRaWAN®** Netz aufgebaut.

LoRaWAN® ist eine strahlungsarme Funktechnik (vergleichbar Babyphone) , die energieeffizient Daten einer Vielzahl von Sensoren überträgt. Mit Hilfe von IoT (Internet of Things) werden die gesammelten Daten „schlau“ und vollautomatisiert in das Cockpit wie FLIWAS oder Workflows integriert.

Die Sensoren sind weitestgehend batteriebetrieben. Das hat neben der Stromeinsparung den Vorteil, dass lokal auftretende Stromausfälle keine Auswirkungen auf Messdaten haben. In Abhängigkeit vom Datenversand sind Batterielaufzeiten größer 5 Jahre möglich.

Nähere allgemeine Informationen zum **LoRaWAN®** - Netz können unter nachfolgendem Link abgerufen werden:

[LoRaWAN® - Netze BW GmbH \(netze-bw.de\)](http://netze-bw.de)

Die Stadt Waldenbuch nutzt das **LoRaWAN®** aktuell weiterhin auch für Glatteissensoren und Steuerung des Winterdienstes, Rattenbekämpfung und zur Auslesung von Zählerständen an Wasseruhren.

Das **LoRaWAN®** Netz hat je nach Topographie eine Reichweite von 2-15km und nutzt den Frequenzbereich 867-869 MHz. Mit nur wenigen Gateways zur Datenübertragung können viele Endgeräte (<10.000) erreicht werden.

Von der Stadt Waldenbuch sind nach Installation des Systems zum Hochwasserschutz ca. 35 Sensoren im Einsatz.

Die Datenübertragung erfolgt mit einer Ende-zu-Ende-Verschlüsselung. Die Daten liegen auf Servern der EnBW in Baden-Württemberg.

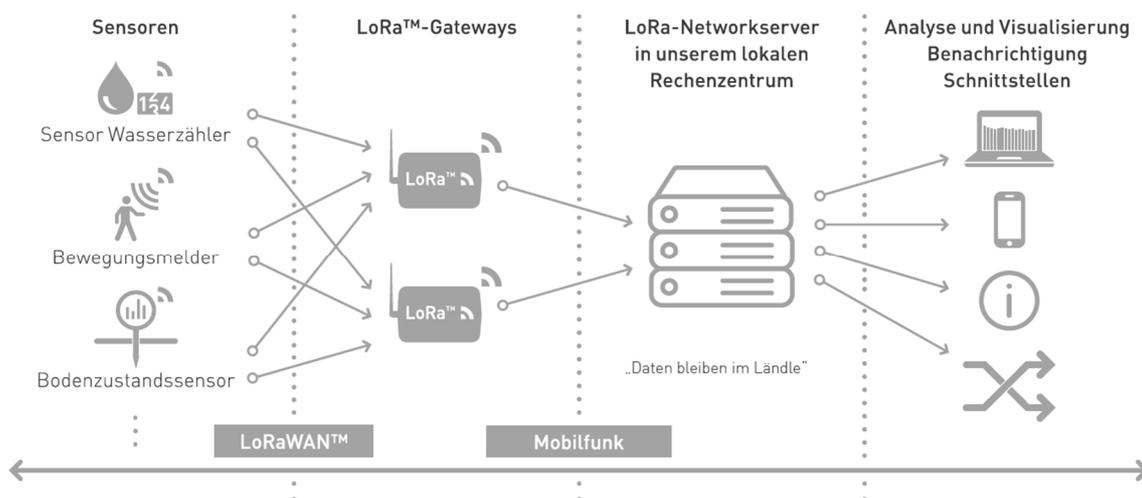


Abb. 4 Datenübertragung **LoRaWAN®**-Netz

Zur Einrichtung der erforderlichen Gateways wurde im Vorfeld eine Analyse durchgeführt, welche die Standorte der derzeit geplanten und vorhandenen Sensoreinrichtungen der Stadt Waldenbuch berücksichtigt. Nachfolgend ist die Abdeckung grafisch dargestellt.



Abb. 5 Netzabdeckung **LoRaWAN®-Netz**

Die Gateways der Stadt Waldenbuch befinden sich auf dem Dach der **Sporthalle Hermannshalde** sowie im **Turm des Alten Rathauses**.

Die Grafik zeigt die theoretische Abdeckung mit den beiden Gateways an. Der Bereich Richtung Kläranlage und Burkhardsmühle wird über das **LoRaWan®-Netz Aichtal** abgedeckt.

Die in der Grafik vorhandenen Lücken im Bereich hinterer Hasenhof, Teile der Glashütte oder Schillerstrasse sind Bereiche ohne derzeitige Sensoren.

Die Grafik stellt lediglich die theoretische Abdeckung anhand einer Simulation dar. Die exakte Lage der Sensoren in oder außerhalb von Gebäuden, in Kellerräumen oder an Masten kann die Übertragung sowohl positiv als auch negativ beeinflussen.

Sofern im laufenden Betrieb Probleme auftreten können ohne größere Probleme und mit überschaubaren Kosten weitere Gateways platziert werden.

Informationsquellen

Übersicht

Die Stadt Waldenbuch hat zur Datengewinnung ein Mess- und Pegelsystem aufgebaut welches in nachfolgender Abbildung dargestellt ist.

Nicht dargestellt sind die Pegel des Wasserwirtschaftsamts Böblingen am Segelbachbecken oder Sulzbachbecken sowie Pegel der Nachbarkommunen.

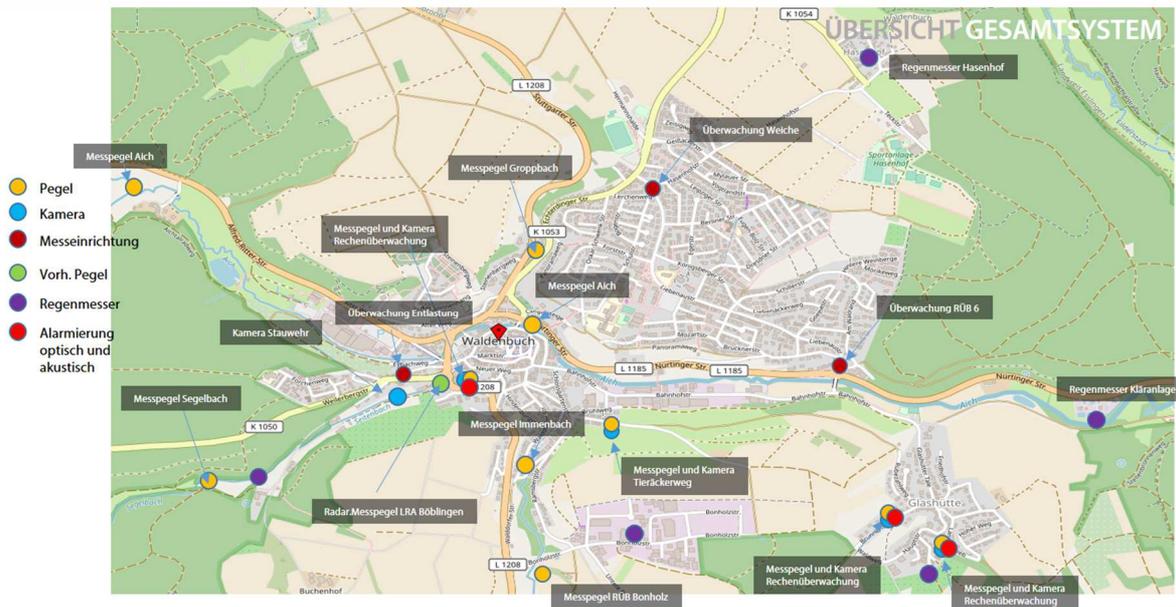


Abb. 6 Gesamtsystem Pegel und Messeinrichtungen

Im System sind verschiedene Arten an Pegeln- und Messeinrichtungen implementiert. Weiterhin Einrichtungen, welche auf Grundlage die Datenermittlung gesteuert werden können.

Die eigenen Messeinrichtungen der Stadt Waldenbuch funktionieren auf unterschiedliche Art und Weise und es werden mehrere Hersteller und Anbieter eingesetzt. Die Installationen sind aber stets kompatibel und erfüllen vollumfänglich die gesetzten Anforderungen der Stadt Waldenbuch.

Es sind so z.B. batteriebetriebene Messeinrichtungen an Stellen platziert, an welchen lediglich eine Datengewinnung erfolgt und eine Stromleitungsverlegung unwirtschaftlich wäre. Diese Installationen können bei Bedarf jederzeit und ohne großen Aufwand an anderen Stellen eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich sowohl um Pegel als auch Kameras oder Regenmesser. Die Installation erfolgt hier an bereits vorhandenen Masten oder Standardmasten für Strassenschilder.

Weiterhin sind fest installierte Einrichtungen vorgesehen, an Stellen wo gleichzeitig mehrere Funktionen erfüllt werden müssen oder z.B. die direkte Steuerung einer Anlage erforderlich ist.



Abb. 7 Beispiele für batteriebetriebene Pegelsensoren oder Regenmesser.

Pegelmessungen **Staubecken Segelbach** und **Staubecken Sulzbach**

Die Zu- und Ablaufpegel sowie Wasserstände der Staubecken Segelbach und Sulzbach werden vom Wasserverband Aich betrieben. Die gewonnenen Daten werden der Stadt Waldenbuch in **FLIWAS** zur Verfügung gestellt. Auf die Steuerung der Becken hat die Stadt Waldenbuch keinen direkten Einfluss.

Pegel von **Nachbarkommunen** und **Landespegel**

Messdaten von Nachbarkommunen sowohl Im Zufluss auch Abfluss werden von der Stadt Waldenbuch in **FLIWAS** genutzt.

So z.B. Pegel in Holzgerlingen, Schönaich oder Aichtal.

Auch nachgeschaltete Pegel können aufschlussreiche Informationen über Peaks oder nachfolgende Wellen liefern.

Nachbarkommunen können bei Bedarf auch auf die Daten der Pegel der Stadt Waldenbuch zugreifen.

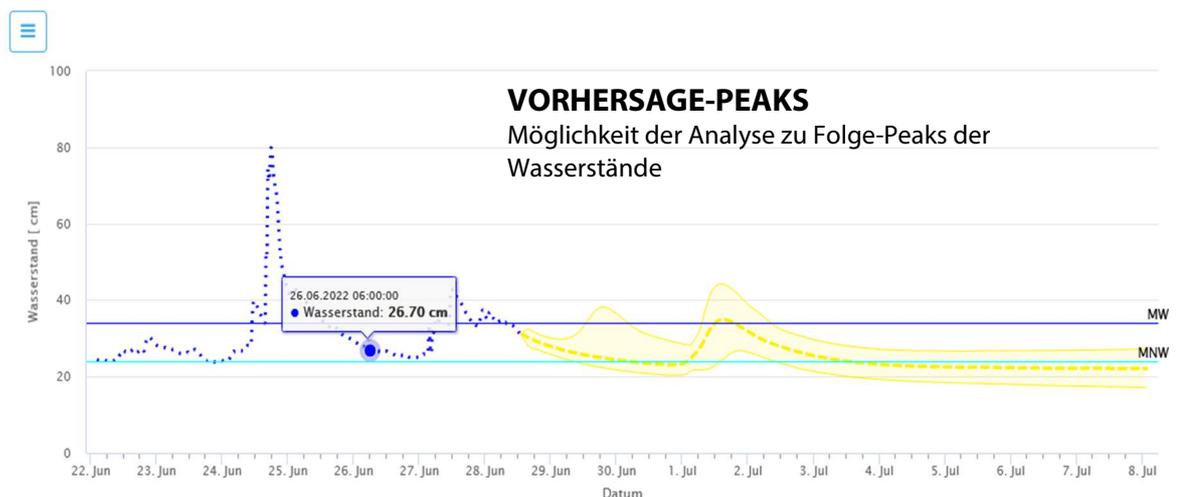


Abb. 8 Beispiel Pegelgrafik Landespegel (in gelb der erwartete zukünftige Verlauf mit Spreizung).



Abb. 9 Beispiel Ablaufpegel Segelbachbecken (Wasserverband Aich)



Abb. 10 Beispiel Pegelsensor Seitenbach an der Brücke dm-Markt/AWG (Wasserverband Aich)

Pegelmessungen **Hochwasserrückhaltebecken Bonholz**

Der Pegel des Hochwasserrückhaltebeckens ist ein Pegel der Stadt Waldenbuch und meldet den Füllstand sowie Abflussmenge. Zur Regulierung des Abflufs ist ein feststehender Schieber eingebaut.

In Kombination mit naheliegendem Entlastungsbauwerk der Kanalisation wird bei Alarmierung des Pegels der Bauhof oder der Stauwärter zum Schließen oder Öffnen alarmiert.

Pegeleinrichtungen Fließgewässer

Die Stadt Waldenbuch hat an Fließgewässern ein Netz von Pegelsensoren aufgebaut.

Diese Lage der Pegel ist auf Abb. 6 und im Anhang I vergrößert dargestellt.

Die Pegel befinden sich an folgenden Standorten:

AICH

- Messpegel AICH I, Brücke Sägemühle
- Messpegel AICH II, Brücke Krone

SEITENBACH

- Messpegel Seitenbach I (Schützenhaus)
- Messpegel Seitenbach II (dm-Markt/AWG)

GROPPBACH

- Messpegel Groppbach

IMMENBACH

- Messpegel Immbach

TIERÄCKERWEG

- Messpegel Tieräckerweg

BRUNNENBACH

- Messpegel Brunnenbach

LANGER TRIEB

- Messpegel Langer Trieb

Die Pegel messen und melden kontinuierlich die Wasserstände.

Über das System werden die Wasserstände dokumentiert und an jeden einzelnen Standort mit mehrstufigen Schwellenwerten versehen.

Bei Erreichen der Schwellenwerte tritt der von der Stadt Waldenbuch festgelegte Alarmierungsautomatismus ein.

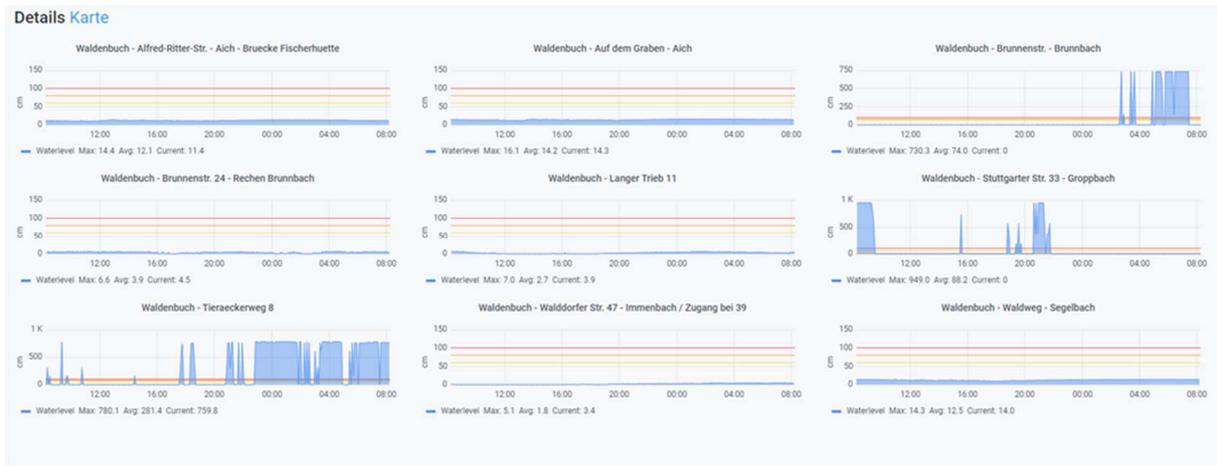


Abb. 11 Beispiel Einzelmessungen Pegelstände

Niederschlagsmessungen

Für Niederschlagsmessungen wurden von der Stadt Waldenbuch 5 Messeinrichtungen installiert

- **Schützenhaus Waldenbuch**
- **Zweckverband ZV HTN**
- **Zeltplatz Ponderosa**
- **Kläranlage**
- **Hasenhof – Hasenhofstrasse**

Die Regenmesser meldet punktuell die Niederschlagsmengen. Bei Erreichen eines Schwellenwerts können ebenso wie bei den Pegelsensoren Alarmierungen auslösen.

Die gewonnenen Daten ergänzen und verifizieren die virtuellen Regenschreiber.

Vorteil der Messung vor Ort ist in Verbindung mit den jeweiligen Einzugsgebieten und virtuellen Messungen eine verbesserte lokale Vorhersage bei Starkregen oder Hochwassergefahr indem zum Beispiel die Pegel der Stadt Waldenbuch Unternehmen Wetterinstituten wie Kachelmann zur Verfügung gestellt werden.

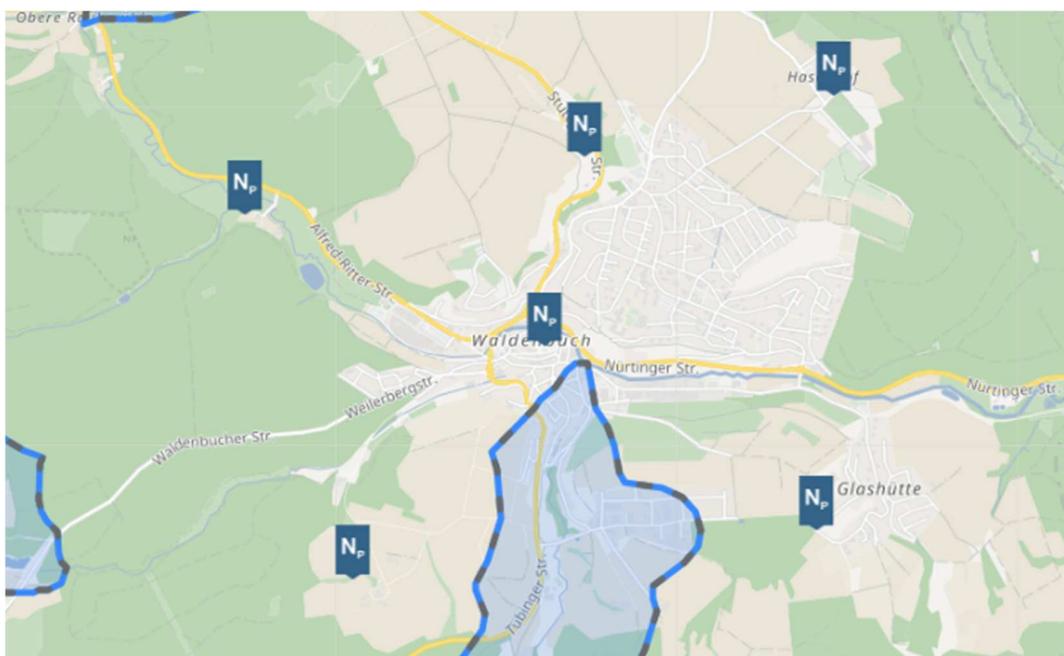


Abb. 12 Virtuelle Niederschlagspegel ergänzt durch reelle Pegel und Auswertung mit Einzugsgebieten.

Kameraüberwachung

Ergänzend zu den Pegelmessungen wurden von der Stadt Waldenbuch 5 Kamerastandorte zur optischen Überwachung von Rechenanlagen installiert

- **Rechenanlage Brunnenstrasse**
- **Rechenanlage Langer Trieb**
- **Rechenanlage Tieräckerweg**
- **Rechenanlage Gropfbach**
- **Rechenanlage Seitenbach bei dm-Markt/AWG**

Die Kamerabilder liefern in festgelegten Abständen ein Bild zum jeweiligen Zustand der Rechenanlage. Bei Bedarf können auch Livebilder gezeigt werden.



Abb. 13 Kamerabilder zur Überwachung der Rechenanlagen

Der Vorteil ist hierbei, dass der Bauhof nicht alle Rechenanlagen einzeln anfahren muss, sondern gezielt an den wichtigen Stellen direkt eingreifen kann.

Überwachung Entlastungsbauwerke

Ein Teilbereich des Systems sind ebenso Überwachungseinrichtungen im unterirdischen Kanalsystem.

Ohne direkt Steuermöglichkeit

- Überwachung Entlastungsklappe am RÜB 6, Liebenaukreisel
- Überwachung Kanalweiche Liebenaustrasse
- Überwachung Entlastungsanlagen Weilerbergstrasse

Die Überwachung der Funktion dieser Einrichtung dient der Optimierung des Betriebs im Hochwasser-/Starkregenfall. Gleichzeitig soll sichergestellt werden, dass die Funktion in Extremfällen gegeben ist.

Bei weniger Starken Regenfällen oder Wasseraufkommen kann anhand der gewonnenen Werte bei Bedarf nachjustiert werden und die theoretisch berechneten Daten abgeglichen werden.

Mit Steuermöglichkeit

- Überwachung Entlastung Retentionsbecken Kanal Bonholz
- Überwachung Entlastung Retentionsbecken Kanal Bundeswanderweg

Die Überwachung dieser Einrichtungen dient der Entlastung der Kläranlage im Extremfall.

Die Daten werden zusätzlich direkt an die Kläranlage gesendet.

Kennzeichnung der Anlagen und Bürgerinformation

An den Pegelmessstationen wurden von der Stadt Waldenbuch Informationstafeln angebracht.

Diese Tafel informieren über die Messeinrichtung. Weiterhin gelangt man über einen QR-Code auf die Homepage der Stadt Waldenbuch.

Dort finden sich dann weiterhin Informationen zu Starkregenkarten und wichtige Informationen auch zur möglichen eigenen Vorsorge gegen Starkregen oder Hochwasser.



Abb. 14 Beschilderung Monitoring/Pegelmessstellen

Alarmierung / Frühwarnsystem

In FLIWAS sind die installierten Pegel übersichtlich dargestellt und mit Warnmeldungen hinterlegt. Sobald Schwellenwerte überschritten sind werden automatisiert Alarmierungen abgesetzt.

Alarmierungsstufe 1 – Zweckverband HTN,

Alarmierungsstufe 2 – Anwohner

Alarmierungsstufe 3 – Feuerwehr (Krisenstab/Bürgermeister)

Die Alarmierungsschwellen sind frei definierbar.

Zu Beginn sind diese an HQ50/HQ100 orientiert.

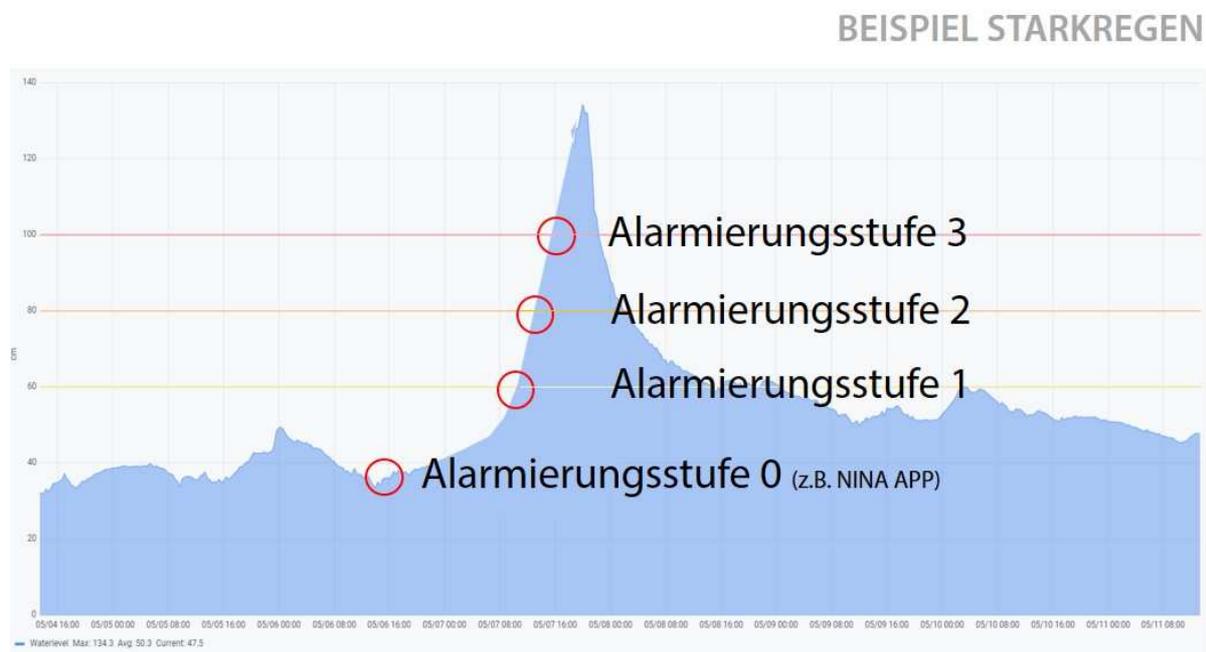


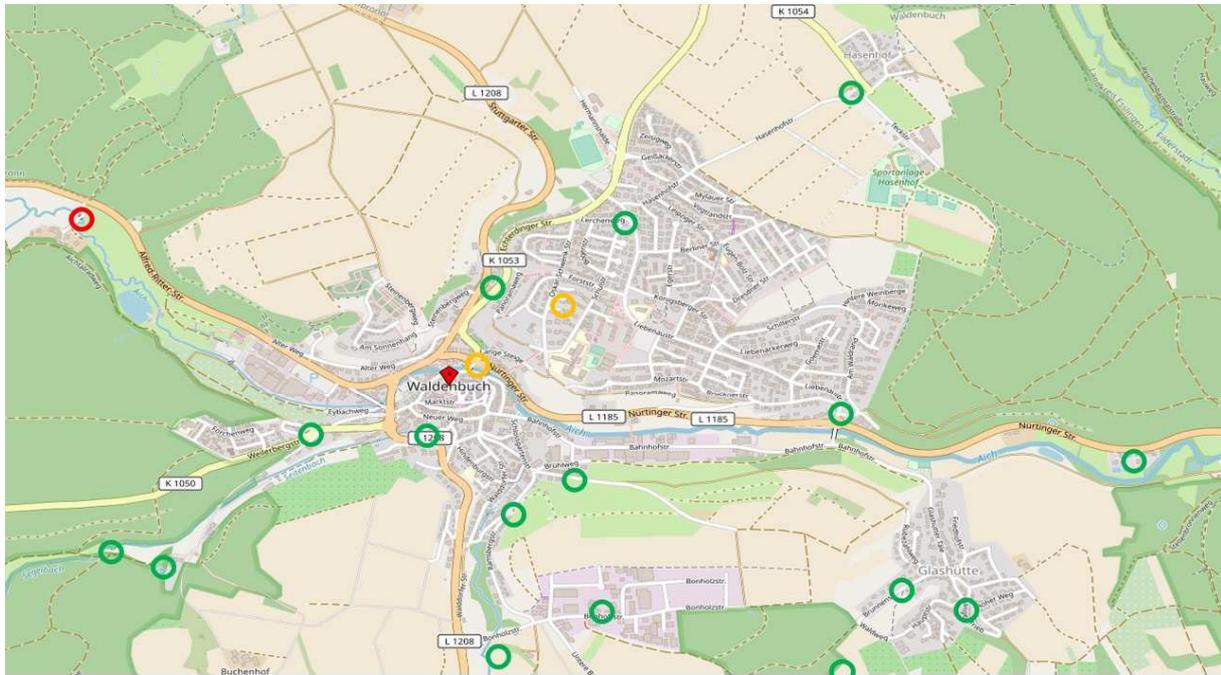
Abb. 15 Schaubild Alarmierungsstufen

Zur Ergänzung des vorliegenden Hochwasser-/Starkregen Krisenplans, aus welchen die Ablaufschemen im Notfall ersichtlich sind und nach welchen entsprechend gehandelt wird, werden die Alarmierungsprozesse erarbeitet.

Alarmierungen werden vom jeweiligen Empfänger quittiert, so dass sichergestellt ist, dass diese auch den vorgesehenen Empfänger erreicht haben. Erfolgt keine Quittierung findet eine Alarmweitschaltung statt.

Optisch wird über das eingerichtete Cockpit der jeweilige Schwellenstand der einzelnen Pegel- und Messeinrichtungen wie folgt dargestellt.

Diese Übersicht wird über die Homepage der Stadt Waldenbuch frei einsehbar.



- Kreise markieren Pegel- oder Regensensoren an Ort und Stelle, durch Auswahl werden aktuelle Messwerte angezeigt
- Bei Überschreiten der voreingestellten Grenzwerte verfärben sich optisch die Ringe. Alarmierung erfolgt zudem automatisch z.B. an Feuerwehr/Bauhof/Einwohner

Abb. 16 Übersicht Alarmierungsstufen Cockpit

Automatisierung

Im Gesamtsystem sind mehrere Automatismen vorgesehen.

1 Pegel Seitenbach II (dm-Markt/AWG):

Bei Erreichen des ersten Schwellenwertes wird über eine Signalweiterleitung das Rolltor in der Zufahrt zur Rechenanlage automatisch geöffnet. Somit ist sichergestellt, dass der Bereich beim Eintreffen des Bauhofs frei zugänglich ist.

Im Falle eines weiträumigen Stromausfalls kann das Tor dennoch manuell geöffnet werden.

2 Pegel Brunnenbach, Seitenbach und Langer Trieb

Am Brunnenbach, Seitenbach und Langer Trieb werden zusätzlich akustische und optische Alarmierungssysteme eingerichtet. Bei Erreichen des ersten Schwellenwertes wird über eine rote Signallampe gewarnt, gleichzeitig ertönt ein Sirensignal zur Warnung der direkten Anwohner.

Das Signal kann kabellos über einen weiteren oder mehrere Signalmaste weitergeschaltet werden.



ÜBERWACHUNG VON RECHENANLAGEN
AUTOMATISCHE ALARMIERUNG VOR ORT



Abb. 17 Alarmleuchten mit akustischem Signal

Stromausfall, Diebstahl und Vandalismus, Manipulation

Stromausfall:

Die Systemanlagen sind größtenteils batteriebetrieben oder akkugepuffert. Sofern kein weiträumiger Stromausfall mit gleichzeitigem Funknetzausfall stattfindet ist das System auch weiterhin in Betrieb.

Diebstahl und Vandalismus

Die Anlagenteile sind diebstahlgesichert und mit einem GPS-Ortungssystem ausgestattet. Fehlmessungen werden über das System detektiert, gleichzeitig findet eine parallele Wartung durch das Installationsunternehmen als auch regelmäßige Kontrollen durch den Bauhof statt.

Bereitstellung der Daten für die Bevölkerung

Die aktuellen Pegelmesswerte werden über die Homepage der Stadt Waldenbuch zur Einsicht zur Verfügung gestellt.

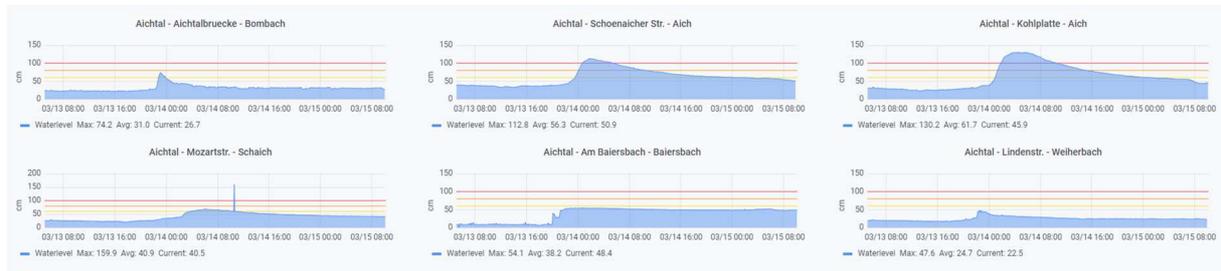


Abb. 18 Veröffentlichung der aktuellen Pegelstände

Weiterhin werden auf den Seiten die Starkregen- und Hochwassergefahrenkarten zur Verfügung gestellt und weitere hilfreiche Informationen und Dokumente zum individuellen Hochwasser- und Starkregenschutz.

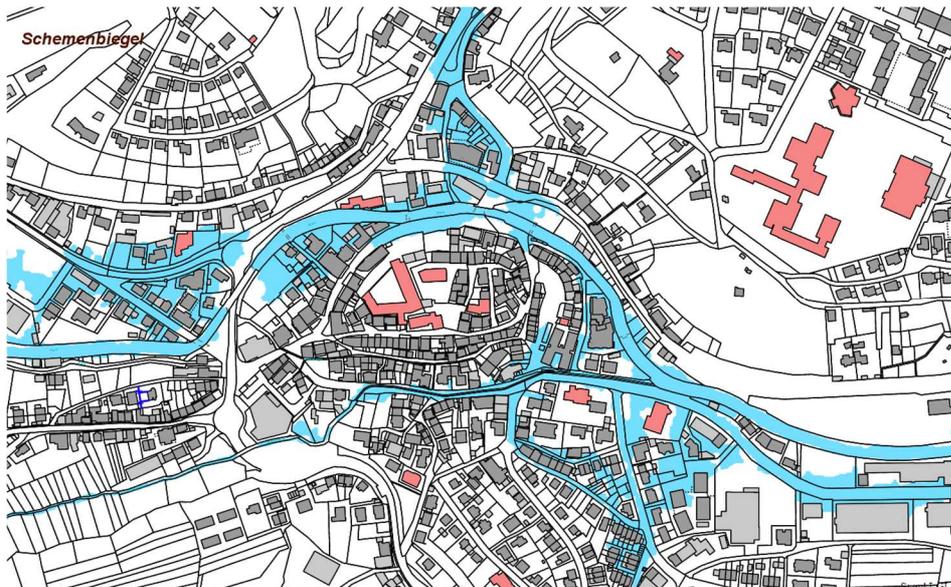


Abb. 19 Beispiel Starkregengefahrenkarte

Ausblick in die Zukunft – Künstliche Intelligenz

Das eingerichtete System der Stadt Waldenbuch ist kein in sich abgeschlossenes System. Weiterentwicklungen oder Erfahrungen sollen ständig Berücksichtigung finden.

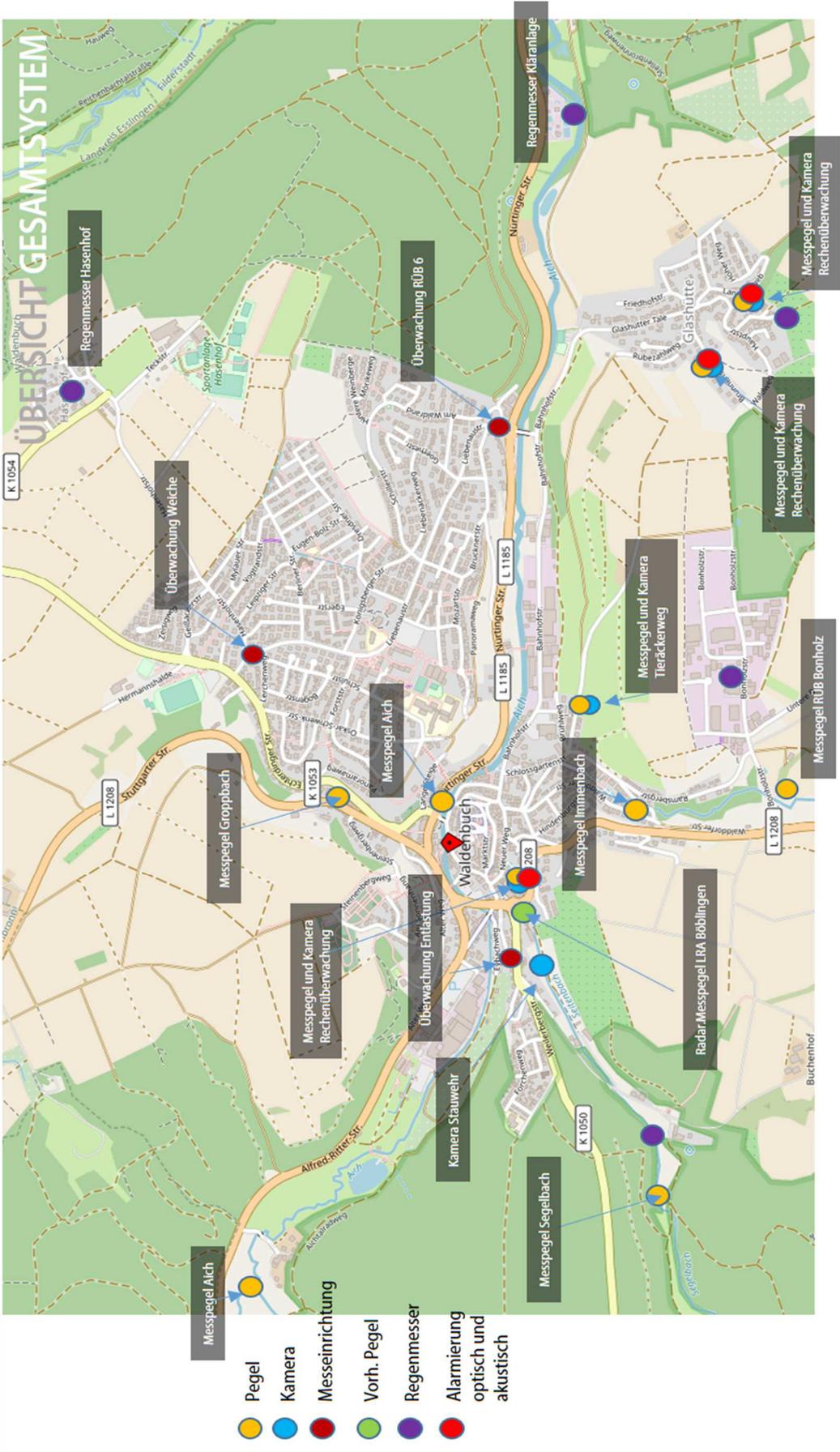
Damit dies möglich ist, wurde das System so offen als nur möglich gestaltet und hat keine Schnittstellenbindung.

Noch weiter gedacht kann es in Zukunft denkbar sein **Künstliche Intelligenz** zu nutzen.

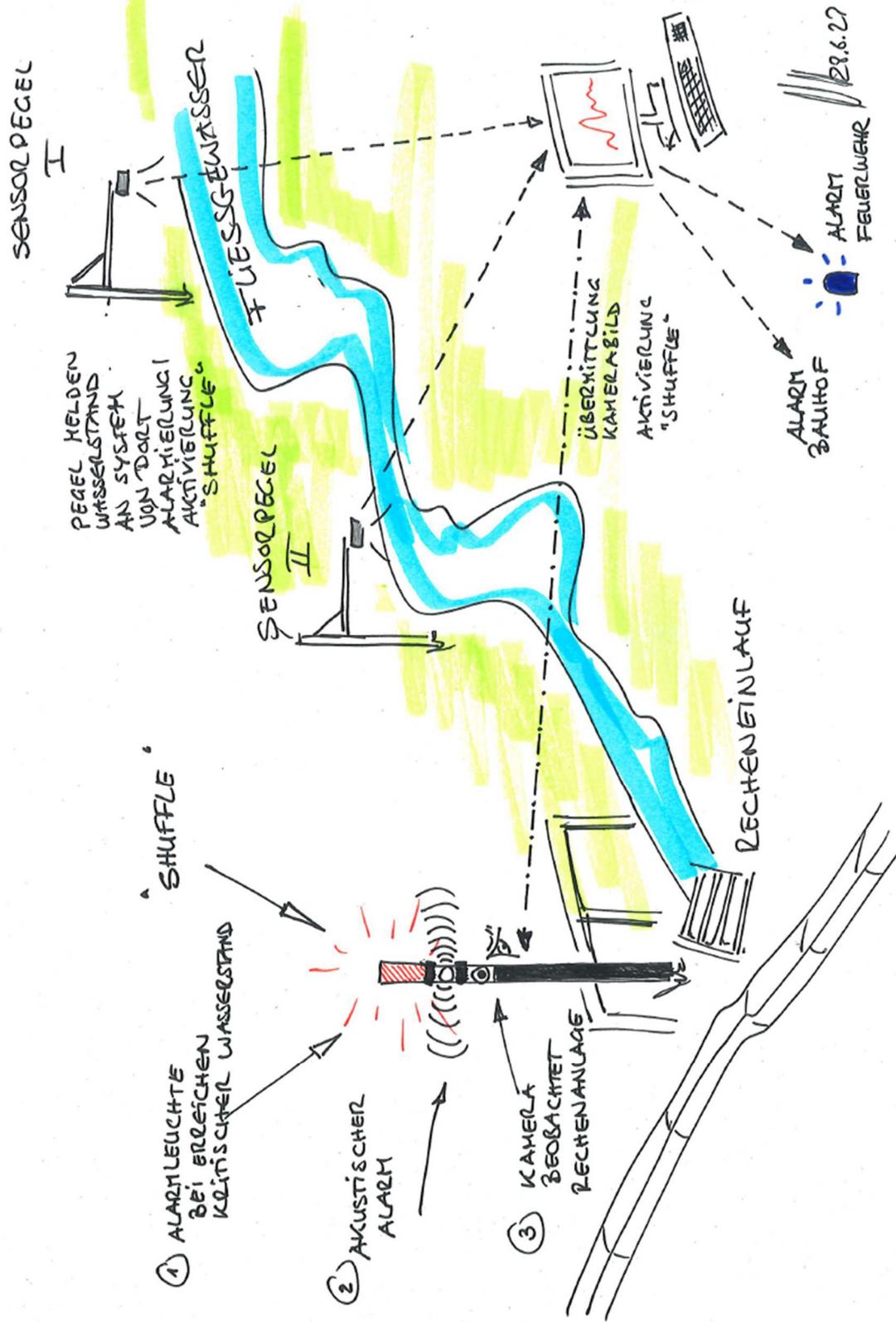
Die lokal erhobenen, aktuellen Sensordaten könnten mit einem KI-Algorithmus in Zusammenhang mit Wettervorhersagen, Informationen zur Beschaffenheit des Geländes sowie **Erfahrungswerten aus der Vergangenheit** bei vergangenen Starkregenereignissen oder Hochwassern verknüpft werden.

Das Ergebnis soll eine dann immer noch genauere und frühzeitigere Vorhersage darstellen.

ANHANG 1 – Übersicht Messeinrichtungen



ANHANG 2 – Übersicht Funktionsweise Alarmierung



ANHANG 3 - Übersicht Funktionsweise Datensammlung

