Unterflurbehälter für die Abfallentsorgung in Berlin

Möglichkeiten der Fernwartung durch smarte Komponenten

Berliner Stadtreinigung . Mario Coopmann . 16. Dezember 2021

Berlin wächst.

Damit wächst der Anspruch an eine moderne Abfallwirtschaft und Stadtsauberkeit!

Stadtentwicklung:

- Erfasster Bestand (2018): **3,748 Mio Personen**
- **Prognose:** Anstieg der Bevölkerung in Berlin bis 2030 um rund 177.000 (+4,7%) auf **3,925 Mio Personen**.

Quelle: stadtentwicklung.berlin.de

„ Die **BSR** versteht sich als **aktive Gestalterin** der Lebensqualität in Berlin, basierend auf den Kerngeschäftsfeldern: **ganzheitliche Stadtsauberkeit sowie Abfall- und Ressourcenwirtschaft**…“

Einige Eckpunkte zur Berliner Stadtreinigung (BSR)

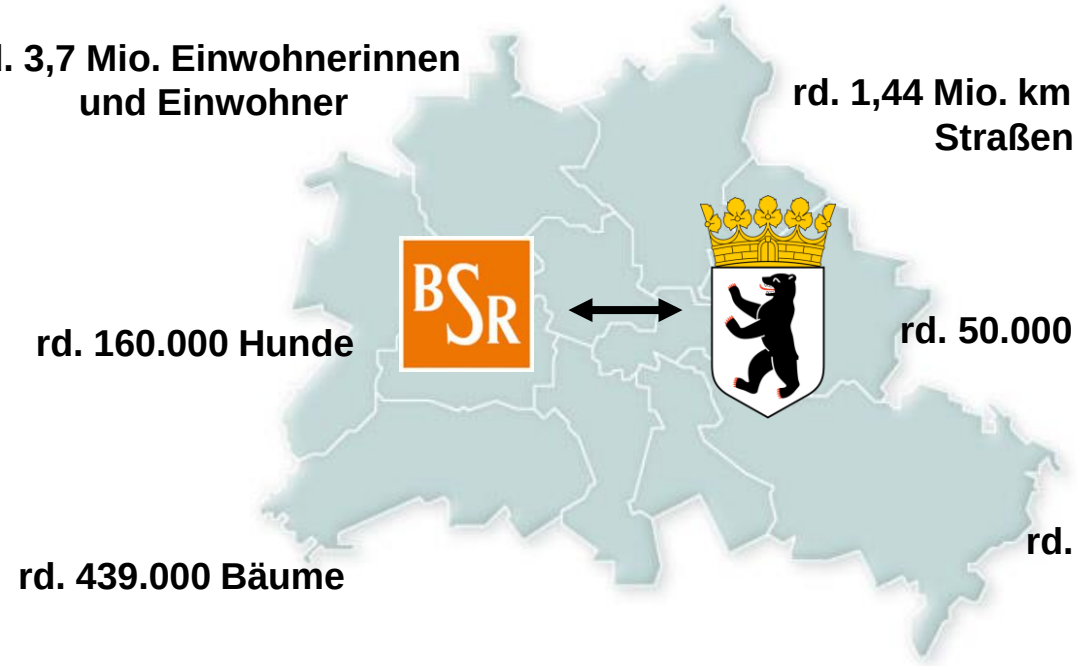
- ca. 6.000 Beschäftigte
- 4 Betriebshöfe Abfallwirtschaft
- 15 RC-Höfe
- 5 Regionalzentren der Flächenreinigung
- eigene Abfallverwertungsanlagen
- u.a.

Infos unter **www.BSR.de**

892 km² Fläche
(größer als München, Frankfurt und Stuttgart zusammen)

rd. 3,7 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner

rd. 1,44 Mio. km Reinigungsleistung auf Straßen und Gehwegen



rd. 160.000 Hunde

rd. 50.000 Tonnen Straßenkehricht

rd. 1,5 Mio. Tonnen Abfall

rd. 439.000 Bäume

rd. 2.000.000 Haushalten
(ca. 490.000 ausgestellte Abfallbehälter)

Quartiersentwicklung in Berlin

Beispiele für die Zukunftsstadt

Waterkant Berlin
2.500 WE
Fertig: 2025
GEWOBAG & WBM

Siemensstadt 2.0
2.800 WE
Plan bis: 2030

Das neue Gartenfeld
3.700 WE
Start: 2024

Schumacher Quartier Nachnutzung TXL
5.500 WE
Plan bis: 2030

Zuschnitt:

- Blockrandbebauung (Platz-Effizienz, möglichst viel Wohnraum schaffen)
- Verkehrsfreie Zonen; Reduktion des Lastenverkehrs
- Kulturelle Vielfalt, Charing-Angebote, SMART
- Wohnen & Arbeiten Mix
- u.a.

Bildquellen: Projektentwickler/ Wohnungsbaugesellschaften
www.waterkant-berlin.de/ https://www.siemensstadt.siemens.com/de/entwicklung/wettbewerbe/hochbauwettbewerb
https://www.tegelprojekt.de/schumacher-quartier.html
https://www.berlin.de/wirtschaft/bauprojekte/6428178-4470362-das-neue-gartenfeld.html // (c) Cobe Berlin GmbH/ Vanessa Carlow

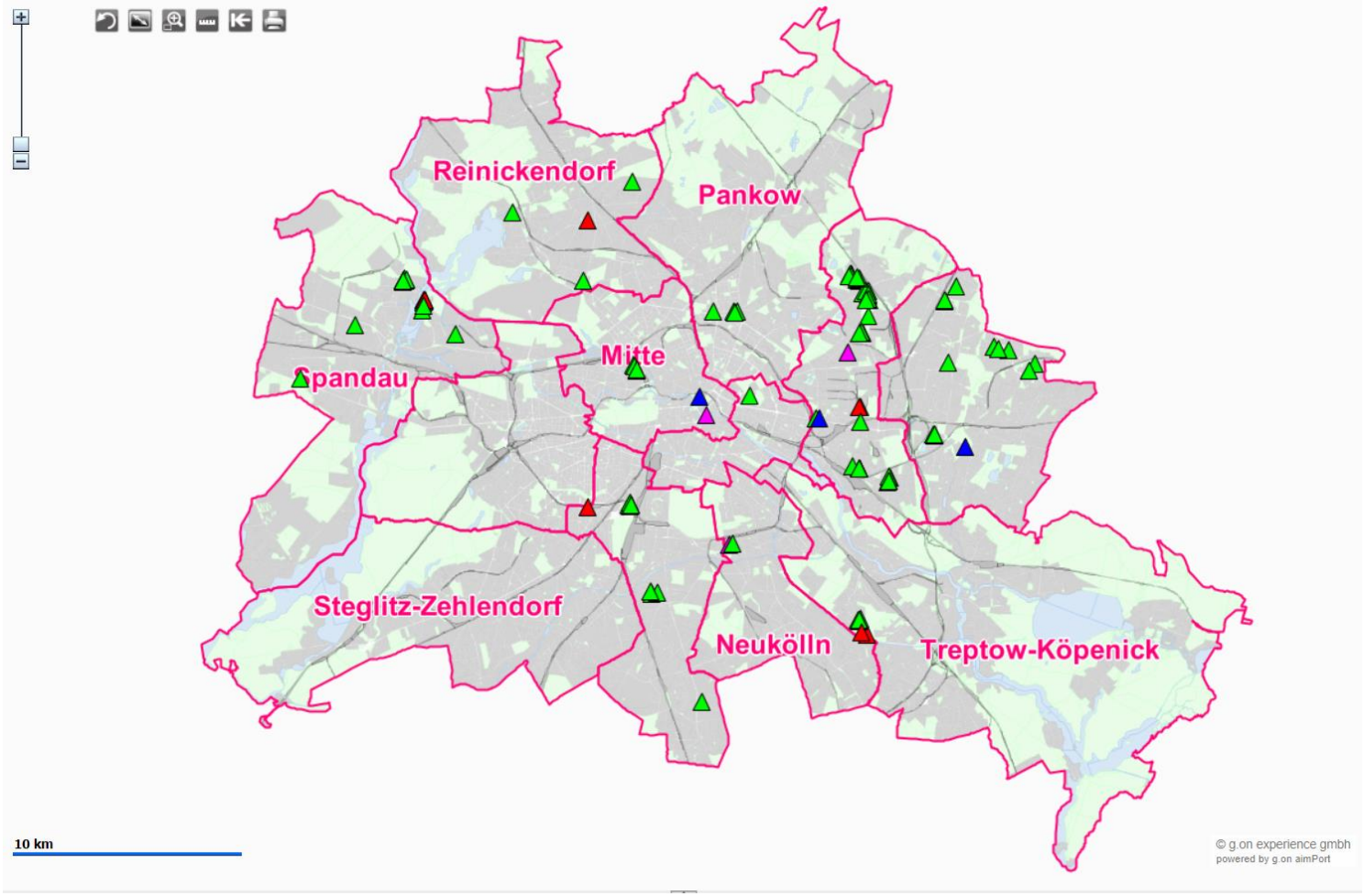
Ein BSR-Lösungsansatz:

Smart Service Konzept-Bausteine für die Quartiersentwicklung

Unterflursysteme sind eine moderne Lösung für die Abfallentsorgung in großen Wohnquartieren. In Berlin wächst die Anzahl UfC jährlich zwischen 60 – 80 Behälter an.

Unterflursysteme
(unter Vertrag)

Gesamt	803
Hausmüll	306
Wertstoffe	154
Papier	148
Glas	71
Biogut	124

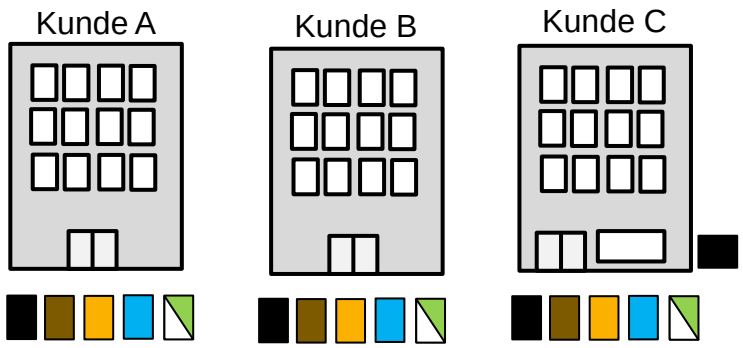


Aktuelles Behältersystem:
Europa (H&G) & Iceberg (Sulo)

Volumen:
ausschließlich 5 m³ für HM

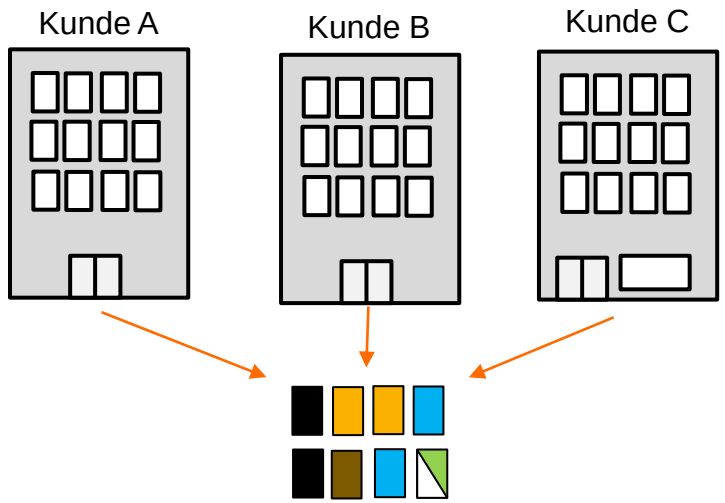
Berlin-Besonderheit:
- BSR-eigene Behälter (HM)
- kundeneigene Behälter (alle anderen Fraktionen)
- Biogut-Sammlung via Lift-Systeme

Quartiersentwicklung – Chancen nutzen
Mit smarten Unterflursystemen noch mehr Platz einsparen!



Klassisch:
Zu jedem Wohn-Grundstück ein eigener Müllstandplatz

→ Platzbedarf für jeden einzelnen Müllstandplatz
→ jeweils Anfahrten/ Entleerungsvorgänge



Smart:
Gemeinschaftlicher Müllstandplatz, unabhängig vom Wohn-Grundstück, unterstützt durch smarte Komponenten

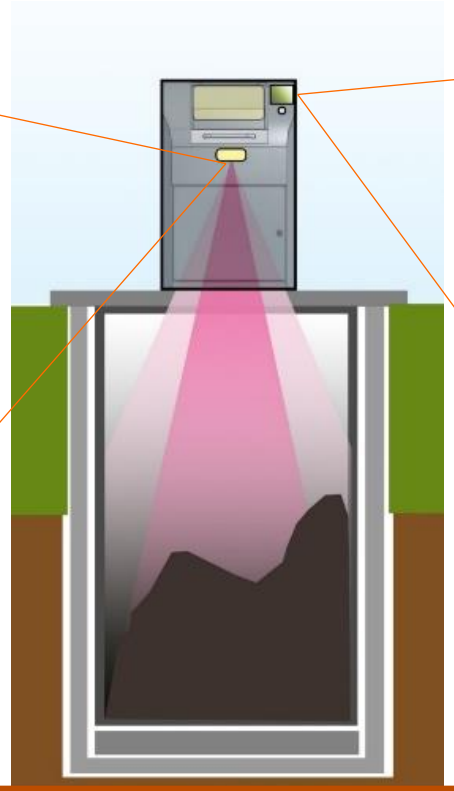
→ ein zentraler Standort = weniger Platzbedarf
→ einmalige Anfahrt = weniger Lastenverkehr

Quartiersentwicklung – Chancen nutzen
Möglichkeiten smarter Komponenten in Unterflursystemen

Die BSR entwickelt Unterflursysteme zukunftsgerichtet weiter. Dabei werden Unterflursysteme mit smarten Komponenten kombiniert.

Füllgrad-Sensor
liefert Live-Daten über den jeweiligen Füllgrad und erkennt Störungen, bspw. wenn der Behälter voll ist.

digitales Behältermanagement und Optimierung der Logistik



Zugangssystem
RFID/NFC Nutzererkennung
Reguliert und Kontrolliert den Zugang zur Klappenöffnung der Abfallbehälter.

ermöglicht Zuordnung der Nutzer bei gemeinschaftlich genutzten Müllstandplätzen

Derzeit testen wir in Deutschlands größtem UFC-Sensortest Füllstandsensorik in 120 Behältern.

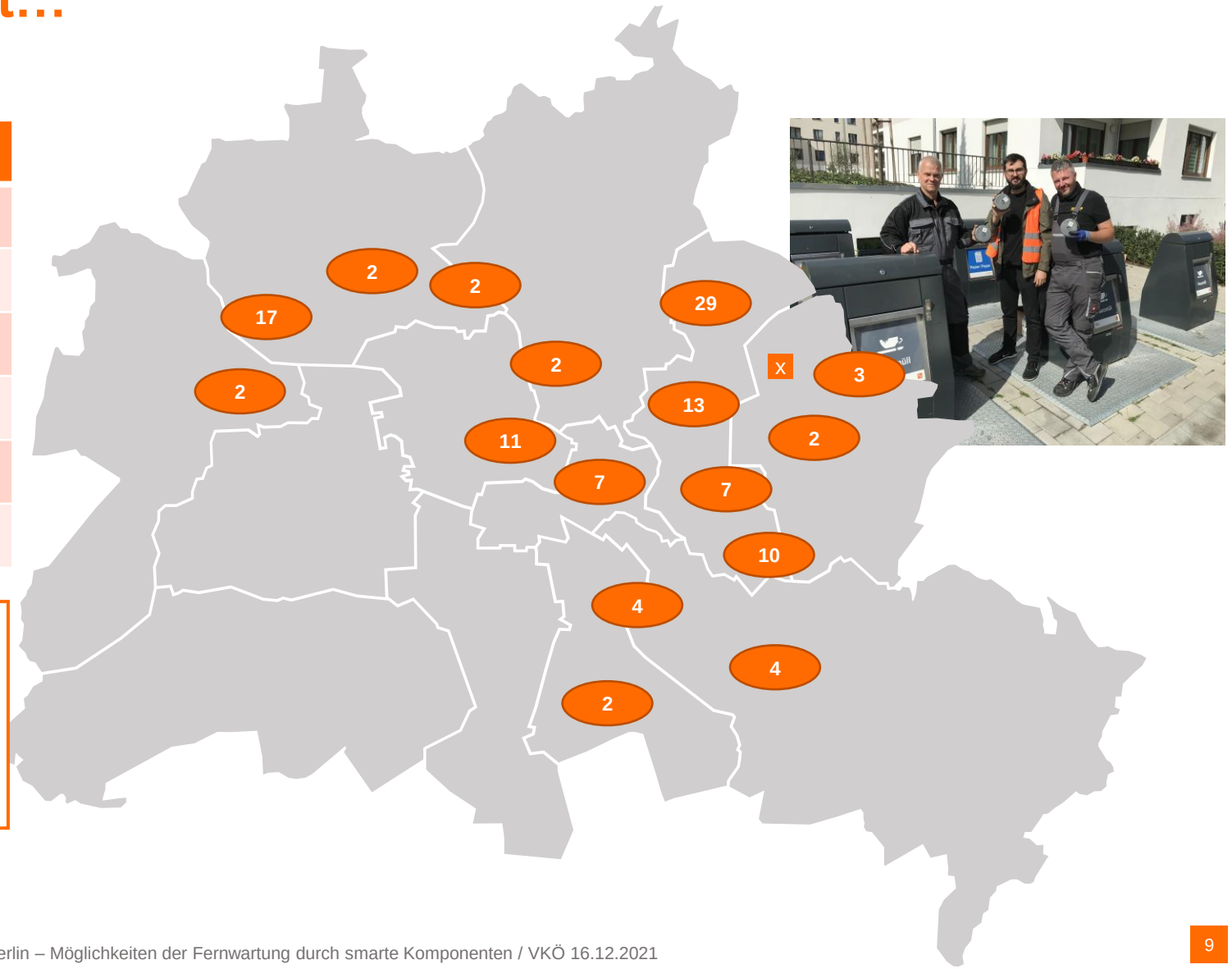
Quelle:: https://vconsyst.com/de/mullentsorgungsprozesse

Im ersten Entwicklungsschritt wurde Füllstandsensorik in Unterflursystemen getestet…

x Betriebshof Nordring

Sensoren beschafft	120
davon verbaut	117
davon verloren	3
davon außer Betrieb	1
Sensoren aktiv im Einsatz	**113**
davon senden valide Daten	110
davon senden nicht	0

- Im Einsatz: MOBA FLS2
- Plattform: MAWIS U2
- Inbetriebnahme 8/2020
- Nachjustierung der Sensoren bis 10/2020
- aktuelle Nutzerlizenz bis 8/2022



Ergebnisse „Füllstand-Sensortest“ - Technische Parameter

Installation & Handhabung

einfach & schnell

- Magnethalterung ermöglich unkomplizierten Einbau (10 Minuten pro System inkl. Kalibrierung)
- Voraussetzung: ebene Oberfläche/ sonst Verlust des Sensors möglich
- Kalibrierung über Android-App auch durch BSR durchführbar

→ **Füllstandsensoren lassen sich unkompliziert verbauen**, ohne Modifizierung des Behälters

→ Ggf. bei zukünftigen Systemaus-schreibungen Halterung für Sensorik entsprechend berücksichtigen (macht Befestigung noch sicherer)

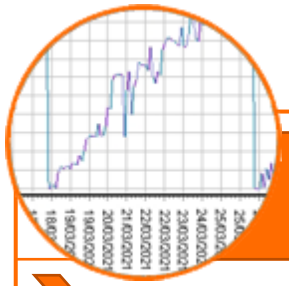
Reichweite & Sendeleistung

umfassend & konstant

- Das Funksignal ist (2G) auch ohne Außenantenne stabil, keine signifikanten Abbrüche der Sendeleistungen
- Keine Interferenzen (Störsignale) zwischen benachbarten Sensoren feststellbar

→ Funktechnologie = zuverlässiger Übertragungsstandard

→ **Für den zukünftigen Einsatz sollten IoT-Übertragungsnetze in Betracht gezogen werden**, da diese langfristig kostengünstiger betrieben werden können (Netzgebühren)



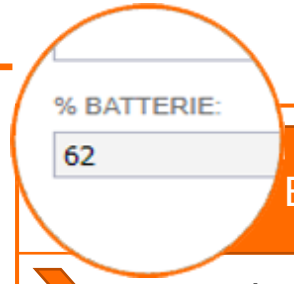
Messungen

plausibel

- 97% der Messdaten sind nachvollziehbar und plausibel. Messwerte stimmen mit Sichtprüfungen vor Ort überein.

→ **Früherkennung von Havarien** mit der getesteten Technik ist nur sehr rudimentär möglich, da das System nicht automatisch Warnnachricht versendet, wenn Messwerte auffällig sind / **kein Standard**

Ergebnisse „Füllstand-Sensortest“ - Technische Parameter



Energieverbrauch

relativ hoch bei Funk

- Nach halbjährlicher Nutzung Batterie-Status im Schnitt schon bei ca. 60%. Grund: anfangs stündliche Taktung der Messintervalle und mehrfache Datenübertragung am Tag
- Die ideale Einstellung der Messintervalle ließ sich im System nicht unmittelbar übernehmen (Systemfehler). Effekt: Batterielebensdauer gemindert

→ Es ist zu bezweifeln, dass die Batterien im aktuellen Setting länger als 1,5 Jahre halten (Hersteller verspricht 2-3 Jahre). Erhöht Wartungsaufwand.

→ **IoT-Systeme brauchen weniger Energie**

Onlineplattform MAWIS

sperrig & langsam

- Kartenübersicht, Statusbericht Sensoren vorhanden
- Bedienung eher umständlich
- noch keine brauchbare Prognosefunktion
- Auswertungsroutinen nicht anpassbar
- Synchrone Messungen waren im Test nicht möglich

→ externen Plattform = Abhängigkeit zum Betreiber/ Dienstleister. Technischer Support etc. nicht garantiert zeitnah gegeben/ Systemfehler nicht selbstständig händelbar

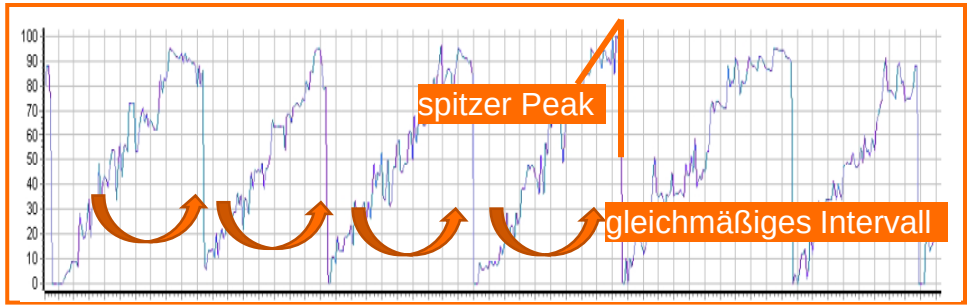
FAZIT Technische Parameter

→ Im Gegensatz zum Piloten 2012 (OutSmart) hat die Technologie **deutlich an Leistung dazugewonnen**

→ **geringe Fehlerquote 2-3%.** Es ist davon auszugehen, dass diese Leistung der Standard ist und auch von anderen Herstellern in gleicher Weise erreicht werden kann (Hardware)

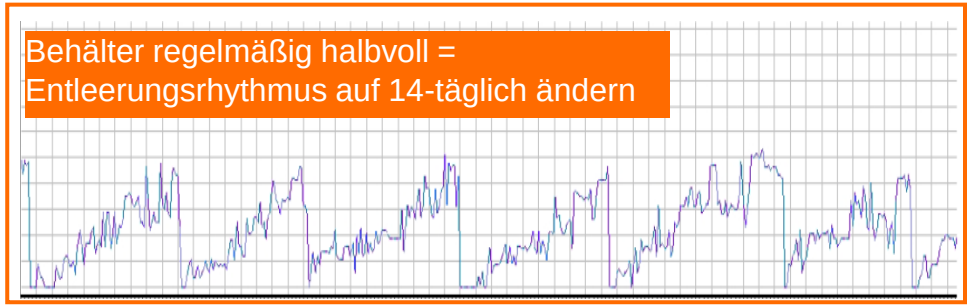
→ Großer Unterschied macht die Anwendung hinter dem System. Die Cloud-Anwendung MAWIS erfüllte im Test noch nicht alle Anforderungen in Bezug auf Funktionen, Auswertung und Bedienbarkeit

Wesentliche Erkenntnisse abgeleitet aus den Messwerten



Logistik und UfC-Kapazitäten sind heute schon sehr gut aufeinander abgestimmt → Effiziente Abfallentsorgung ist gegeben

- Der durchschnittliche Füllstand bei Entleerung liegt bei 84,5 %
- Mehrmengen auf Grund von Feiertagen etc. werden durch erfahrene Tourenplanung & Volumen-Puffer kompensiert.
- Grund: verdichtetes Entsorgungsnetz & gleichbleibendes Abfallaufkommen



Füllstandsensoren helfen bei Initialisierung eines neuen Standortes, Abfallaufkommen systematisch zu verfolgen und ggf. Entsorgungsrhythmen anzupassen

- Bei 3% der Behälter wurden Auffälligkeiten erkannt (z.B. Füllstand dauerhaft <50%). Für die betroffenen Standorte werden Optimierungs-Maßnahmen eingeleitet.

Bisherige Abholung — Angaben in Kilometer (gerundet)

	MO	DI	MI	DO	FR	MO	DI	MI	DO	FR	
Tour 1	41	61	76	0	33	41	61	75	0	29	417
Tour 2	24	58	31	24	0	24	20	41	24	0	246
	65	119	107	24	33	65	81	116	24	29	663

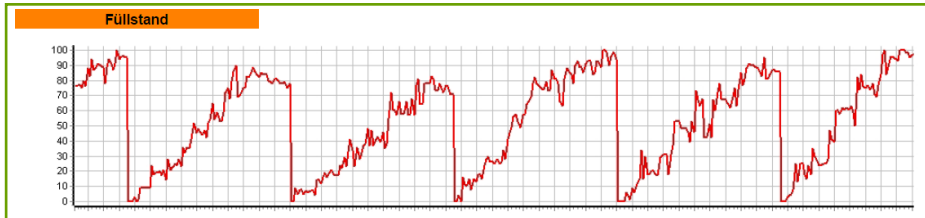
Abholung On Demand — Angaben in Kilometer (gerundet)

	MO	DI	MI	DO	FR	MO	DI	MI	DO	FR	
Tour 1	84	84	60	69	63	53	61	95	26	100	695
Tour 2	38	0	0	68	0	103	0	0	0	0	209
	122	84	60	137	63	156	61	95	26	100	904

On-Demand-Abfuhr ließ sich nur eingeschränkt mit den Messwerten simulieren; Messungen weisen aber eher auf logistische Nachteile für eine On-Demand-Abfuhr hin

- Auslastung der Fahrzeuge bei der bisherigen Abfuhr nahezu optimal
- ~ 30% weniger gefahrene Kilometer bei der bisherigen Abholung
- ~ 20% mehr Entleerungen bei der bisherigen Abfuhr

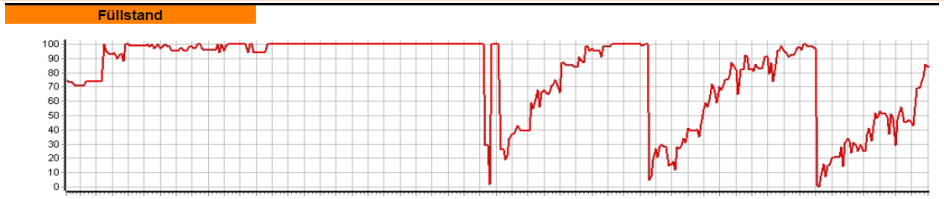
Fernwartung UFC Smart durch auffällige Füllstandverläufe



Referenzverlauf

- Gleichmäßige Entwicklung des Füllstands
- Entleerungsintervalle gut erkennbar

kein Handlungsbedarf

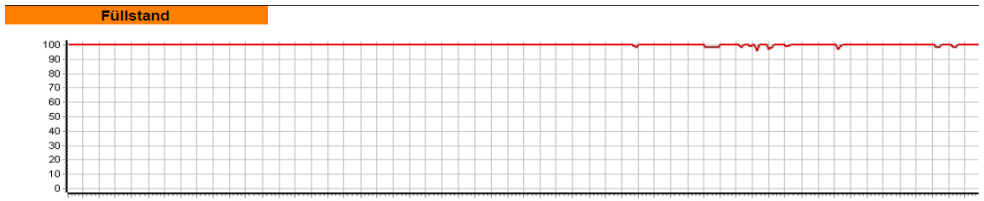


abschnittsweise 100% Befüllung

Mögliche Ursachen:

- Verkeilter Abfall vor dem Sensor
- Behälter kurzfristig überfüllt (z.B. Umzug/ Einzug neue Mieter)

kein Handlungsbedarf

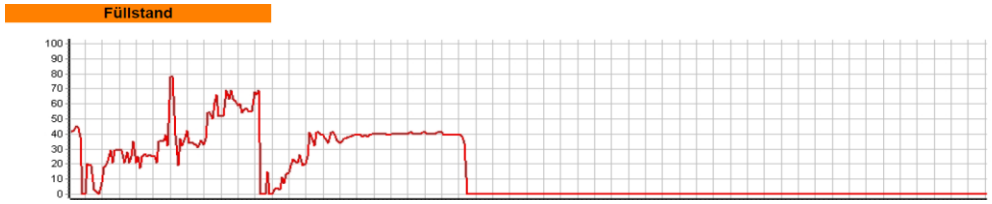


dauerhafte 100% Befüllung

Mögliche Ursachen:

- Verkeilter Abfall vor dem Sensor
- Sensor rekalibriert (muss neu ausgerichtet werden)
- Ggf. Havarie vor Ort/ Behälter kann nicht geleert werden

vor Ort prüfen



Abruch des Verlaufs/ 0-Linie

Mögliche Ursachen:

- Sensor ist verloren gegangen/ System-Ausfall (Sensor)
- Behälter von der Tourenmannschaft gesperrt nach Entleerung auf Grund von Störung

vor Ort prüfen

→ Anhand Auffälligkeiten in den Messdaten lassen sich „manuell“ Störungen durchaus erkennen, eine KI, welche automatisiert Unregelmäßigkeiten erkennt und diese meldet – fehlt bislang.

BSR-Erfahrungen zur Möglichkeit von Fernwartung in UfC

Unterflursysteme generell:

- sehr robust und in der Regel nicht störanfällig
- Funktionsprüfungen und Verschleiß kann nur im Rahmen einer jährlichen Wartung direkt vor Ort umfänglich durchgeführt werden; elektronische Systeme ersetzen die Durchsicht eines Technikers diesbezüglich noch nicht.

Smarte Unterflursysteme:

- Systeme in der Regel mit autarker Stromversorgung ausgestattet (Solar, Akku, Batterien etc.)
- Übermittlung von Datenpaketen (je nach Konfiguration) idealerweise 2-3 Mal am Tag (Energie sparen)

→ Für Ad-Hoc Warnmeldungen (z.B. Havarien) müssten die Systeme idealerweise mit einer festen Stromquelle installiert sein. (Aufwand/ Kosten)

Bild-Quelle:: MOBA MOBILE AUTOMATION AG

Füllstandsensor:

- Temperaturmesser:
  erkennt hohe Temperaturen und kann vor Bränden warnen
- Gyroskop:
  erkennt Bewegungen und Kippwinkel
- Ultraschall-Sensor:
  auffällige Messwerte erkennen (KI erforderlich)
- Batterie-Status

Bild-Quelle:: VConsyst

Zugangssystem (IDent):

- Meldung von Fehlercodes in Log-Datei, z.B:
  - Klappe schließt nicht mehr
  - Klappe öffnet nicht mehr
  - Systemfehler (IT)
  - Probleme mit ID-Karten
  - Batterie-Status
  - u.a.

Seit 2021 bieten wir ein Service-Paket für die Instandhaltung von kundeneigenen Unterflursystemen an.

„Smarte Systeme können uns bei der Pflege und Wartung zukünftig unterstützend zur Seite stehen, ersetzen aber nicht den Techniker“

technische Abnahme

- ✓ Erstabnahme von neuverbauten Anlagen inklusive Funktionstest mit Einsatz eines Kranfahrzeuges
- ✓ Prüfplakette

Einzelauftrag nach Pauschalpreisen

jährliche Wartung

- ✓ Überprüfung und Funktionstest beweglicher Bauteile
- ✓ Prüfkriterien nach Herstellervorgaben
- ✓ Abnahme mit Prüfplakette

aktuell Pilotangebot über 2 Jahre

Instand-setzung

- ✓ Schnelle Reparaturen und Ausbesserungen je nach Aufwand
- ✓ Ersatzteilbeschaffung
- ✓ Bereitstellung von Ersatzbehältern bei größeren Reparaturen

Einzelauftrag nach Aufwand

Reinigung & Pflege

- ✓ Oberflächenreinigung der Einwurfsäulen und Gehwegplattform
- ✓ Innenreinigung des Behälters mit speziellem Reinigungsfahrzeug
- ✓ saisonales Angebot

Saisonales Angebot

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Mario Coopmann

Berliner Stadtreinigung (BSR)
Leitung Produktmanagement

Mario.Coopmann@BSR.de