



*Einfälle für Abfälle*



**Michael May**  
**CEO s-peers AG & Partner CFG AG**

**«Abfallsammlung 2.0 – digital,  
klimafreundlich, effizient»**

# CFG AG

Make smart ideas happen

CFG AG specializes in the analysis of business processes and the development of applied statistical analysis, forecasting and optimization tools for logistics and predictive controlling in different branches.

[info@cfg-ag.com](mailto:info@cfg-ag.com)



# dcp - Lieferung- und Sammelplanung

Service zur Planung der dynamischen und tourenoptimierten Kehrachtsammlung.

September 2024



## PROBLEMSTELLUNG.

---



Das Problem von Präsenzlücken oder Bestandslücken im Detailhandel ist strukturell mit einem überfüllten Kehrricht-Container vergleichbar (mit Vorzeichenwechsel)

- In der Filiale wurde nicht rechtzeitig bestellt oder man ist von einem zusätzlichen Bedarf überrascht worden
- Der Container wurde nicht rechtzeitig zur Leerung eingeplant oder es trat überraschend ein erhöhter Bedarf auf

Nachfrage in den Filialen ist abhängig von

- Basisnachfrage und demographischer Entwicklung am Standort
- Frequenz am Standort (Publikumsverkehr)
- Preis- oder Rabattaktionen
- Jahreszeiten
- Wetter
- Strukturellen Veränderungen (Bio, Nachhaltigkeit, Vegan, Fair Trade etc.)



Kehrrichtaufkommen in einem Container ist abhängig von

- Basisnachfrage und demographischer Entwicklung am Standort
- Frequenz am Standort (Publikumsverkehr)
- Ferienzeiten
- Wetter (höhere Leerungsfrequenz wegen möglicher Geruchsemissionen)
- Strukturellen Veränderungen (Kehrrichtvermeidung, Wertstofftrennung, Plastik-Bag etc.)

## AGENDA

---



VOM PILOTPROJEKT BEI KVATG ZUR STANDARDLÖSUNG

DISTRIBUTION AND COLLECTION PLANNING AS-A-SERVICE

ERKENNTNISSE AUS DEM PROJEKT

# VOM PILOTPROJKT BEI KVATG ZUR STANDARDLÖSUNG.



☰ Menü

📍 Betriebsbesichtigung 🔍 Jobs 📞 Kontakt



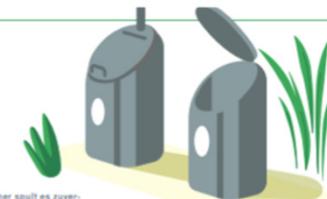
*„Bereits gegen Ende des Pilotprojektes bestätigen sich erste Mehrwerte der dynamisch geplanten Unterflurcontainer Entsorgung. Mit weniger angefahrenen Behälter werden pro Tag gleich viele Tonnen Kehrriecht gesammelt. Dies widerspiegelt sich dann auch in der kürzeren Sammelzeit und in leicht weniger zurückgelegten Kilometer wieder. Kurzum, der Kehrriecht wird ressourcenschonender eingesammelt. Auch der kalendarisch besondere Entleerungsbedarf zwischen Weihnachten und Neujahr sowie in den Sportferien konnte optimal gesteuert werden, sodass es im Vergleich zu Vorjahren kaum zu überfüllten Unterflurcontainern gekommen ist“.*

**Markus Schäfli**

Projektleiter Logistik (Kehrriecht / UFC) bei KVATG

## Abfallsammlung 2.0

Digital, klimafreundlich, effizient



Um die Chancen der Digitalisierung und der Elektromobilität für die Abfallsammlung auszuloten, führt die KVA Thurgau an einem Bündel innovativer Ideen – gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft. Ob smarte Unterflurcontainer oder emissionsfreie Sammelfahrzeuge. Neue Technologien bieten eine Vielzahl von Möglichkeiten, um die Abfallsammlung fit für die Zukunft zu machen.

**Offene «Sack-Sammelstellen, Haushalts-, Gewerbe- und Unterflurcontainer:** 19'450 Sammelstellen fahren die Logistikprofs der KVA Thurgau und ihre Partner regelmäßig ab, um die Abfälle der Thurgauer Haushalte und Gewerbebetriebe einzusammeln. Die Routen, die sie dabei zurücklegen, haben sich über die Jahre eingespielt. Doch die Ära der Abfallsammlung nach festen Zeiten, Strecken und Abläufen neigt sich dem Ende zu. «Megatrends» wie die Digitalisierung oder die Elektromobilität mischen die Karten neu.

**Pioniergeist – auch bei der Abfallsammlung** Getreu ihrer Philosophie, Veränderungen aktiv mitzugestalten statt abzuwarten, hat die KVA Thurgau eine Strategie festgelegt, wie sie ihre Abfalllogistik in die Zukunft führen will. Dabei soll auch Neuland betreten werden. Dieter Nägeli, Leiter Markt und Logistik: «Neue Technologien liefern der Abfalllogistik Impulse. Gemeinsam mit Hochschulen und innovativen Unternehmen probieren wir in Pilotprojekten aus, was sich bewährt und was nicht. Es geht uns dabei nicht um technische Spielereien. Unser Ziel ist eine ökologischere, effizientere und kundenfreundlichere Abfallsammlung.»

**Elektrisches Sammelfahrzeug begeistert** Ein Pilotversuch dreht sich um die Elektromobilität. Im Mai 2021 hat das erste E-Sammelfahrzeug der Firma Huber Umweltlogistik AG im Auftrag der KVA in Steckborn

seine Jungfernfahrt absolviert. Seither spult es zuverlässig und klimafreundlich Kilometer ab. Die Testfahrten zeigen: Die Akkuleistung reicht an den meisten Tagen, um die Sammelfahrten unterbrochsfrei zu bewältigen. Die Initiative von Huber und KVA stößt in der Öffentlichkeit auf breite Zustimmung, was zahlreiche positive Feedbacks zeigen. Der Pilotversuch wird 2022 weitergeführt. Die Resultate fließen in die Ausschreibung neuer Sammelfahrzeuge ein, welche die KVA Thurgau Anfang 2023 lanciert.

**«Smarte» Leerung der 1250 Unterflurcontainer** Zwei weitere Pilotprojekte drehen sich um die Frage, wie der optimale Zeitpunkt für die Leerung der Unterflurcontainer (UFC) genauer bestimmt werden kann. Seit mehreren Jahren werden diese bei der Leerung gewogen. Die gewonnenen Daten sind nun Gold wert: Eine Software der Thurgauer CFG AG berechnet damit

jede Woche optimale Routen und übermittelt sie direkt an die Navigationssysteme der zur Verfügung stehenden Sammelfahrzeuge. Zu Beginn des Pilotversuchs traten vereinzelt Probleme bei der Datenverarbeitung auf. Sie sind nun weitgehend behoben. Markus Schäfli, Bereichsleiter Logistik & Projekte bei der KVA: «Wer Neues ausprobiert, zahlt Lehrgeld. Wir entschuldigen uns für die vereinzelt überfüllten UFC.» Für jene Container, deren Füllstand stark schwankt – z.B. in der Nähe von Campingplätzen – testet die KVA zudem Sensoren, die den Füllstand in Echtzeit übermitteln. Schäfli: «Wir gehen davon aus, dass wir mit einer Kombination beider Technologien die Anzahl UFC-Leerungen substanziell reduzieren können, was der Umwelt zugutekommt.»



Das elektrisch betriebene Sammelfahrzeug der KVA und der HUBER Umweltlogistik AG beim Einsatz in Steckborn.

# WIE WIRD DIE KEHRRICHTSAMMLUNG DER ZUKUNFT AUSSEHEN?



- Im Kanton Thurgau wurde bereits vor Jahren entschieden, offene, traditionelle Sammelstellen zur Kehrrichtentsorgung durch Unterflurcontainer zu ersetzen.
- Diese neuen Kehrrichtsammelstellen wurden in den Gemeinden eingeführt. Verband und Speditionen haben die zur Kehrrichtentsorgung der Container benötigte Logistik parallel hierzu umgestellt und erprobt.

## TAGBLATT

Anmelden **Gemeinden**

Menu Startseite > Ostschweiz > Die KVA forciert die Unterflurcontainer

### Die KVA forciert die Unterflurcontainer

Die offenen Sammelstellen für Hauskehrrecht sollen nach und nach durch Unterflurcontainer ersetzt werden. Im Verbandsgebiet der KVA Thurgau sind derzeit 90 Container in Betrieb, 30 weitere bestellt.

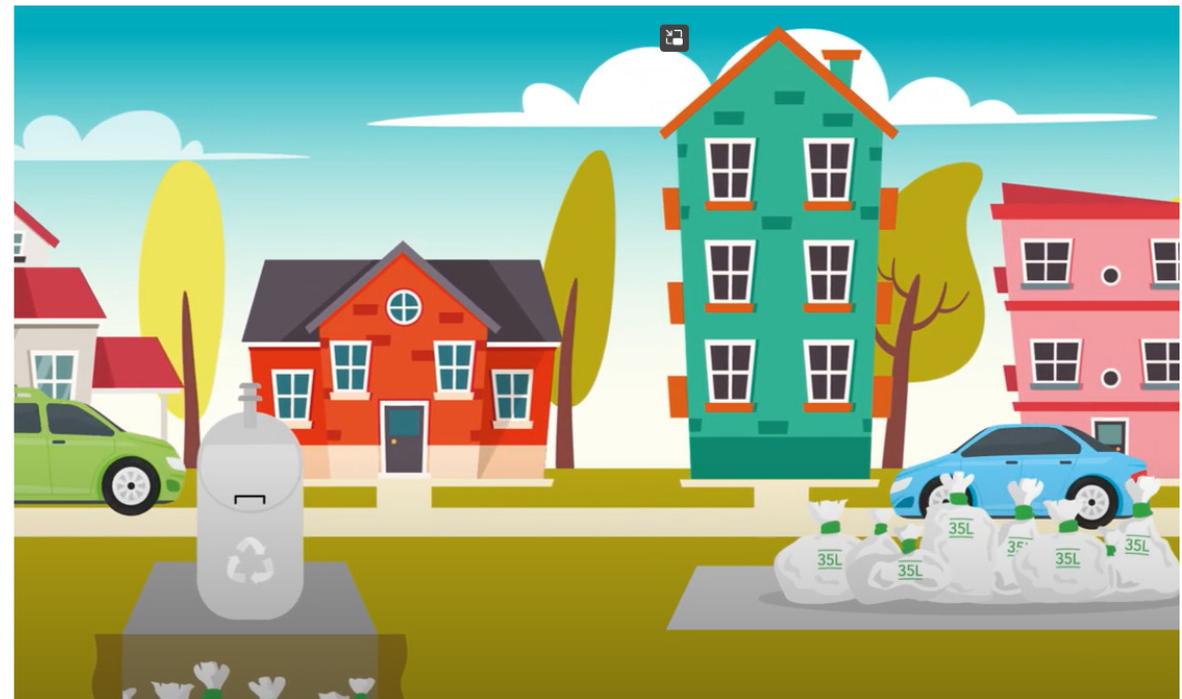
Kurt Peter  
20.07.2015, 02:40 Uhr

Merken Drucken Teilen



Einwurf-Öffnungen von Unterflurcontainern. (Bild: Kurt Peter)

WEINFELDEN. Das Projekt «Unterflurcontainer» der KVA Thurgau läuft



## ZIEL: DYNAMISCHE UND TOURENOPTIMIERTE KEHRRICHTSAMMLUNG.

«SO OFT WIE NÖTIG, ABER SO WENIG WIE MÖGLICH».

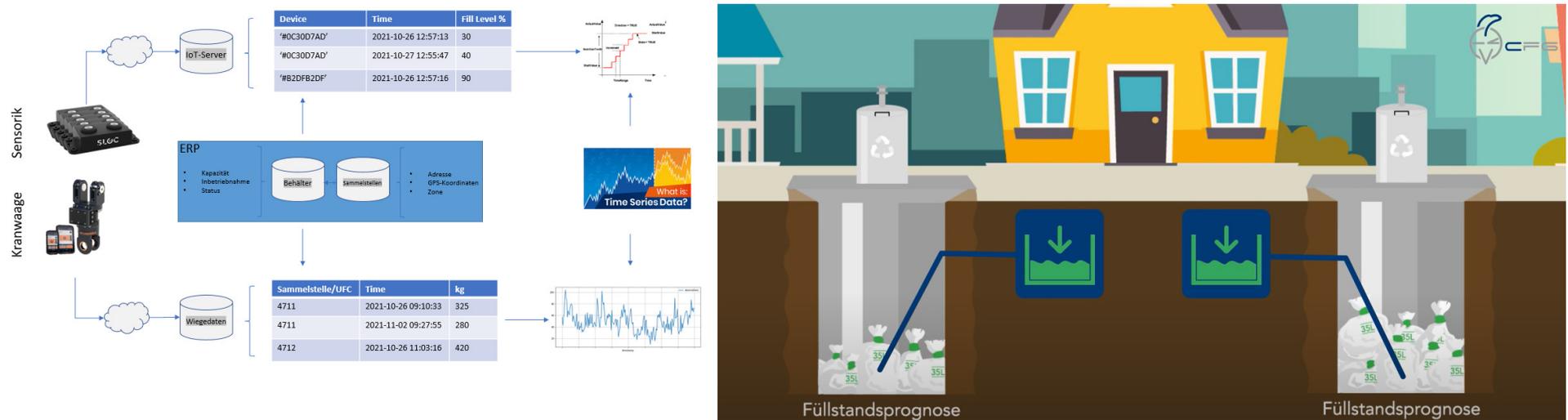
- Diesem Grundsatz wird durch die dynamische Kehrlichtsammlung Rechnung getragen: Es wird eine bedarfsgerechte, dynamische und tourenoptimierte Kehrlichtentsorgung für Unterflur-, Glas- und Textilcontainer benötigt.
- Konkret: Die Standorte werden möglichst nur dann angefahren, wenn die Kapazität der Behälter erschöpft ist.



# DATENGENERIERENDER PROZESS.

## GRUNDLAGE BILDEN FÜLLSTANDSPROGNOSEN

- Analyse der historischen Gewichtsdaten der Leerungen für jede Sammelstelle (alternativ: der historischen Sensordaten).
- Ermittlung von Tagesbedarfen je Sammelstelle
- Prognose von Tagesbedarfen und Bestimmung des notwendigen Entleerungszyklus für jede Sammelstelle unter Mithilfe eines KI-Ansatzes (sogenannte «Reichweiten»)

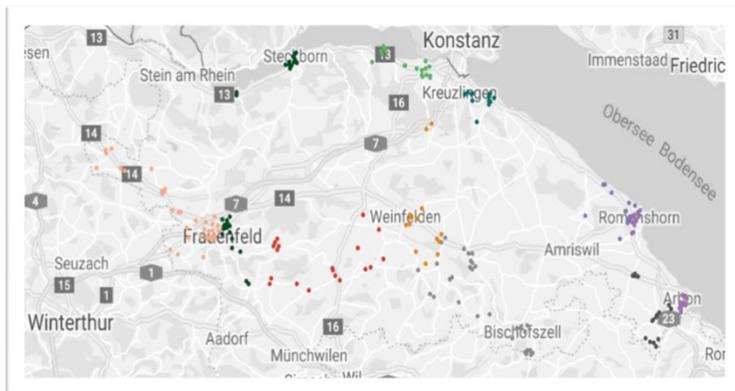


# VON DER PROGNOSE ZUM TOURENPLAN.

## ENTLEERUNGSPLAN & RESTRIKTIONEN

Die sogenannten «Reichweiten» geben optimale Entleerungszeitpunkte für jede Sammelstelle an.

Auf dieser Basis kann die Erstellung des Entleerungsplans (unter Berücksichtigung von logistischen Restriktionen) und der räumlichen (streckenoptimierten) Tourenbildung durch Anwendung eines eigens programmierten Clusteralgorithmus erfolgen.

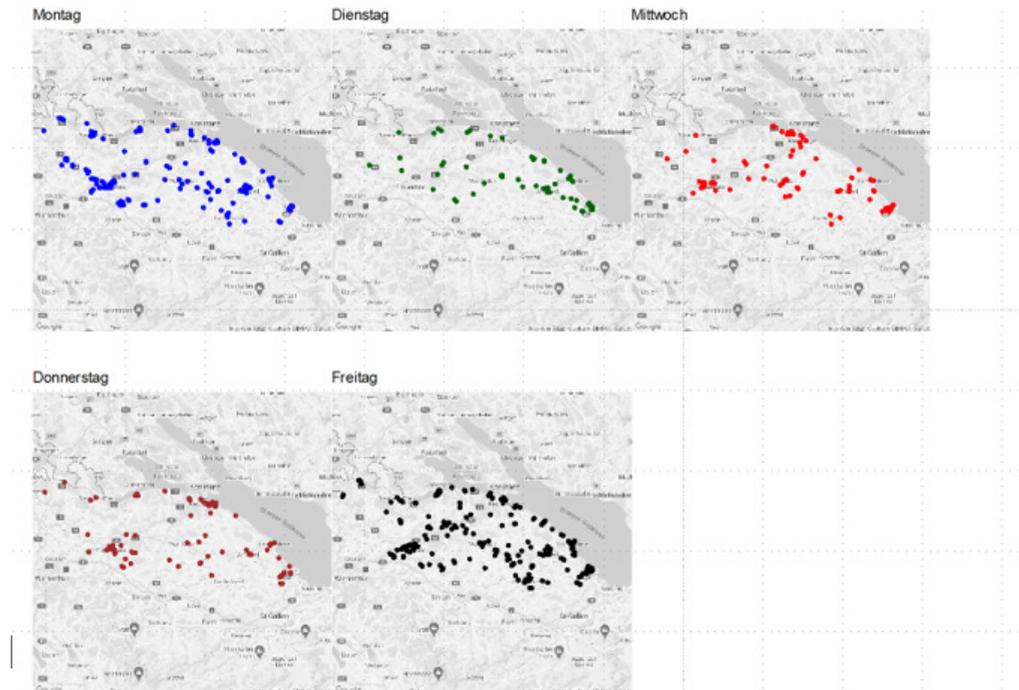


**CFG AG-Software zur automatischen Tourenplanung**

-  - Einsatzprioritäten der Sammelfahrzeuge
-  - Fahrzeugverfügbarkeiten und -ladekapazitäten
-  - Einsatzzeiten und Verfügbarkeiten der Chauffeure
-  - Abladezeiten und beispielsweise Feiertage oder Wochenenden



# 1. LEITFRAGE: WAS PASST ZEITLICH ZUSAMMEN?



Es muss zunächst definiert werden, welche Container **wann genau** zu leeren sind.

Anhand der Bedarfs- und Reichweitenplanung ist für jede Sammelstelle der optimale Abholtag in einer KW bekannt – und damit das Abfall-Gesamtgewicht pro Woche und Sammelstelle.

Ebenso bekannt sind Längen- und Breitengrad.

Aus der Summe der Gewichte (geliefert von der Bedarfsplanung) und der Kapazität der Sammelfahrzeuge wird dann die erforderliche Tourenzahl pro Woche berechnet.

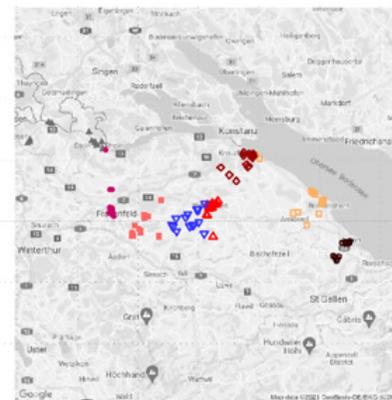
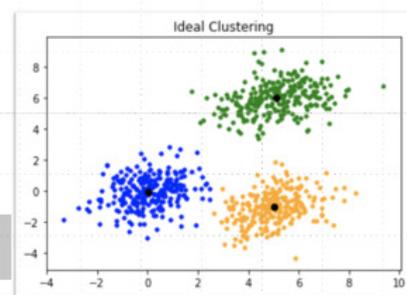
## 2. LEITFRAGE: WAS PASST RÄUMLICH ZUSAMMEN?



### Was passt räumlich zusammen?

Inspiziert von der Clusteranalyse

- Unsupervised machine learning (AI, pattern recognition)
- Principal components

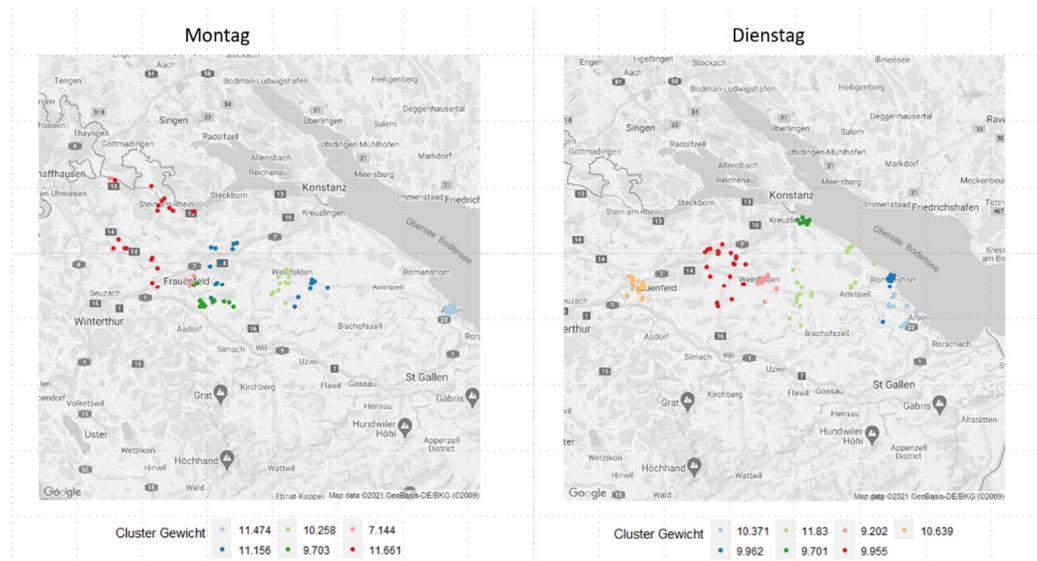


Zweitens ist zu klären, **wo genau** die Container stehen – und wie sie sich sinnvoll zusammenlegen («clustern») lassen, um die gefahrene Kilometerzahl zu optimieren.

Anhand der Prognosegewichte und Standorte werden die Sammelstellen so «geclustert», dass die Fahrzeugkapazität bei jeder Tour möglichst voll ausgelastet wird.

Dabei erfolgt eine Unterscheidung zwischen kleinen (pro Sammelstelle 1 Anfahrt/Woche) und grossen Clustern (pro Sammelstelle 1–2 Anfahrten/Woche).

### 3. LEITFRAGE: WIE FINDET SICH DAS OPTIMUM?



**Dynamische Clusterbildung** ist die Lösung für die bedarfsgerechte Tourenplanung:

Pro Woche werden die Anfahrstage für jeden Cluster so gewählt, dass möglichst viele Sammelstellen am jeweils optimalen Tag bedient werden.

Ist dies nicht möglich, erfolgt bevorzugt eine Verschiebung nach vorne und möglichst selten nach hinten.

Insgesamt wird so eine möglichst gleiche Aufteilung auf die Wochentage erreicht.

# 4. LEITFRAGE: WIE SIEHT DER CHAUFFEUR DIE TOUR?

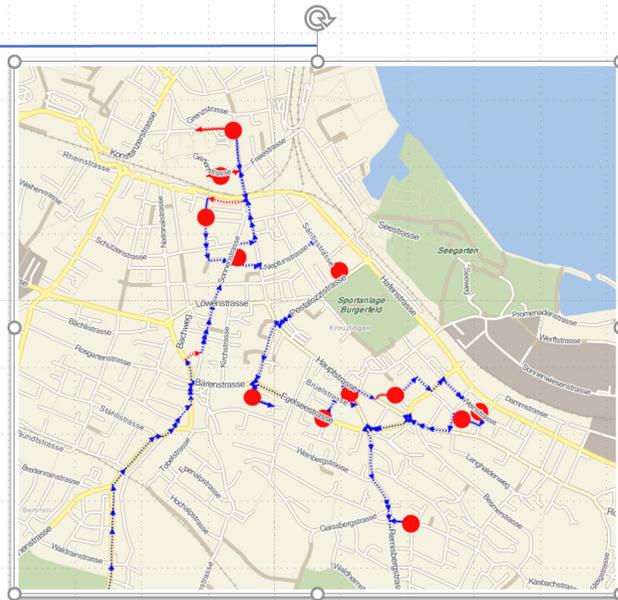


## TOURENPLAN (1/2)

### Kreuzlingen

cp	cluster	kg
<int>	<dbl>	<dbl>
1	58	5 520
2	190	5 1591
3	225	5 424
4	325	5 476
5	414	5 372
6	532	5 1572
7	550	5 407
8	558	5 896
9	569	5 1040
10	589	5 1259
11	628	5 488
12	659	5 511
13	763	5 406

9.969to

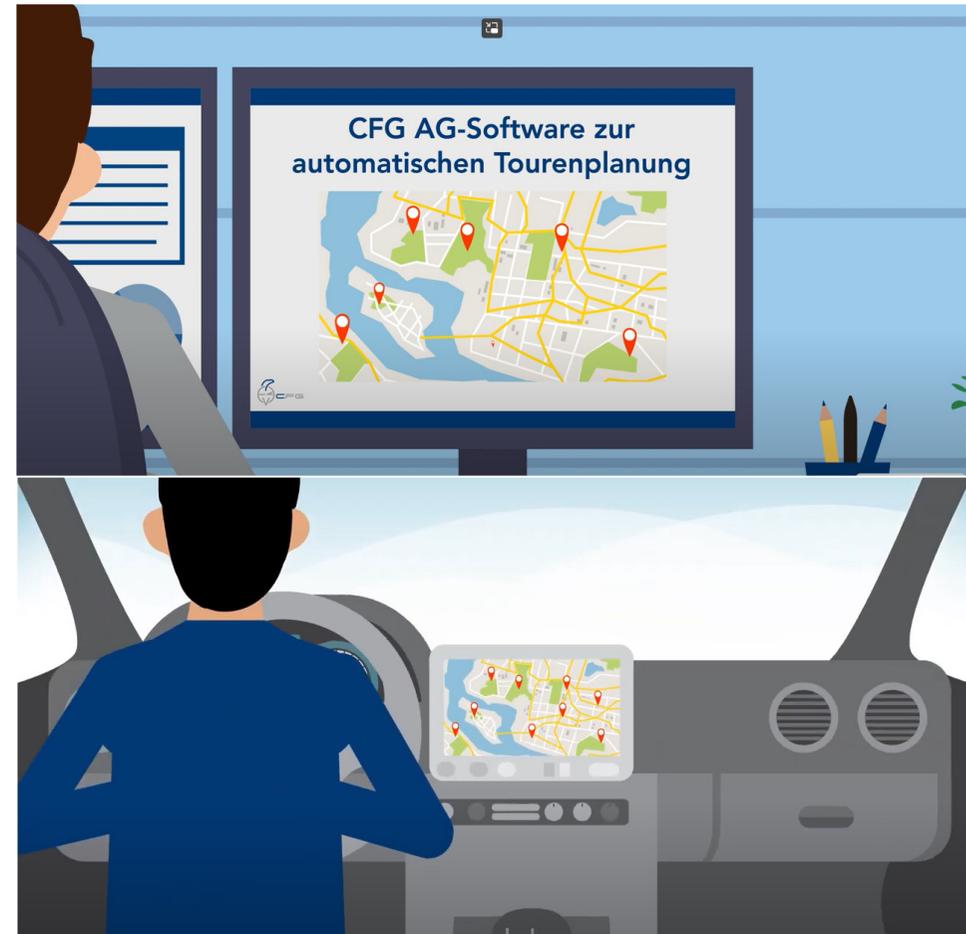


## ZUSAMMENFASSUNG: VON DER PROGNOSE ZUM TOURENPLAN.



### CLUSTERBILDUNG & TOURENOPTIMIERUNG

- Für jede Sammelstelle ist aus der Bedarfs- und Reichweitenplanung bekannt, welcher Abholtag in einer KW optimal ist.
- Ebenso sind Längen- und Breitengrad bzw. Adresse bekannt.
- Aus der Summe der Gewichte aus der Bedarfsplanung und der Kapazität der Sammelfahrzeuge wird die Zahl der erforderlichen Touren pro Woche berechnet.
- Die Sammelstellen werden anhand der Prognosegewichte und der Standorte so zusammengelegt («geclustered»), dass bei jeder Tour in etwa die Kapazität eines Fahrzeugs ausgelastet wird.
- **Die Tour wird anhand der Strassendaten im Detail festgelegt und auf das Tablet ausgegeben.**

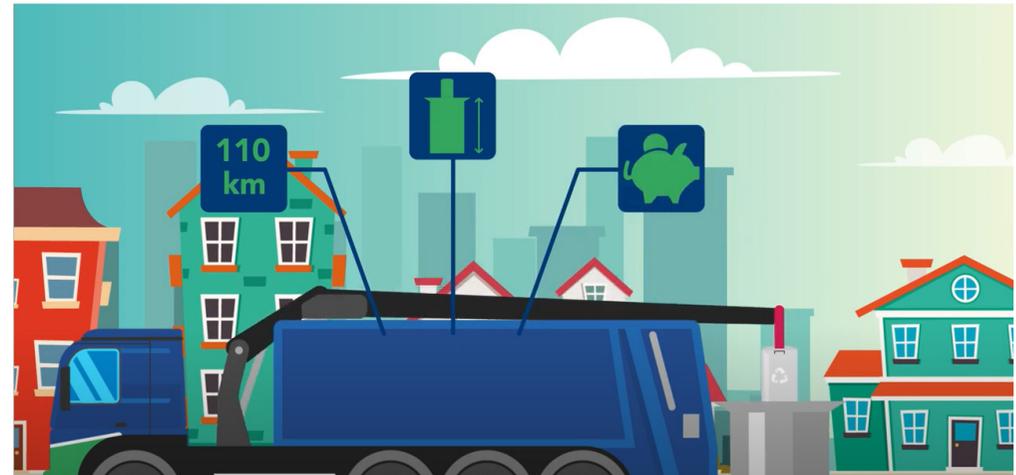


## MEHRWERTE.

---



- Kostenersparnis durch
  - effizienteren Ressourceneinsatz (Personal und Sammelfahrzeuge).
  - weniger UND effizientere Touren (mehr Gewicht/km).
  - hohe Kapazitätsauslastung.
- Reduktion der Lärmemissionen in Wohngebieten.
- CO2 Reduktion – Nachhaltigkeit in der Kehrachtsammlung.
- Personenunabhängigkeit bei der Disposition der Abfallsammlung (Planung).
- Automatische langfristige (rollierende) Abfallsammelplanung bestehender Container.
- Kein Aufwand beim Einplanen der Sammlung neuer Container, weil keine festen Touren bestehen.
- Nutzungsfreundliche Tourenführung für den Chauffeur.
- Simulationen zur Container Kapazitätsentwicklung, zur Personaleinsatzplanung sowie zum Fuhrparkmanagement.



# UFC – FÜLLSTANDSPROGNOSEN

ERKENNTNISSE AUS DEM PILOTPROJEKT (OKTOBER 2021 BIS APRIL 2022)





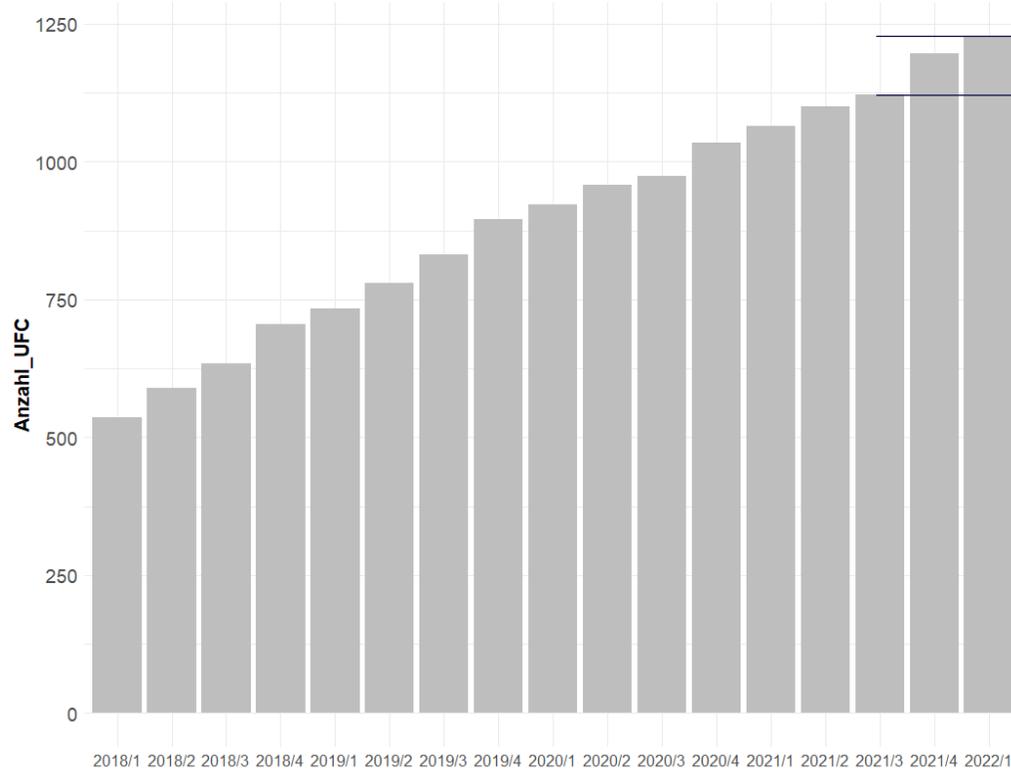
## AUSGANGSDATEN UND ANNAHMEN IM OKTOBER 2021 (VORGABEN).

- Die Kapazität eines UFC beträgt im Volumen 5m<sup>3</sup>.
- Ein voller UFC wiegt 500kg. Ca. 12% der UFC wurden nachweislich und wiederholt deutlich schwerer gewogen. Diese Behälter werden als gesonderte Kategorie („Fatboys“) behandelt. Die als Gewicht ausgedrückte Kapazität der Fatboys beträgt 600kg.
- Die Ladevolumen der Entsorgungsfahrzeuge Fz 151, 152, 153 ist für alle gleich. Fz 115 (und Aufbau) ist/sind etwas grösser.
- Die Nutzlasten der Sammelfahrzeuge beträgt 10to und soll nicht systematisch überschritten werden.
- In der Vergangenheit kamen immer wieder Nutzlastüberschreitungen von bis zu 20% vor, die in besonderen Einzelfällen toleriert werden, wenn z. B. weite Strecken eingespart werden können oder die Überschreitung nur wenige km in Anspruch genommen wird.
- Die Abweichungen der Gewichte der Kranwaagen und der Lieferscheine haben sich während des Sommers und Herbst so weit stabilisiert, dass zuverlässige Prognosen der UFC-Füllstände machbar sind. Hierzu wurden zusätzlich bereitgestellte GPS-Standortdaten ausgewertet. Allerdings sind keine Vorjahresdaten vorhanden, so dass z. B. Weihnachten/Neujahr mithilfe anderer Quellen prognostiziert werden mussten.
- Die grundsätzliche Zuverlässigkeit der Prognosen wurden in einem gesonderten Test („Trockenübung“) im September nachgewiesen.
- Anforderungen an Streckenführung und Sequenzierung: Keine bzw. nicht beschrieben. Aufgabe wird von Infeo wegen der Verfügbarkeit eines digitalen Streckennetzes für Camions und bereits vorhandener Software wahrgenommen.
- Leistungsdaten der Sammlung in Form von gefahrenen km und/oder Arbeitszeiten liegen nicht vor.

# UFC-BESTAND UND AUSBAU.

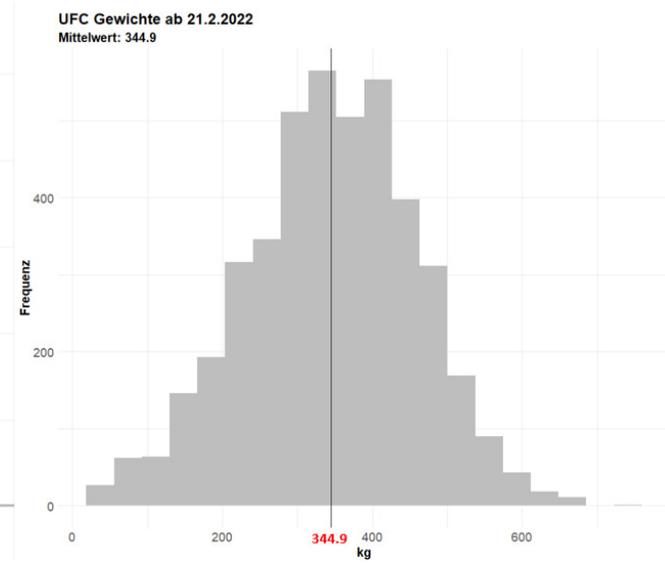
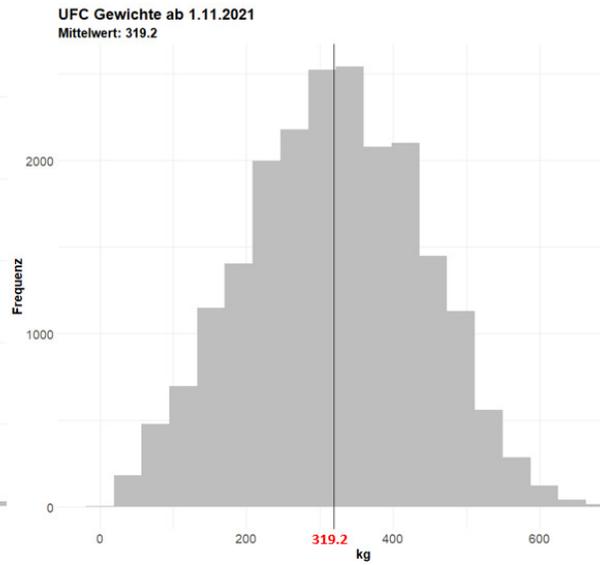
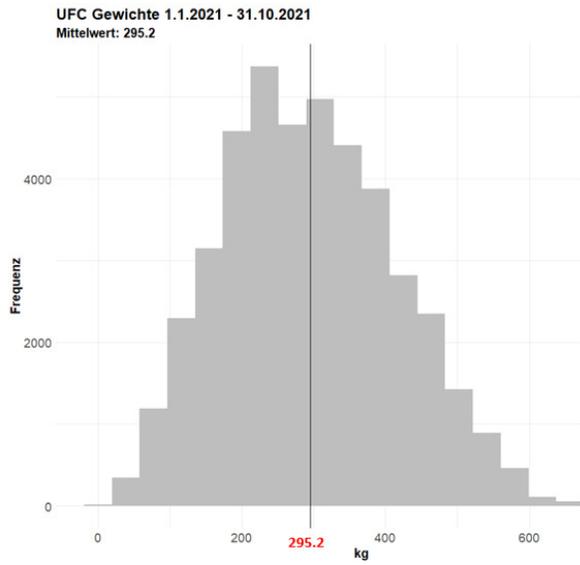


Entwicklung der Containeranzahl  
Basis: tatsächlich geleerte UFC

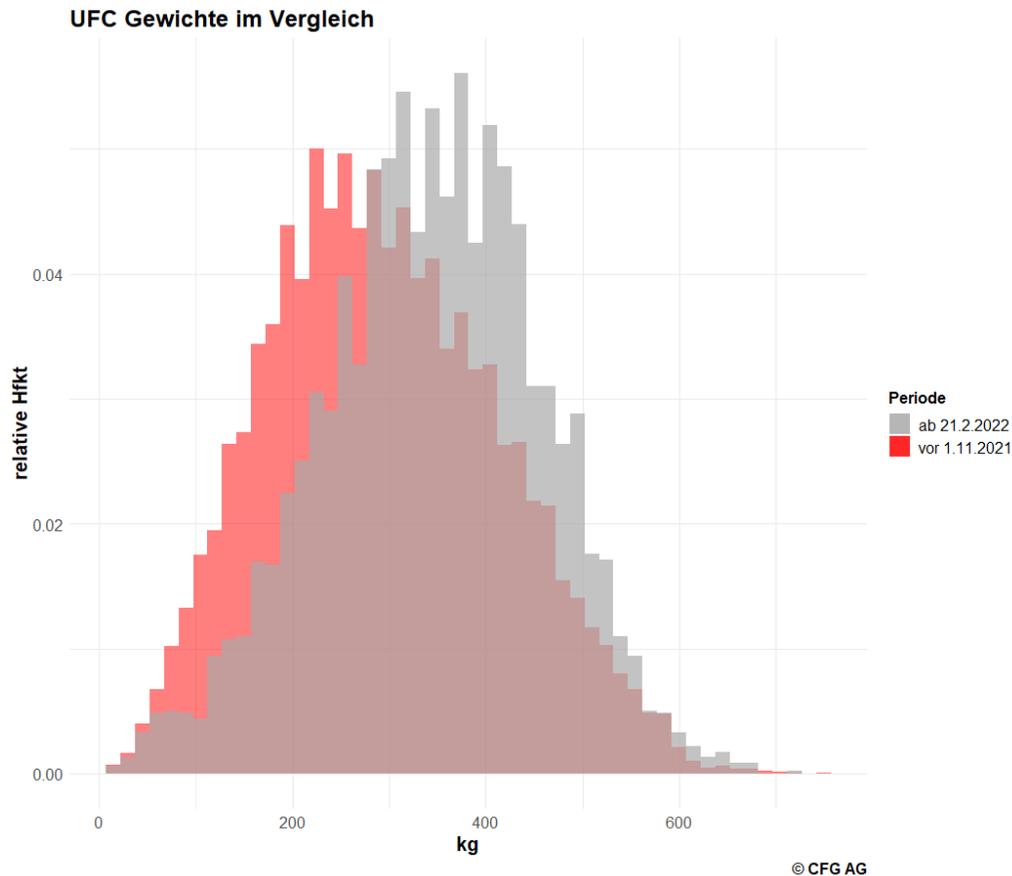


Während der Pilotphase wuchs der aktive UFC-Bestand um ca. 100 Stück

# MITTLERES UFC-GEWICHT (1).



## MITTLERES UFC-GEWICHT (2).



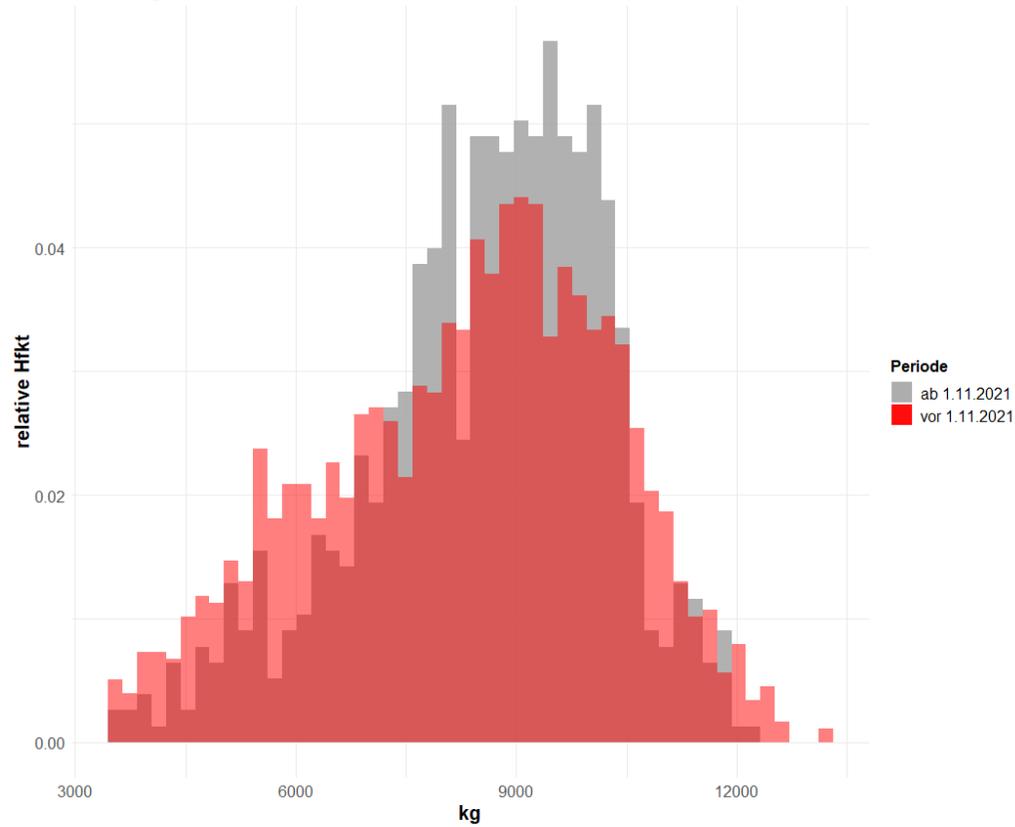
Wieso ist das mittlere UFC-Gewicht (mUG) wichtig? Wieso ist dieses Gewicht ein KPI (Key Performance Indicator)?

- Derzeitiger wöchentlicher Leerungsbedarf: ca. 330to
- Anzahl Leerungen bei 295kg mittleres Gewicht: 1,119 UFC
- Anzahl Leerungen bei 345kg mittleres Gewicht: 956 UFC (-163 UFC/Woche)
- Derzeitig wöchentliche Fahrstrecke: 2,600km → 2.72km/UFC (= 2600/956)
- Wöchentliche Kilometerersparnis:  $163 * 2.72 = 443.4\text{km}$ , falls die km/to konstant bleiben.

# FAHRZEUGKAPAZITÄTEN.



Abladegewichte > 3.5to



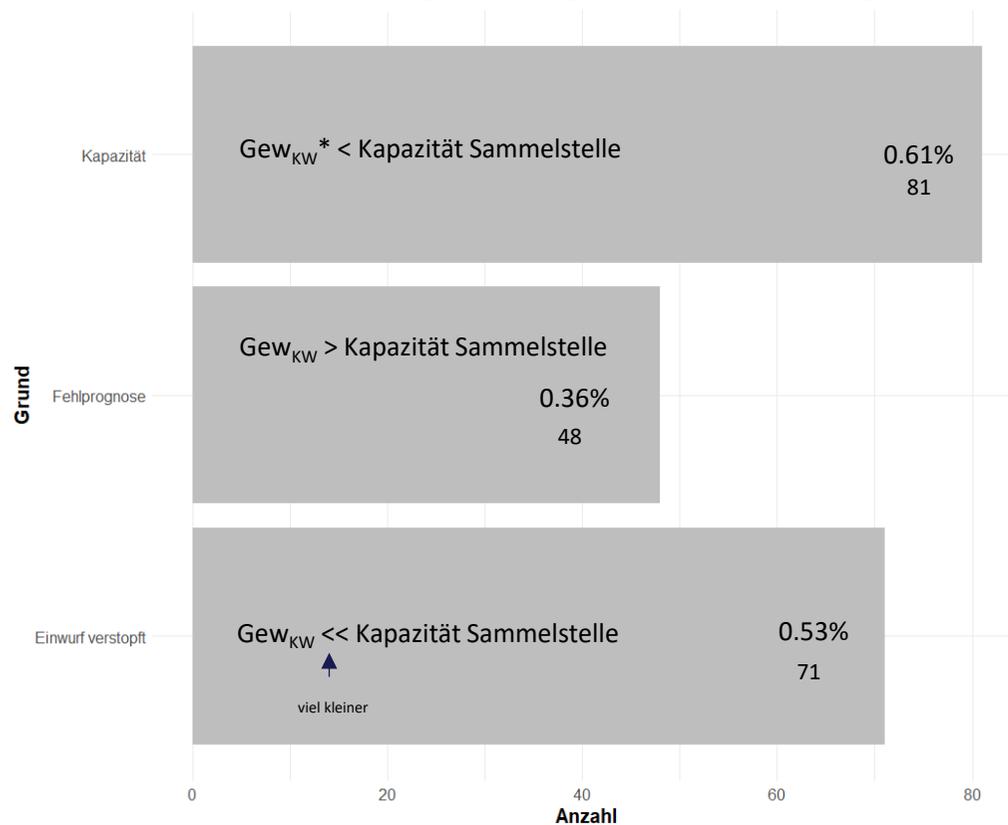
© CFG AG

- Die Varianz der Abladegewichte hat sich reduziert während der Pilotphase, d. h. weniger kleine Abladungen (unter 7to), weniger sehr schwere Abladungen (über 11to).
- Der Zielbereich (sweet spot) im Bereich von 9 – 10to wurde deutlich häufiger getroffen.

# Prognosequalität.



200 Überfüllungsmeldungen nach 13'276 Prognosen für Sammelstellen (Stand 28.3.2022)



- Stand 28.3.2022 lagen 200 Meldungen wegen Überfüllung vor. Die Aufzeichnung beginnt am 29.11.2021.
- Quelle der Meldungen sind vor allem Fahrermeldungen, Emails und Anrufe der Bauämter, Werkhöfe und Gemeindevertreter.
- Parametriert und kontrolliert werden kann nur die Wahrscheinlichkeit einer Fehlprognose. Allerdings erhöhen knapp gesetzte Parameter auch das Risiko, dass mehr Kapazitätsprobleme offenkundig werden. Fehlprognosen und Kapazitätsprobleme korrelieren daher.

\*  $Gew_{KW}$  = Gewicht Kranwaage

## ERKLÄRVIDEO.

---



- Sie möchten als Verband, Hersteller von Sammelfahrzeugen oder von Sensoren zum Füllstandsmonitoring oder als Spediteur zur Zukunft der Kehricht-, Glas- oder Textilentsorgung beitragen?
- Dann besuchen Sie jetzt unsere Website: [www.cfg-ag.com](http://www.cfg-ag.com)



## KONTAKT

### CFG AG

Rheinweg 25 in CH-8274 Gottlieben  
[www.cfg-ag.com](http://www.cfg-ag.com)

### s-peers AG

Lohstampfstrasse 11 in CH-8274 Tägerwilen  
[www.s-peers.com](http://www.s-peers.com)

### MICHAEL MAY

E-Mail [michael.may@cfg-ag.com](mailto:michael.may@cfg-ag.com)  
[michael.may@s-peers.com](mailto:michael.may@s-peers.com)  
Mobil +41 79 820 15 79

