



## INTEGRIERTER PRODUKTANSATZ VOM ZEMENT BIS BETON

# CO<sub>2</sub> – Chance und Herausforderung zugleich

Die Zementherstellung hat den höchsten CO<sub>2</sub>-Fußabdruck pro Euro Umsatz. Zusätzlich steigt der CO<sub>2</sub>-Preis in Europa rapide an und ist schon jetzt ein bestimmender wirtschaftlicher Faktor. Dieser Trend wird sich durch das Auslaufen der kostenfreien Zertifikatszuteilung bis 2030 noch deutlich beschleunigen. Nur diejenigen Zement- und Betonhersteller werden am Ende wettbewerbsfähig bleiben, die es schaffen, schnell und effizient zu dekarbonisieren. Die kommenden Jahre werden darüber entscheiden, wer sich im Markt mit innovativen und CO<sub>2</sub>-armen Portfolios durchsetzen wird.



---

## **Kraftanstrengung von Zement- und Betonherstellern**

Das Treibhausgas CO<sub>2</sub> wird beim Brennen des Kalksteins zu Zementklinker durch eine chemische Reaktion freigesetzt. Der Weg ist klar vorgezeichnet: In den nächsten Jahren müssen Zementhersteller schrittweise mehr und mehr klinkerreduzierte Produkte in ihre Portfolios aufnehmen.

Gleichzeitig führt diese Entwicklung dazu, dass Betonhersteller sich intensiver mit der Handhabung dieser klinkerreduzierten Zemente befassen müssen.

In der Betonanwendung sind diese aufgrund der erforderlichen



Beton sich entmischt oder zu sehr ansteift.

Eine dekarbonisierte Industrie bedeutet daher für Zement- und Betonhersteller eine gemeinsame Kraftanstrengung, in der Hand in Hand zusammengearbeitet werden muss um, CO<sub>2</sub>-arme Produkte in die Massenanwendung zu bringen.

---

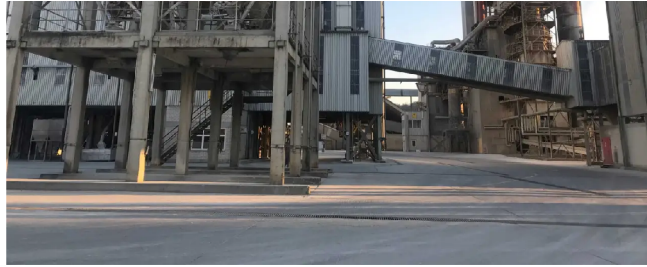
## Ein integrierter Produktansatz made by alcemy

alcemy's Produktportfolio folgt der Wertschöpfungskette von der Wiege in der Zementmahlung und -mischung bis zur Verarbeitung des Betons auf der Baustelle. So unterstützen wir Zement- und Betonhersteller gleichermaßen bei den Herausforderungen dieses neuen Zeitalters. Unsere intelligente Qualitätsüberwachungs- und Automationslösung basiert auf dem gleichen Ansatz in beiden Produkten: Daten, die während der Produktion im Labor oder über Sensorik im Werk oder Truck erhoben werden, werden über Schnittstellen an alcemy gesendet.

### alcemy's Technologie...

- überwacht, ob in der Produktion Probleme oder Abweichungen auftreten und macht das Personal darauf aufmerksam.
- sagt auf Basis der Daten Qualitätsparameter der aktuellen Produktion vorher.
- gibt dem Personal im Werk Empfehlungen für Einstellungen, um eine optimale Qualität sicherzustellen.





## **alcemy für Zement: Von reaktiver zu proaktiver Qualitätssteuerung mit Hilfe von Maschinellen Lernen.**

Unsere KI-Software zur intelligenten Qualitätssteuerung ist das Werkzeug zur Herstellung von Zementen in höchster Qualität. Mit diesem neuen Ansatz unterstützen wir herstellende Unternehmen dabei, immer komplexer werdende Zementrezepturen für eine dekarbonisierte Zukunft zu meistern.

---

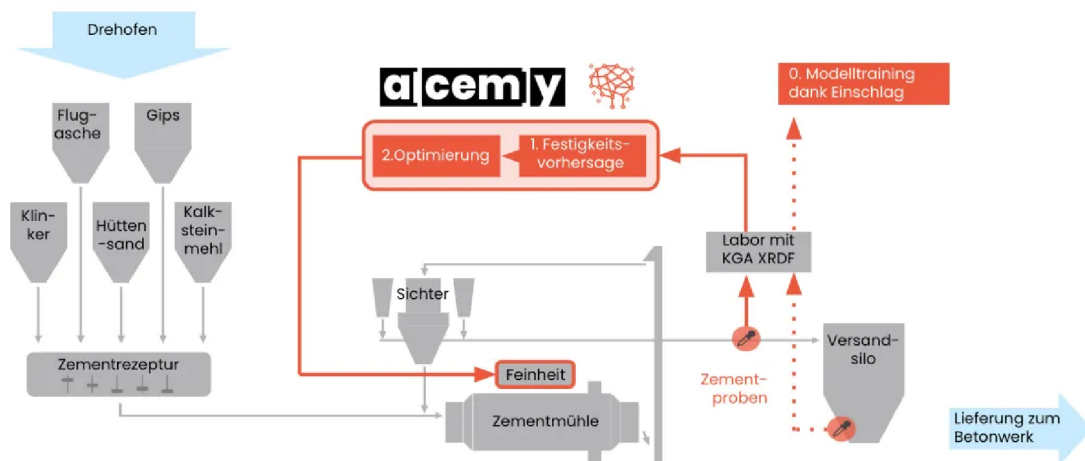
## **Die Herausforderung**

Beim letzten Herstellungsschritt von Zement werden die Rohstoffe inklusive des Klinkers zu Zement vermahlen. Dabei ist neben anderen Parametern die Festigkeit ausschlaggebend für die Qualität. Die Festigkeitsermittlung wird durch die Erstellung eines Normbetons nach der Aushärtung von einem, zwei, sieben und 28 Tagen gemessen. Während der Produktion ist dadurch keine Einsicht in die

Produktionsmitarbeiter\*innen möglich.

## Unser Ansatz

Unsere Technologie ermöglicht eine fortlaufenden Analyse der qualitätsrelevanten Daten aus Chemie, Mineralogie und Korngrößenverteilung. Durch unsere intelligenten Algorithmen werden fortlaufend Sollwerte zur Optimierung der aktuellen Zementproduktion an den Leitstand weitergegeben.



**0. Modelltraining dank Einschlag:** Das alcemy-Modell wird basierend auf Werten, die bereits im Zementwerk vorhanden sind, trainiert. Dazu gehören neben den chemischen und mineralogischen Eigenschaften auch die erzielten Ergebnisse wie die Festigkeiten nach einem bis 28 Tagen Aushärtung.

**1. Festigkeitsvorhersage:** Genauso wie die Eigenschaften und Qualitäten der natürlichen Ressourcen schwanken, so müssen auch

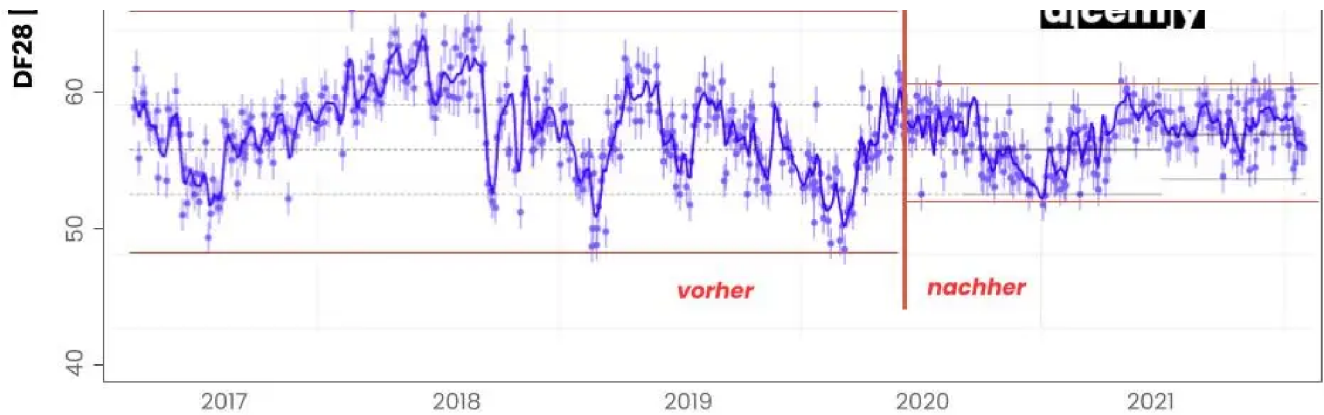


de Qualitätseigenschaften wie Druckfestigkeit und Blaine der aktuellen Mahlung oder Mischung. Damit werden die Schwankungen der Ressourcen nicht nur in den Rohdaten, sondern auch in den Zielwerten sichtbar.

**2. Optimierung:** Es bleibt aber nicht nur bei der reinen Festigkeitsvorhersage, sondern die Technologie nutzt das erlangte Wissen, um für die aktuelle Produktion Steuerungsvorgaben für die Zementmühle zu erstellen und optimale Sollwerte für Feinheiten oder die richtige Rezeptur zur Erreichung der gewünschten Zieleigenschaften zu finden. Diese werden dann an die Leitstandfahrer übermittelt bzw. direkt ins Prozessleitsystem eingespielt.

## VORTEILE FÜR UNSERE KUNDEN





Alle alcemy Kunden konnten Ihre Qualität 20% bis 50% bis zu einer durchschnittlichen Standardabweichung von 1,5 MPa nach sechs Monaten verbessern und sind damit in kürzester Zeit zu Qualitätsführern geworden.



35% Qualitätsverbesserungen (Std.) über alle Zementfamilien





ø 400.000 € Kosteneinsparungen durch Senkung des Klinkerfaktors und Mahlenergie



ø 15.000 Tonnen weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kunde



Steigerung der Effizienz & Gewinn von Informationen durch zentrale Datengrundlage für alle Beteiligten

## UNSERE ANWENDUNG IM DETAIL





Messwerte	15-25	16-15	Vorgabe	Sollwert
d' Soll	10.0			
d'	10.4	10.4		
Druckfestigkeit 2d Vorh.	47.0			48 ± 3.0
CI-	0.017	0.018	✓	<0.09
SO3	6.41	6.47	✓	6.5 ± 0.10
C3S	53.3	52.8		
Calcit	0.220	0.300		
Bassanit	2.180	2.100		
Gips	0.510	0.420		

Letzte Rezeptänderung: 23.12.2021

Messwerte	11-29	16-06	Vorgabe	Sollwert
d' Soll	17.6	17.8		
d'	18.2	18.7		
Druckfestigkeit 2d Vorh.	33.6	32.3		33 ± 3.0
CI-	0.064	0.035	✓	<0.09
SO3	2.85	2.96	↓ 0.16	2.8 ± 0.10
Kalksteingehalt XRD sulfatfrei	5.660	2.980	↑ 1.020	4 ± 0.300
C3S	58.2	56.0		
Bassanit	0.620	0.680		
Gips	0.490	0.470		

Letzte Rezeptänderung: 07.02.2022

## Alle Informationen zur Zementsteuerung auf einen Blick.

Mit alcemy können Sie auf einen Blick die aktuellen Probenwerte wie auch die dynamischen Steuerungsvorgaben einsehen und sind jederzeit über den Produktionsstand informiert. Auf Basis der Analysewerte der Produktionsproben werden die zugehörigen Prognosen dargestellt. Klare Steuerungsvorgaben für eine optimierte Qualität und Zielfestigkeit werden an die Leitstandfahrer\*innen weitergegeben. So haben Sie immer die wichtigsten Kennwerte und Messergebnisse auf einen Blick und erhalten einen direkten Einblick in die Zementrezeptur.



## Röntgenblick in die Zementqualitäten.

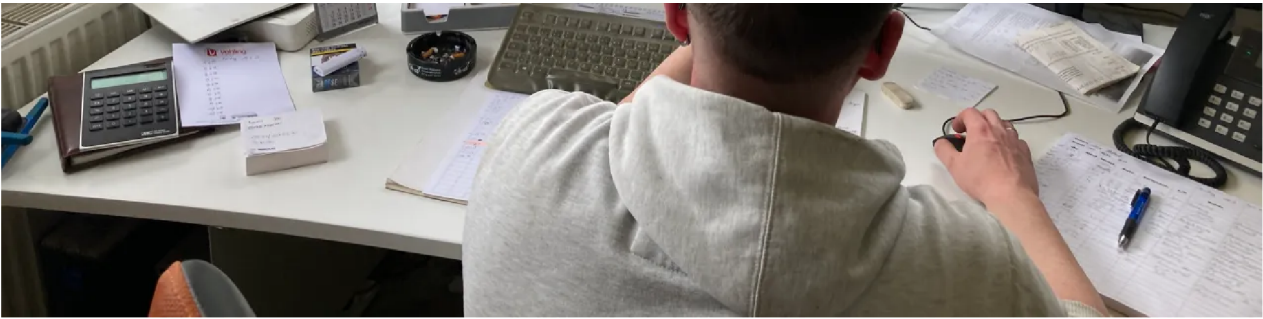
Unsere Analyse-Ansicht ermöglicht Detailanalysen der aktuellen Produktionsdaten und der chemischen und mineralogischen Messwerte. Sie visualisiert neben allen Messwerten auch die zugehörigen Prognosen über Versand und Produktionsproben. Die tabellarische Aufarbeitung der Proben ermöglicht tiefe Einblicke in die Stärke der Einflussfaktoren auf die Festigkeit des Zements. So können Ausreißer direkt erkannt und Fragestellungen schnell geklärt werden.



## Rezepturen verwalten und mit den Erkenntnissen aus den Analysen verbinden.

Die Zementrezepturen und Zielwerte können für jeden Zement hinterlegt und verwaltet werden. Alle Einstellungen zu Steuerungsbereichen, Festigkeitszielen und Nebenbedingungen können zentral angepasst werden.





## **alcemy für Beton: Echtzeit-Monitoring und Qualitätsaussteuerung beim Transportbeton mit Hilfe von Maschinellern Lernen.**

Unsere Technologie verwendet die Daten im Transportbetonwerk und Fahrmischer, prognostiziert laufend und in Echtzeit die Qualitätseigenschaften des Betons und übersetzt diese in KW Sollwerte für das Werk. Damit gehören Reklamationen auf der Baustelle und Ineffizienzen im Werk der Vergangenheit an.

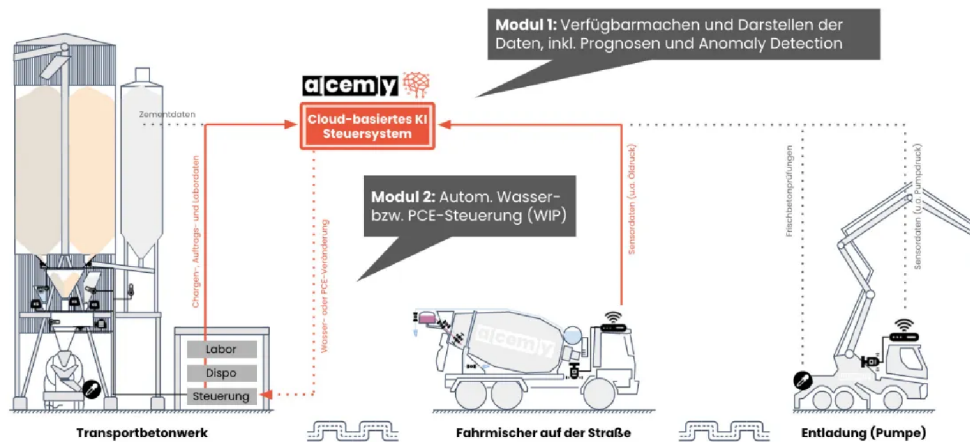
---

## **Die Herausforderung**

Momentan beruht die Qualitätssteuerung im Transportbetonwerk immer noch maßgeblich auf dem Fingerspitzengefühl und der langjährigen Erfahrung der Mitarbeiter\*innen. Die Werkzeuge zur Qualitätsaussteuerung, wie beispielsweise Ausbreitmaßversuche oder Konsistenzabgleichkurven, werden heutzutage noch größtenteils manuell erstellt und sind damit sehr aufwändig.

## **Unser Ansatz**

Laboranten und Mischmeistern die richtigen digitalen Werkzeuge an die Hand, um die manuell geprägten Arbeitsschritte deutlich einfacher, automatisierter und effizienter ausführen zu können.



Das alcemy Betonprodukt besteht aus zwei Modulen:

Das **Monitoring-Modul** nutzt Daten, die während der Produktion und Fahrt zur Baustelle entstehen und prognostiziert daraus laufend die erwarteten Qualitätseigenschaften des Betons. Dies gelingt, da die Algorithmen mit historischen Daten je Werk trainiert werden. Die stetigen Prognosen können von Mitarbeitenden aus der Produktion und Qualitätssicherung jederzeit eingesehen werden und schaffen ein gänzlich neues Level an Transparenz und Information.

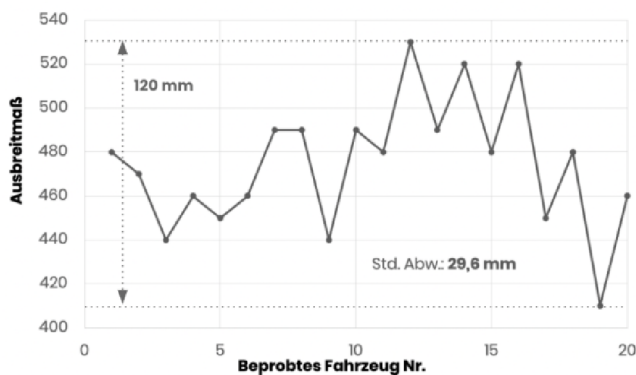
Das **Steuermodul** ist für die Rezepturaussteuerung verantwortlich. Prognosen werden genutzt um Abweichungen vorausschauend zu identifizieren und diese schnell und einfach an das Werk zu übermitteln.



die Wirkleistung und Wasserzugabe und übermittelt diese laufend an die Mischmeister\*innen.

## VORTEILE FÜR UNSERE KUNDEN

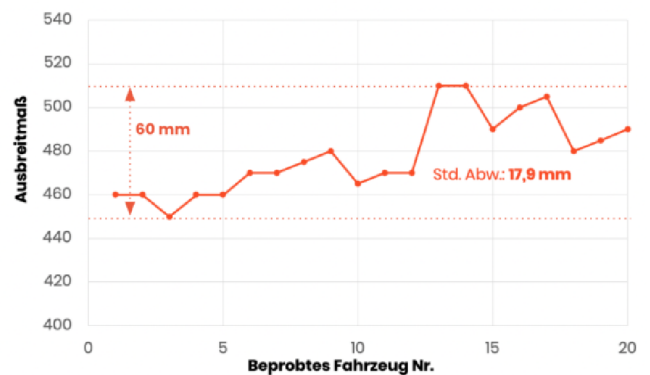
### Status Quo



**96 %**  
d. Chargen

benötigten manuellen Eingriff des Mischmeisters

### Gesteuert via **alcemy**



**0 %**  
d. Chargen

benötigten manuellen Eingriff des Mischmeisters



EN DE

aller Chargen manuell in den Wasseraustritt eingegriffen. Mithilfe der alcemy Technologie wurde ein manueller Eingriff nicht mehr nötig. Zudem wurden die Schwankungen beim Ausbreitmaß um bis zu 50% reduziert.



Senkung der Materialkosten



Reduktion der Qualitäts-schwankungen um bis zu 40%



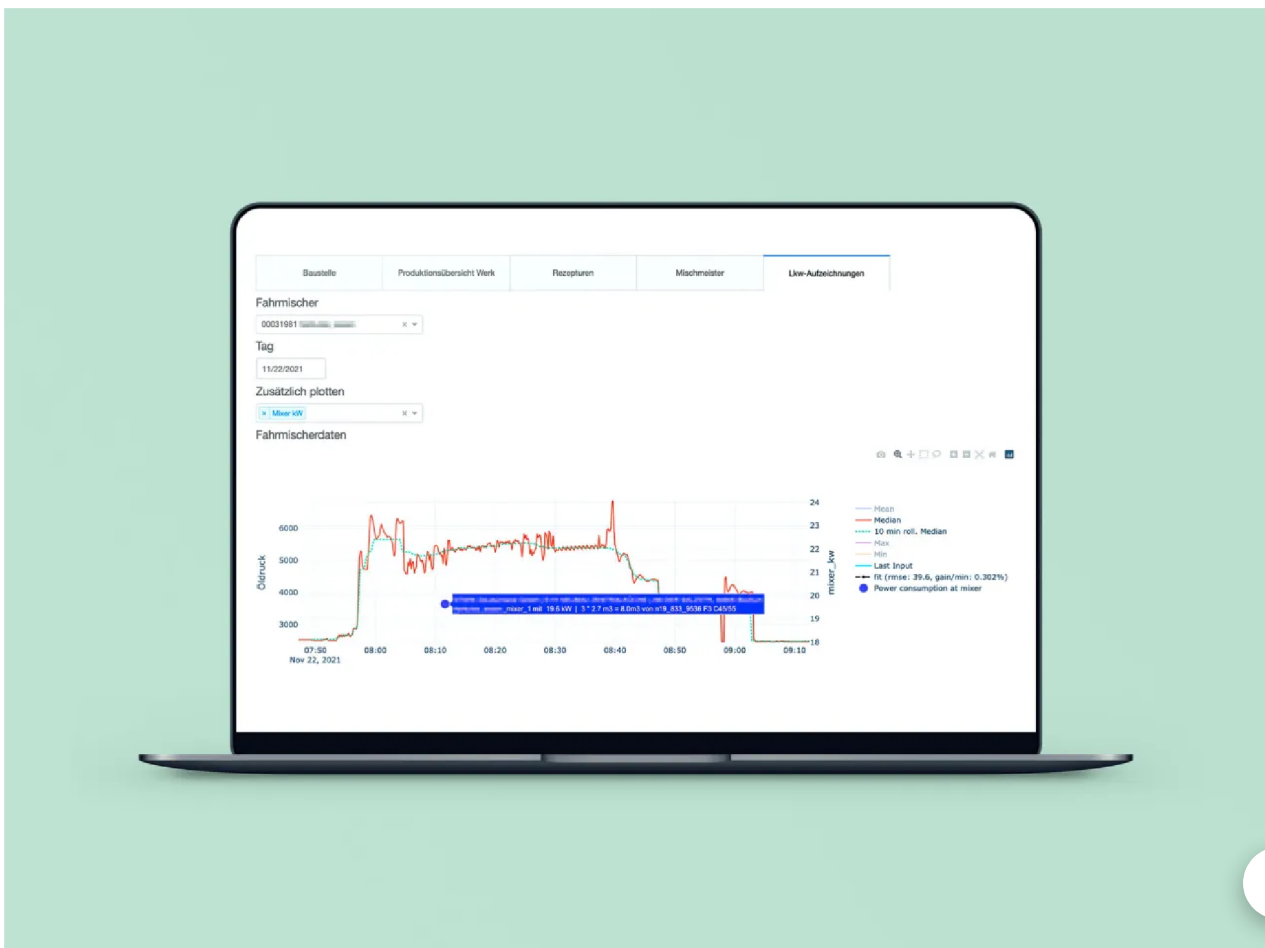
80% weniger manuelle Eingriffe bzgl. der Sandfeuchte





## Verringerung der Reklamation

# UNSERE ANWENDUNG IM DETAIL

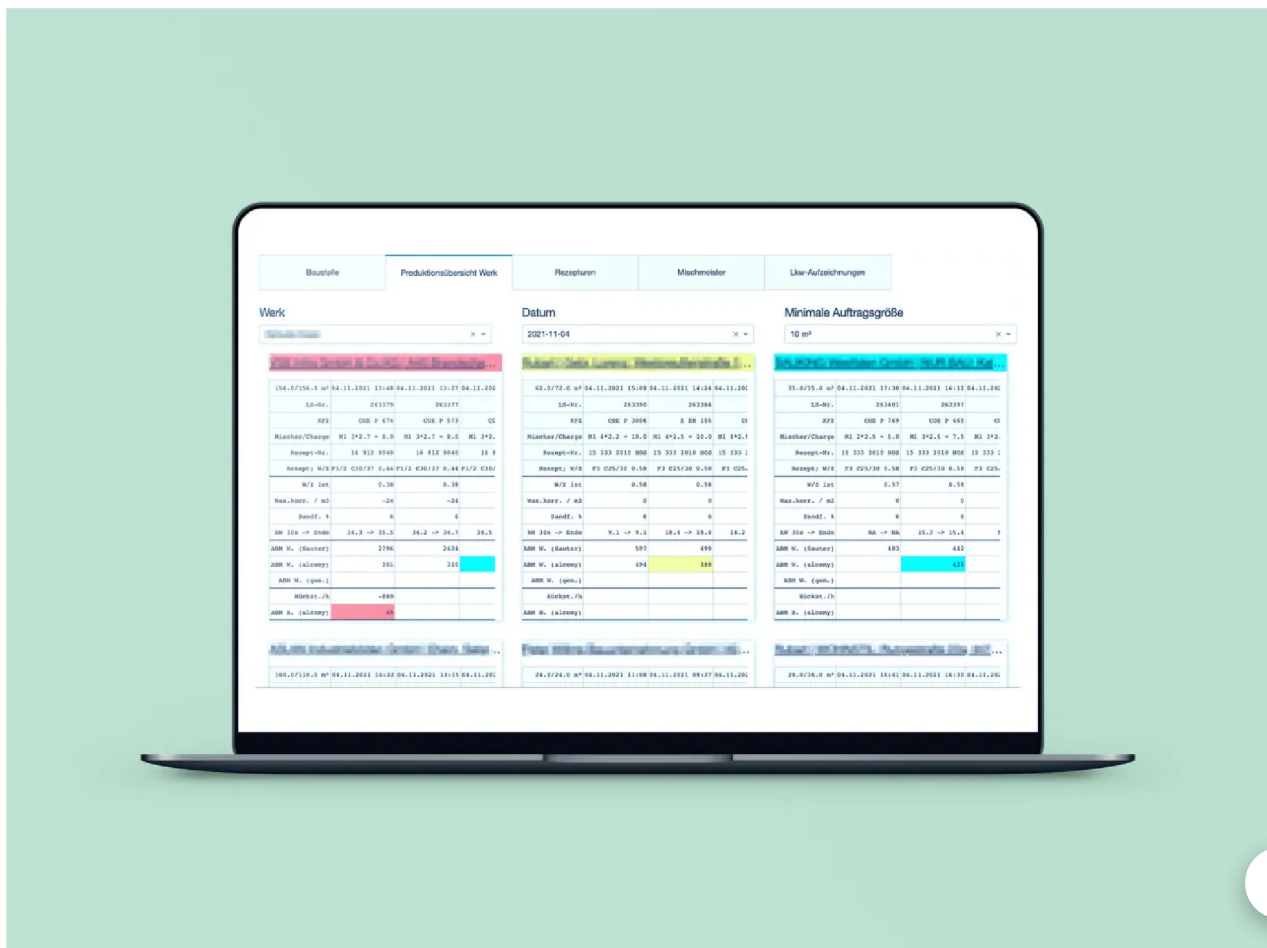






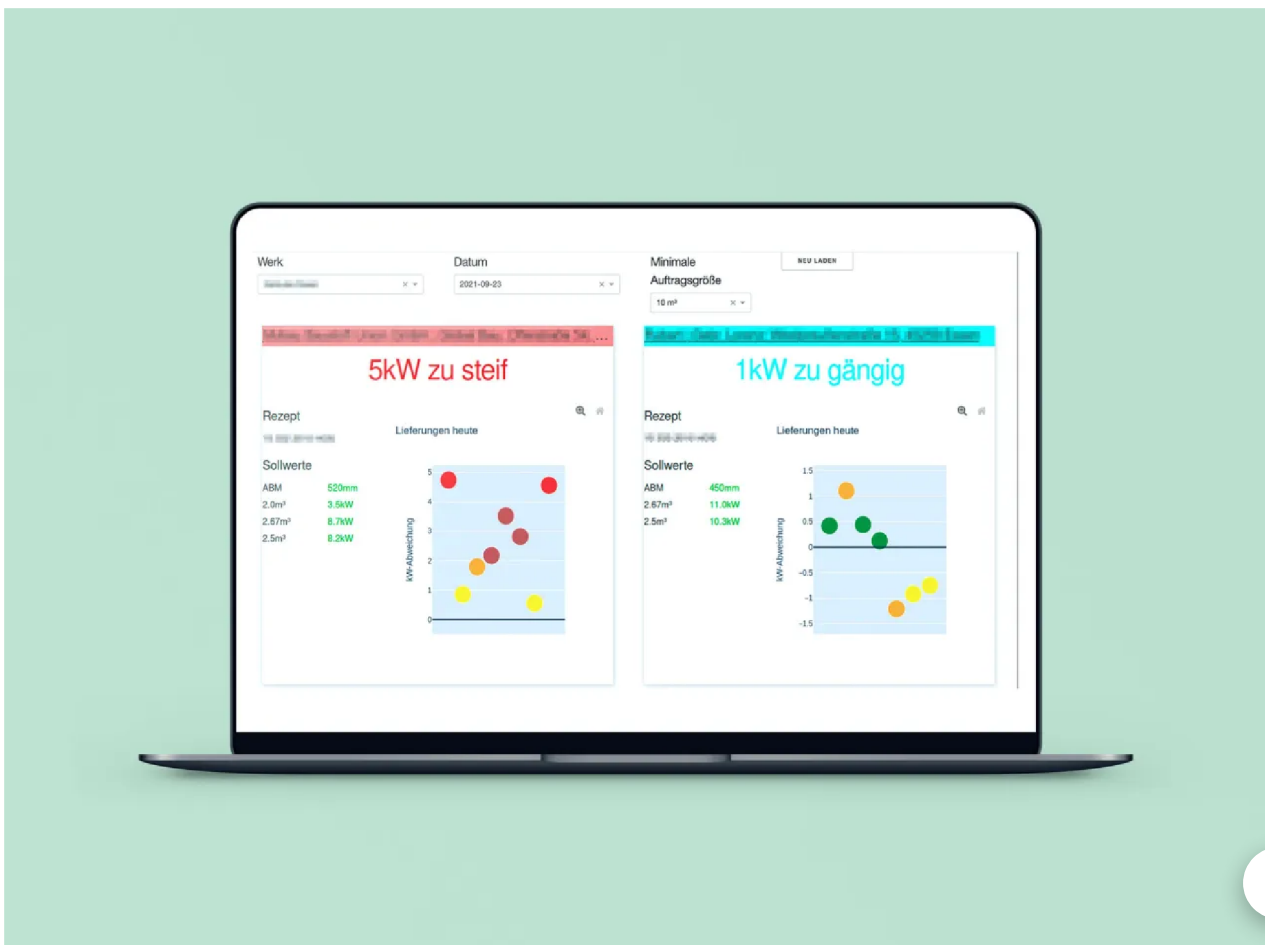
# Lückenlose Qualitätsüberwachung von der Herstellung bis zur Übergabe.

Öldruck, Wasserzugabe und die Trommelleistung lassen sich durch unsere umfängliche remote Begleitung des Fahrmixers simpel überwachen. So ist das Werk jederzeit über Änderungen während der Fahrt des Fahrmixers informiert und kann alle Veränderungen in Echtzeit verfolgen, bis das Material an den Kunden übergeben wird. Damit ist eine lückenlose Qualitätssicherstellung von der Herstellung bis Übergabe des Betons möglich.



## Jede Baustelle auf einen Blick.

Dank der Echtzeit-Darstellung können Messwerte sowie prognostizierte Betoneigenschaften transparent eingesehen werden – und das übersichtlich für alle Fahrmischer, die gerade auf den Straßen unterwegs sind. Alcemy unterstützt dabei, normalerweise aufwändig messbare Werte durch detaillierte Prognosen zu vervollständigen. Ausreißer in den Werten werden in Echtzeit hervorgehoben, um eine schnelle Übersicht über mögliche Probleme zu erhalten.



## Parallele Optimierung der Chargen.

Die lückenlose Überwachung der bereits gestarteten Fahrplaner ermöglicht eine parallele Optimierung des Transportbetons für die nächsten Chargen im Werk. Mithilfe von belastbaren Daten der Fahrplaner und des Werks, lassen sich mit alcemy Vorhersagen über die benötigten Soll-Werte der nächsten Chargen treffen. So wird eine optimale Qualität bei der Übergabe an den Kunden garantiert.

