

ImPACts
Industrial Methods for Process Analytical Chemistry - From Measurement Technologies to Information Systems
Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies
Programmlinie: K-Projekte
COMET-Einzelprojekt, Laufzeit und Projekttyp:
imPACts, 09/2014 – 08/2018, multi-firm

Bierqualität wird nicht-linear

Beim Brauen von Bier ist es enorm wichtig, eine hohe und immer gleichbleibende Qualität zu gewährleisten, um die Kunden zu begeistern. Die manuelle Überwachung der entscheidenden Qualitätsparameter ist sehr zeitintensiv und kostspielig: Für 10 Proben beträgt der Zeitaufwand etwa vier Stunden. Durch die Zusammenarbeit von Brau Union, RECENDT und FLLL kann die Messung der wichtigsten Parameter in unvergorenem Bier („Bitterwert“) und Radler („Zitronensäure“) durch die Kombination von NIR-Spektroskopie und nicht-linearer Mathematik in Zukunft vollautomatisch geschehen.



Die analytische Herausforderung

Jeder Bierliebhaber wird zustimmen, dass schon minimale Änderungen im Geschmack des jeweiligen Lieblingsbieres erkennbar und störend sind. Analytische Techniken für die Qualitätskontrolle bei der Bierproduktion sind daher sehr wichtig, um den richtigen Geschmack sicherzustellen. Das Durchführen der analytischen Messungen in den Labors der Brauerei ist zeitaufwändig für die Mitarbeiter und kostspielig für die Unternehmen. Der Grund dafür ist, dass die Proben manuell vorbereitet werden müssen, um diese mit unterschiedlichen speziellen Instrumenten verarbeiten zu können. Aktuell liegt der Arbeitsaufwand für die Analyse der relevantesten Parameter in unvergorenem Bier (Würze) – nämlich Bitterkeit, Endvergärung (FA) und freie Aminostickstoffe (FAN) – bei ca. vier Stunden für zehn Proben, davon abgesehen benötigen die Analysen eine Zeitdauer von mehr als 24 Stunden. Ähnlich ist die Situation bei der Analyse von Bitterkeit, Zitronensäure sowie

Gesamtsäure und Schaum bei der Radler-Produktion.

Die Analyse dieser Parameter ist aber unverzichtbar, da diese für den konsistenten und feinen Geschmack des Bieres/Radlers zuständig sind, den die Kunden gewohnt sind. Abweichungen von den standardisierten Werten würden zu einem anderen, unerwarteten Geschmack (z.B. zu hohe Bitterkeit) führen, was Kundenreklamationen, sowie erhebliche Kosten zur Folge haben könnte, und vor allem auch dem guten Ruf der Marke schaden würde.



Machen wir die Sache einfacher!

In einer Kooperation innerhalb des K-Projekts imPACts setzten die Forscherinnen und Forscher der RECENDT die Fourier-Transformation Spektroskopie im mittleren Infrarot (FT-MIR) ein, um die verschiedenen Parameter zu messen. Der große Vorteil dieser Technologie ist, dass keine Probenvorbereitung notwendig ist und

dass die Ergebnisse praktisch in Echtzeit zur Verfügung stehen. Der Nachteil der Standard-prozedur war allerdings, dass die Messungen nicht mit der benötigten hohen Qualität und Zuverlässigkeit realisiert werden konnten!

Aber auch diese Herausforderung wurde im Rahmen des K-Projekts imPACts in Angriff genommen: wo die Laborexperthen der Brau Union, die Physiker und Messtechnologen keine geeignete Lösung finden konnten, versuchten die Mathematiker ihr Glück – und gemeinsam konnte das Problem gelöst werden!

Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Verwendung von nicht-linearen multivariaten Kalibrierungstechniken aus dem Bereich des maschinellen Lernens.



Bierproduktion wird nicht-linear – aber nicht nur im geometrischen Sinn! Nichtlineare Mathematik macht die Laboranalytik effizienter. (© Brau Union Österreich AG)

Genauer gesagt: Die Forscher von RECENTD legten anspruchsvolle FT-MIR Messroutinen fest und die Forscher von FLLL nutzten Erweiterungen der Support Vector Regression (SVR), welches ein weit verbreitetes und akzeptiertes

Verfahren zum Aufbau hochgenauer Modelle von Daten ist. Diese kompliziert klingenden Methoden wurden genutzt, um die Rechenzeiten zu reduzieren: der hohe Berechnungsaufwand in hochdimensionalen Problemen (verursacht durch den Einfluss von Wellenlängen/Banden im Spektrum) wurde gemindert, indem die Originalproben mit ihrer Projektion auf den Unterraum ausgetauscht und zeitintensive suboptimale Einstellungen und Rahmenbedingungen für Lernparameter kompensiert wurden...

Anders gesagt: Die Spezialisten der Brau Union stellten in Zusammenarbeit mit RECENTD die Rohspektren zur Verfügung – und FLLL lieferte die smarte Intelligenz!



Wirkungen und Effekte

Das entwickelte Messsystem führt die Messungen mit hoher Qualität, Genauigkeit und Zuverlässigkeit durch – und spart Zeit und somit Kapazität für andere Nicht-Routine-Aufgaben.

Es hilft außerdem, die optimale Bierqualität effizienter als mit traditionellen Messungen zu gewährleisten, da die Ergebnisse viel schneller verfügbar sind: 2 Minuten statt 24 Stunden.

Und da es praktisch keine Benutzer-Interaktionen gibt, verhindert das neue System zuverlässig auch etwaige Bedienerfehler.

Alles in allem bringt diese Entwicklung die Brau Union einen Schritt näher zu ihrer Vision eines „Brauereitechnischen Labors 2020“. Und nicht zu vergessen – sie bringt Top-Qualitäts-Bier und Radler zu allen begeisterten Konsumenten.

Kontakt und Informationen

K-Projekt imPACts

RECENTD – Research Center for Non Destructive Testing
Altenberger Straße 69, 4040 Linz
T 0732 / 2468 - 4602

E robert.holzer@recendt.at www.k-pac.at www.recendt.at

Projektkoordination

Dipl.-Ing. Robert Holzer

Projektpartner

Organisation	Land
Brau Union Österreich AG	Österreich
JKU Linz - Fuzzy Logic Laboratory Linz-Hagenberg	Österreich
OMV Refining & Marketing GmbH	Österreich
Lenzing AG	Österreich
Sandoz GmbH	Österreich

Weitere Informationen zu COMET – Competence Centers for Excellent Technologies: www.ffg.at/comet

Diese Success Story wurde von der Konsortialführung/der Zentrumsleitung zur Verfügung gestellt und zur Veröffentlichung auf der FFG-Website freigegeben. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die FFG keine Haftung.