

Weißlaugenoxidation

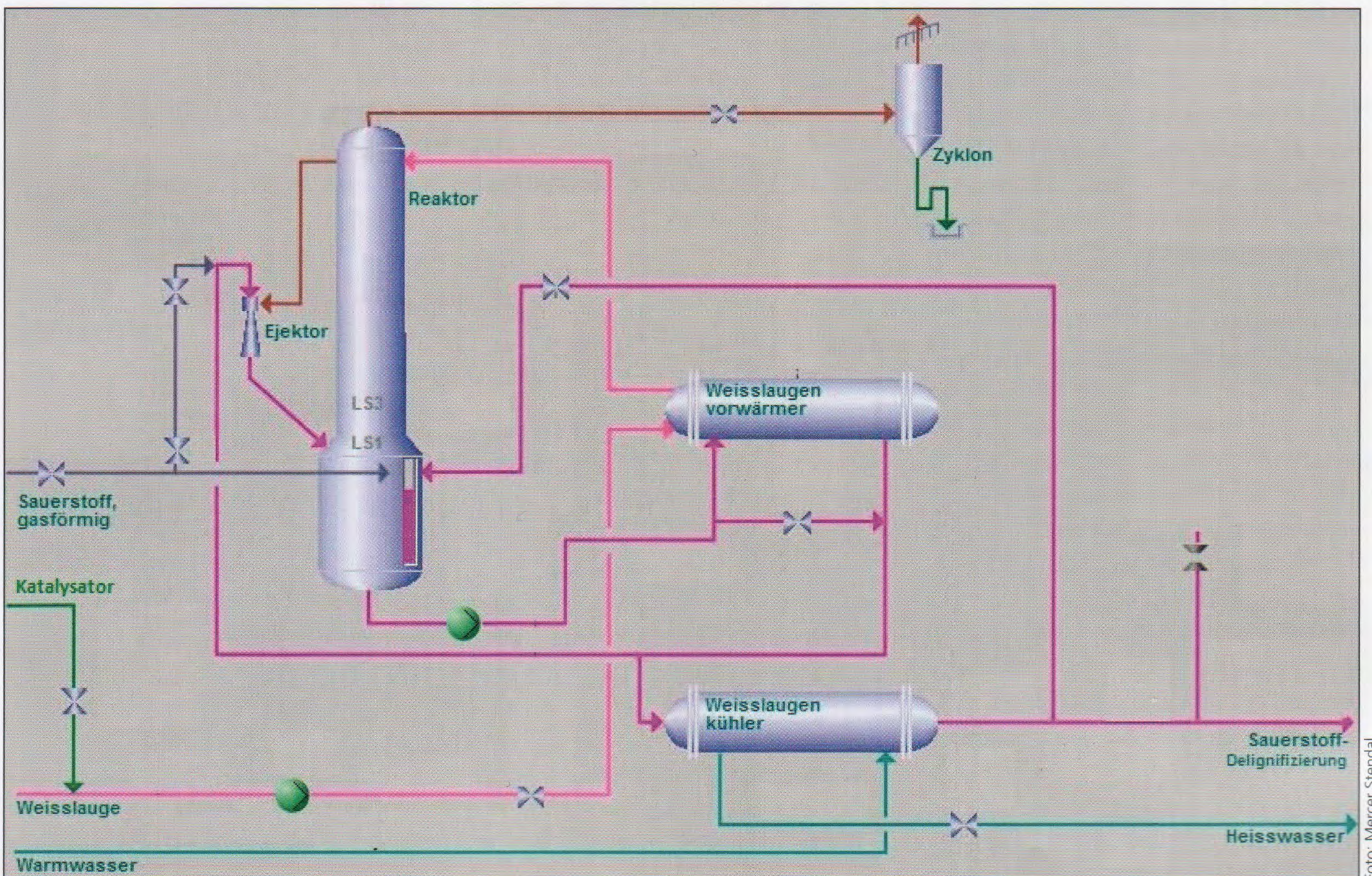
Höchstleistung dank statistischer Datenanalyse

Die Weißlaugenoxidation, als wichtiger Prozessschritt im Vorfeld der Zellstoffbleiche, lieferte bei der Zellstoff Stendal GmbH seit Inbetriebnahme der Teilanlage vor 15 Jahren nicht die von ihr erwartete Leistung. Diverse Optimierungsversuche wurden unternommen, der entscheidende Durchbruch blieb jedoch aus. Im Rahmen eines Six Sigma Projekts mit dem Dienstleistungspartner Additive wurde der Prozess systematisch mit statistischen Methoden untersucht – mit überwältigenden Ergebnissen.

Der Anlagenteil der Weißlaugenoxidation war trotz zahlreicher Optimierungsinitiativen lange Zeit Sorgenkind der Zellstoff Stendal GmbH: Seit ihrer Inbe-

triebnahme im Jahr 2005 erreichte die Teilanlage im Bereich der Faserlinie nie wirklich die Leistung, auf die sie ausgelegt war. Das hatte negativen Einfluss

auf den Laugenbestand und dessen Steuerung, die Sulfidität der Weißlauge und den Verbrauch an Frisch-Natronlauge (Frisch-NaOH) und damit direkt



Die Weißlaugenoxidation schematisch dargestellt.

Foto: Mercer Stendal



Mercer Stendal

Mercer Stendal produziert hochwertigen Langfaser-Zellstoff aus Nadelholz, der an Papierfabriken in Deutschland und in aller Welt verkauft wird. Die Produktionskapazität des Werkes beträgt 680.000 Tonnen pro Jahr. Das Zellstoffwerk in Arneburg ist ein Tochterunternehmen der amerikanisch-kanadischen Mercer International Group. Im Unternehmen sind circa 455 Mitarbeiter beschäftigt, davon 30 Azubis. Mercer Stendal ist zugleich eines der größten Biomassekraftwerke Deutschlands mit einer Leistung von 135 MW. Aus den Holz-Bestandteilen, die nicht zu Zellstoff verarbeitet werden können, das sind circa 50 Prozent des eingesetzten Holzes, wird Bioenergie generiert.



Foto: Mercer Stendal

Das Werk in Arneburg produziert hochwertigen Langfaser-Zellstoff.

auf die daraus resultierenden Chemikalienkosten. Insbesondere bei hohen Laugenbeständen ist die Oxidierte Weißblauge (OWL) ein sehr wichtiges Steuerungsinstrument. Sie wird im Bereich der Sauerstoffdelignifizierung benötigt. Eine schlechte OWL-Qualität beeinflusst die Delignifizierungskapazität negativ, unzureichende OWL-Mengen müssen durch Zudosierung von Frisch-NaOH aufgefüllt werden. Das treibt die Kosten in die Höhe.

Bei der Performance-Bewertung der Anlage wird die Qualität des Produkts priorisiert – gemessen als Natriumsulfid Na_2S – vor Leistung (in l/s) und Verfügbarkeit. Dies schränkt die Leistungsfähigkeit und Konstanz dieser Anlage weiter ein.

Stephanie Stein, Prozessingenieurin bei der Zellstoff Stendal GmbH, sollte sich ab September 2018 federführend der Optimierung des OWL-Aufbereitungsprozesses im Unternehmen annehmen und die Anlage – im Rahmen ihrer Six Sigma Green Belt-Ausbildung – systematisch „auf Herz und Nieren“ überprüfen. Ziel des Projektes war es, eine stabile hohe Produktion der OWL zu erreichen und gleichzeitig die Qualitätsanforderung halten zu können: Bessere Qualität der Lauge bei höherer Leis-

tung, womit insgesamt eine Kostenreduktion um zwei Drittel angestrebt wurde. Die drei zu verbessernden Zielgrößen waren somit: $c(\text{Na}_2\text{S})$ [g/l], Produktionsrate [l/s] und daraus direkt abgeleitet Kosten für zusätzliches Frisch-NaOH [€/d]. Technische Umbaumaßnahmen wurden beim Scoping (Projektbegrenzung) ausgeschlossen. Außerdem sollte in den bekannten technischen Grenzen gearbeitet werden, um kein neues Risiko in den Prozess zu tragen. Es stand also kein größerer Rahmen zur Verfügung, als er schon seit Inbetriebnahme existiert.

Veruchsplanung mit Statistiksoftware angepasst

Bei ihrem Projekt unterstützt wurde Stephanie Stein von Daniel Fügner, langjähriger Vertriebsingenieur bei der Additive GmbH, der die Projektbetreuung für seine Six Sigma Black Belt-Ausbildung nutzte. Er unterstützte das Projekt bei der Auswertung der Messsystemanalyse, sowie bei der systematisch statistischen Analyse zur Wirkung der Einflussfaktoren auf die Zielgrößen. Letzteres wurde mittels Statistischer Versuchsplanung (DoE, Design of Experiments) untersucht: Dabei handelt

es sich um einen statistischen Ansatz, bei dem die Einflussfaktoren gleichzeitig geändert werden, um nicht nur ihren direkten Einfluss auf die Zielgrößen zu untersuchen, sondern auch dessen Wechselwirkungen. Daniel Fügner hat die DoE dabei mit der Software Minitab speziell auf die Besonderheiten des vorliegenden Prozesses angepasst. Dies war einer der kritischen Punkte im Projekt, weil Fehler in der Versuchsplanung direkt zur Unbrauchbarkeit der Versuchsergebnisse führen können.

Vor dem Beginn der Versuchsreihe wurde die Anlage zunächst noch einmal gründlich gereinigt, überholt und in technisch optimalen Zustand versetzt. Ende 2018 startete die Define- und Measure-Phase des Projektes, von April bis Juni 2019 fand die Versuchsreihe statt, Anfang August 2019 lagen verlässliche Erkenntnisse vor.

Automatisierte Anfahrlogik

Im Rahmen der DoE mit der Statistiksoftware Minitab wurde die Anlage eingehend untersucht. Während der Versuchsvorbereitungen und -durchführung wurden wichtige Nebenerkenntnisse gewonnen, die auch ausschlaggebend für den Projekterfolg

waren. Wesentlich und zugleich beruhigend war in diesem Zusammenhang beispielsweise die Erkenntnis, dass die Anlage, auch bei ungünstiger Parameterkonstellation, immer wieder abgefangen werden kann und so eine angemessene Leistung und gute Qualität stets wiederherstellbar ist. Voraussetzung dafür: Sie muss durch regelmäßige Reinigung frei von Verplackungen und in technisch einwandfreiem Zustand sein. Neben dem Reinigungszustand der Anlage, haben auch die Inbetriebnahme nach Füllkörpertausch und das Anfahren nach kurzem Stillstand einen entscheidenden Einfluss. Dafür wurde eine SOP (Standard Operating Procedure) erstellt und eine automatisierte Anfahrlogik installiert.

Viel Sauerstoff hilft viel

Die wichtigste Erkenntnis der Prozessanalyse ist: Viel Sauerstoff hilft viel. Die

Sauerstoffzugabe hat einen entscheidenden Einfluss und muss in möglichst hoher Menge gewährleistet sein. Zudem ist die Zugabe einer Mindestmenge Katalysator notwendig. Interessanterweise wurde die Sauerstoffzugabe von den Prozessexperten im Vorfeld eher als unwichtig angesehen. Die statistische Auswertung zeigt auch warum: Die Abhängigkeit der Zielgrößen von diesem Einflussfaktor war hochgradig nichtlinear und dieser stand dabei noch mit einer anderen Variablen in einer Wechselbeziehung. So etwas ist mit den klassischen Methoden wie „Try and Error“ oder auch OFAT (One Factor At Time) nicht zu finden und führte daher über die Jahre zu dieser Fehleinschätzung. Mit der speziell hierfür abgewandelten DOE konnte diese Wechselbeziehung aber entdeckt werden.

Insgesamt konnte die Projektingenieurin mit ihrem Projekt zeigen, dass die

Anlage – mit den vorgeschlagenen Lösungsansätzen – fähig ist, die Ziele aus den CtCs (Leistung und Qualität) zu erfüllen und somit die NaOH-Kosten signifikant zu senken. Das gesetzte Ziel der Kostensenkung um zwei Drittel ist bei Einhaltung identifizierter Voraussetzungen (Reinigungszustand, technischer Zustand) und geeigneter Parameterkonstellationen (ausreichende Mengen Sauerstoff und Katalysator) somit sehr realistisch.

Dieses Projekt hat den zweiten Platz beim Deutschen Six Sigma Preis in der Kategorie „Praxis“ erreicht. Der European Six Sigma Club Deutschland e.V. prämiiert jährlich die besten Projekte und Leistungen im Bereich der Six Sigma Methodik. Er ist eine Anerkennung für Projektleiter und deren Teams, die die Six Sigma Methodik in exzellenter Weise angewandt oder weiterentwickelt haben. ■

Mit der Statistiksoftware **Minitab** Ihre Messdaten erfolgreich analysieren und so Ihre Produktqualität steigern.

Mit dem **Minitab Workspace** Ihre Qualitätsverbesserungsprozesse erfolgreich durchführen und so Ihre Prozessqualität steigern.

Der **Salford Predictive Modeler** ist die patentierte Software für Machine Learning, Predictive Analytics & Big-Data-Analysen

Quality Six Sigma

DFSS

Lean Six Sigma

Minitab

Minitab Workspace

Salford Predictive Modeler

Qualitätsregelkarte (X-quer/S)

Minibereich der Stichproben

Maxibereich der Stichproben

Zeit

OBS=96,81
X̄=92,94
USG=89,06

OBS=3,67
S=2,71
USG=0