

PROFI-GUIDE	Branche	Anlagenbau	● ● ●	
		Chemie	●	
		Pharma		
		Ausrüster		
	Funktion	Planer	● ● ●	
		Betreiber	● ● ●	
		Einkäufer		
		Manager	● ●	
		ENTSCHEIDER-FACTS		<b>Für Betreiber und Planer</b>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Steigende Umweltauflagen führen dazu, dass Raffinerierückstände in Zukunft nicht mehr ohne Weiteres in Schiffsmotoren oder Kraftwerken verbrannt werden dürfen.</li> <li>● Sowohl Lösungsmittel-Entasphaltierungs- (Solvent Deasphalting/SDA) als auch Bitumen-Anlagen ermöglichen es, Rückstände zu Wertprodukten umzuwandeln.</li> <li>● In Kombination beider Technologien lassen sich Raffinerierückstände nahezu vollständig zu entasphaltiertem Öl und Bitumen verarbeiten.</li> </ul>

Ökologische und ökonomische Nutzung von Raffinerierückständen

## Rückstände vergolden

**Der Druck auf Raffineriebetreiber wächst:** Durch steigende Umweltschutzanforderungen und wirtschaftlichen Druck benötigen Ölverarbeiter Antworten auf die Frage, wie sich schwere Rückstände ökonomisch und ökologisch sinnvoll verwenden lassen. In den schweren Rückständen sind hochkondensierte aromatische Kohlenwasserstoffe (Asphaltene), Schwefel- und Stickstoffverbindungen sowie alle metallischen Verunreinigungen (Nickel, Vanadium, Natrium, Kalzium etc.) des Erdöls aufkonzentriert. Da leichte Rohöle immer teurer werden und deshalb zunehmend schwere Rohöle verarbeitet werden, verschärft sich die Rückstandsproblematik weiter.

### Schärfere Umweltgesetze: 0,1% Schwefelgehalt

Die etablierten Konversionstechnologien wie das Visbreaking (thermisches Cracken) oder die FCC-Anlage (katalytisches Cracken) führen zu Raffinerierückständen, die umweltfreundlich entsorgt werden müssen. Bislang werden diese in Kraftwerken verbrannt oder als Marinebunkeröle verkauft. Zukünftige Umweltschutzstandards sehen jedoch vor, die Schwefelgehalte der Schweröle (MFO) weiter drastisch zu reduzieren. So wurden in Nord- und Ostsee sowie dem Ärmelkanal

und an der Küste Kaliforniens sogenannte Emission Control Areas (ECA) eingerichtet, in denen Seeschiffe nur noch schwefelarmen Treibstoff verbrennen dürfen. Ab 2015 dürfen diese Treibstoffe nur noch 0,1 % Schwefel enthalten – derzeit sind es 1,5%.

Die verschärften Umweltgesetze zwingen Betreiber zunehmend, ihre Raffinerie rückstandsfreier zu betreiben. Doch die Herausforderung bietet auch Chancen: Durch eine technisch mögliche und wirtschaftlich sinnvolle Verarbeitung der schweren Rückstände kann die Gesamtwertschöpfung gesteigert werden.

### Kombination von zwei Verfahren sorgt für hohe Effizienz

Die Anlagenbauer Pörner / EDL bieten mit der Kombination einer Lösemittel-Entasphaltierungs- (Solvent Deasphalting / SDA) und einer Bitumenanlage (Biturox) eine hocheffiziente Rückstandstechnologie. Mit dieser lassen sich Raffinerierückstände nahezu vollständig verwerten. Über den positiven Umweltbeitrag hinaus entstehen dabei die Wertprodukte entasphaltiertes Öl (Deasphalted Oil / DAO) sowie spezifikationsgerechtes Bitumen. Das entasphaltierte Öl wird wiederum zur Herstellung von Benzin und Diesel eingesetzt.

### Die Autoren:

Dr.-Ing. Rolf Gambert,  
Leiter Verfahrenstechnik, EDL Anlagenbau Gesellschaft,

Jana Foltyn, Leiterin  
Verfahrenstechnik,  
Pörner Ingenieurge-  
sellschaft



1

### Kostengünstige Lösemittel-Entasphaltierung

Die Lösemittel-Entasphaltierung zeichnet sich gegenüber anderen Technologien durch ihre vergleichsweise niedrigen Kosten aus. Das dabei gewonnene entasphal-

Aus der Kombination einer SDA- und einer Bitumenanlage entsteht für Kraftstoff- und Schmierölraffinerien eine kostengünstige Rückstandstechnologie

tierte Öl kann in den nachfolgenden Konversionsanlagen vollständig zu Wertprodukten umgesetzt werden. Die erzeugten Bitumina sind in allen Modifikationen hochwertige Verkaufsprodukte für die Raffinerie.

Das SDA-Verfahren kann mit verschiedenen Einsatzstoffen, wie z. B. Vakuumrückstand, Visbreaker-Rückstand, Rückständen aus Altölaufbereitungsanlagen etc. betrieben werden. Aus den Einsatzstoffen werden unter Zugabe eines Lösemittels (Propan, Butan oder auch Gemische) bei hohem Druck lösliche Kohlenwasserstofffraktionen extrahiert. Die paraffinische Phase (späteres DAO) und die asphalteneiche Phase (späterer Pitch) werden über jeweils getrennte Linien vom Lösemittel befreit, um das Lösemittel dem Extraktionsprozess wieder zuführen zu können. Die Extraktion kann dabei sowohl unter- als auch überkritisch geführt werden.



2

1: Lösemittel-Entasphaltierung (PDA-Anlage) bei H&R Ölwerke Schindler, Hamburg

2: Bitumenanlage, Samir, Mohammedia, Marokko

Die extrahierte Kohlenwasserstoff-Fraktion wird in der Kraftstoffraffinerie dem Hydrocracker (HC) oder der FCC-Anlage zur Erzeugung von Mitteldestillaten zugeführt. Die Qualitätsanforderungen des DAO orientieren sich dabei an den jeweilig eingesetzten Katalysatoren der Anlagen (wie z. B. Metalle < 12 ppm, CCR < 5 %, N < 4.000 ppm). In Schmierstoffraffinerien wird das DAO als „Bright Stock“ für die Schmierölproduktion verwendet, die Qualitätsanforderungen an das DAO orientieren sich in diesem Fall an den nachfolgenden Prozessstufen der Base-Oil-Verarbeitung.

Die SDA-Anlage wird so optimiert, dass die verwertbaren Produktqualitäten sowohl hinsichtlich des DAO als auch des Pitches entstehen. Nur so ist es möglich, das DAO für die nachfolgende Weiterverarbeitung optimal zu nutzen und gleichzeitig qualitätsgerechtes Pitch für die Bitumenherstellung zu erhalten.

### Bitumenanlage nutzt zahlreiche Rückstände

Der SDA-Anlage wird eine Biturox-Anlage nachgeschaltet, die unter anderem den asphalteneichen SDA-Pitch als wertvolles Einsatzmaterial für die Bitumenproduktion verwerten kann. Abhängig von den Pitch-Eigenschaften (Viskosität, Penetration, Erweichungspunkt und thermische Stabilität) und der Pitch-Zusammenset-

## ZUR TECHNIK

### Biturox-Pilotanlage

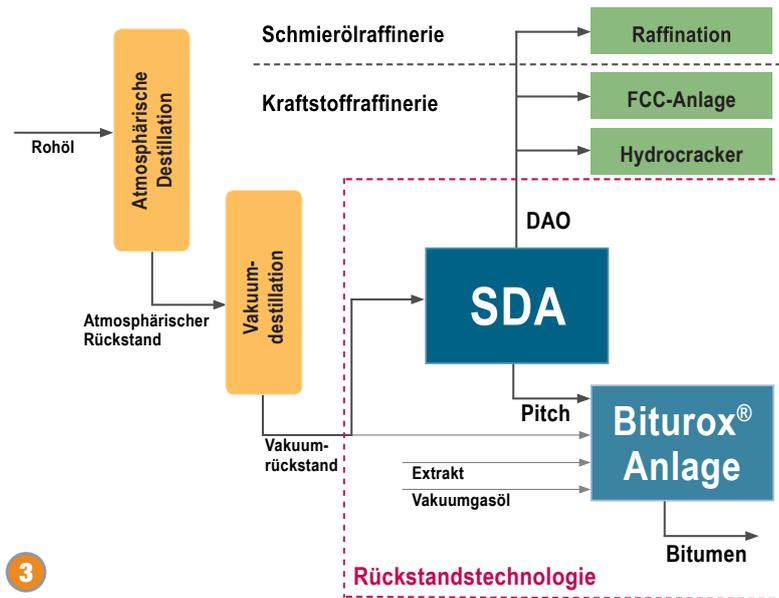
Die Biturox-Pilotanlage in Wien besteht aus einem 15 Liter fassenden Pilotreaktor, in dem verschiedene Einsatzmischungen bei verschiedenen Temperaturen (bis 270 °C), Drücken (bis 4 bar) und Lufraten getestet werden. Dadurch lassen sich nicht nur die optimalen Prozessbedingungen ermitteln, son-

dern können auch verschiedene Produktionskonzepte getestet und in den großtechnischen Maßstab übertragen werden. Die Einrichtung verfügt über spezifische Analyseverfahren zur Untersuchung der Produktqualität sowie zur Messung der Abgase aus dem Reaktor.



Die Biturox-Pilotanlage ermöglicht es, die optimalen Prozessbedingungen zu ermitteln

## Verfahrensschema



3

(SDA = Solvent Deasphalting, DAO = Entasphaltiertes Öl)

zung (Paraffingehalt, Malten- und Asphaltenphase) bzw. SARA – Analyse mit dem Gehalt an S (Saturates/Gesättigte), A (Aromaten), R (Resins/Harze) und A (Asphalten), wird dieser mit weiteren Einsatzkomponenten gemischt (Extrakt bzw., wenn notwendig oder verfügbar, auch Vakuumrückstand oder Vakuumgasöl), um ein geeignetes Ausgangsmaterial für die Bitumenproduktion zu erhalten. Die Mischung der Einsätze wird hinsichtlich der erforderlichen Bitumenqualitäten optimiert. Damit erhält die Raffinerie neben einer umweltfreundlichen Verwertung vieler Rückstände eine größtmögliche Unabhängigkeit von bestimmten Rohölen.

Der gemischte Einsatz wird im Reaktor bei 250 °C und 2 bar (Standardbedingungen) zu Bitumen oxidiert. Je nach Produktionskonzept entspricht das Produkt aus dem Reaktor dem Endprodukt. Falls ein härteres Produkt oxidiert wird, muss dieses noch mit weicheren Einsatzkomponenten rückgemischt werden. Als Oxidationsmittel wird Prozessluft verwendet. Aufgrund der

exothermen Reaktionen wird das oxidierte Material im Reaktor mit Hilfe vom Prozesswasser, das in die Luftrohre eingedüst wird, gekühlt. Das Reaktionsabgas besteht zu 95 % aus Stickstoff und Wasserdampf. Der Gehalt an Restsauerstoff beträgt 3 bis 5 Volumenprozent. Die restlichen Komponenten (beispielsweise R-SH, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO und Kohlenwasserstoffe) werden in der nachgeschalteten Abgasbehandlungslinie entsprechend den Emissionsanforderungen umgewandelt bzw. entfernt.

### Versuchsanlagen für gesicherte Auslegung

Um die Verfahrensauslegung abzusichern und geplante Anlagen gesichert auslegen zu können, sind Versuche notwendig. An Versuchständen in Wien (Biturox) und Leipzig (SDA, zum Beispiel Propan Deasphalting, PDA) werden dafür abgestimmte Analysenprogramme genutzt. Im Projektfall oder im Rahmen einer Studie werden die schweren Rückstände in den Versuchsanlagen umfassend getestet und hinsichtlich der optimalen Prozessparameter untersucht. Das Ergebnis ist eine durchgängige Bearbeitung der Technologiekette zur Verarbeitung schwerer Rückstände über eine SDA- und eine Bitumenanlage für einen jeweils konkreten Einsatzfall. Die Versuchsergebnisse führen zu zuverlässigen Daten mit hoher Planungssicherheit, die in Form einer angepassten Prozesssimulation als Basis für die Auslegung der Anlagen herangezogen werden können.

**Fazit:** Aus der Kombination einer SDA- und einer Bitumenanlage entsteht für Kraftstoff- und Schmierölraffinerien eine kostengünstige und bewährte Rückstandstechnologie, die aus einer Hand angeboten wird. Im Idealfall lassen sich Raffinerien damit rückstandsfrei führen. Aber auch andere technologische Varianten zur Integration einer SDA- oder einer Bitumenanlage sind möglich und erhöhen damit die Flexibilität der Raffinerie. So können im Rahmen der SDA-Versuche ebenfalls technologische Varianten zur Abtrennung der Harze als zusätzliche Wertstoffkomponente erarbeitet werden. ●



Weitere Informationen zu den Verfahren finden Sie unter [www.chemietechnik.de/1401ct902](http://www.chemietechnik.de/1401ct902) oder einfach QR-Code scannen!

## ZUR TECHNIK

### SDA-Versuchsstand

Der SDA-Versuchsstand in Leipzig dient dazu, die Verarbeitung von Rückständen bei verschiedenen Temperaturen und Drücken mit verschiedenen Lösemitteln, Lösemittelmengen und bei mehrstufiger Fahrweise zu untersuchen. Der mit zwei Autoklaven (0,5 Liter, 30 bis 300 bar, überkritisch und 5 Liter, 30 bis 50 bar, unterkritisch) sowie spezifischen Analyseverfahren ausgestattete Versuchsstand erlaubt es so, mit relativ geringem Aufwand die optimalen Prozess-

bedingungen zu ermitteln. Versuchsergebnisse wie Gleichgewichtsdaten oder Prozessströme zur thermodynamischen und hydraulischen Auslegung des Extraktors können beispielsweise mittels Prozesssimulation auf großtechnische Anlagen übertragen werden.

Der SDA-Versuchsstand verfügt über Autoklaven für über- und unterkritische Bedingungen

