

Eine alte Technik spielt eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung der ökologischen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts

# Pumpen für die Zukunft

Sulzer Pumps ist die älteste Division von Sulzer. Seit seiner Gründung im Jahre 1857 ist der Geschäftsbereich bestrebt, seine Produkte an neue Kundenanforderungen anzupassen und deren Einsatzmöglichkeiten auf neue Bereiche auszudehnen. Eine der großen technischen Herausforderungen der Gegenwart ist die Reduktion des Treibhausgasausstoßes. Pumpen von Sulzer unterstützen neue, CO<sub>2</sub>-emissionsfreie Technologien wie die Nutzung der Sonnenenergie, die Herstellung von Biokraftstoffen und die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung (CCS).

Seit vielen Jahren liefert Sulzer Pumps innovative, fortschrittliche und zukunftsweisende Lösungen für verschiedenste Pumpenanwendungen. Dabei arbeitet das Unternehmen eng mit seinen Kunden zusammen, um deren Anforderungen besser zu verstehen und entsprechende Lösungen entwickeln zu können. Ein eingehendes Verständnis der Kundenprozesse und der für die Zukunft der jeweiligen Branche entscheidenden Entwicklungen ist eine wichtige

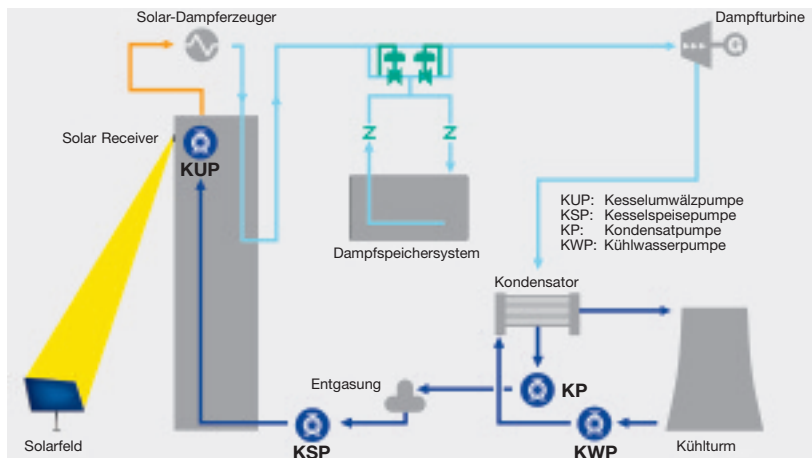
Voraussetzung für neue Ideen und Lösungen zur Erfüllung der Kundenanforderungen. Viele Kunden von Sulzer im Energiesektor sind sich der Auswirkungen des Einsatzes von fossilen Brennstoffen und deren teilweise begrenzter Verfügbarkeit bewusst. Bei jedem Verbrennungsprozess wird Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) freigesetzt, das sich in der Atmosphäre anreichert und für die globale Erwärmung mitverantwortlich ist.

## Maßgeschneiderte Lösungen

Zahlreiche Unternehmen im Energiesektor arbeiten zurzeit an neuen Technologien zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Einer der Ansätze ist die Nutzung von CO<sub>2</sub>-neutralen Energiequellen wie Sonnenenergie oder Biokraftstoffen. Solange fossile Kraftstoffe verbrannt werden, stellen die Abscheidung des dabei entstehenden CO<sub>2</sub> und die anschließende Einlagerung an Orten, wo es keine Auswirkungen auf die Erdatmosphäre

<sup>1</sup> Biokraftstoffe der zweiten Generation werden aus ligno-zellulosehaltigen Rohstoffen und verschiedenen organischen Abfällen gewonnen. Ihre Herstellung basiert auf Nicht-Nahrungsmittelpflanzen oder Abfällen und steht nicht in Konkurrenz zur menschlichen oder tierischen Nahrungskette.





2 Die Sonnenkraftwerke mit geschmolzenem Salz als primäre Wärmeträger ermöglichen die Wärmespeicherung während des Tages.

hat, eine weitere Alternative dar. Solche zukunftsorientierten Konzepte sind ein erhebliches Potenzial im Kampf gegen die globale Erwärmung.

Die neuen Technologien erfordern spezielle Pumpenlösungen, die auf die besonderen Anforderungen dieser Anwendungen, wie die Bewältigung hoher Temperaturen oder die Förderung feststoffbeladener Flüssigkeiten, zugeschnitten sind.

### Reduzierung der Treibhausgase

Biokraftstoffe sind Brennstoffe, die aus Biomasse gewonnen werden. Als Biomasse werden alle Quellen für organischen Kohlenstoff bezeichnet, die binnen kurzer Zeit nachwachsen. Aufgrund ihrer schnellen Erneuerung tragen Biokraftstoffe zur Reduzierung des Treibhausgasausstoßes bei. Im Jahr 2008 lag der Anteil von Biokraftstoffen am weltweiten Energiemix im Transportsektor bei 1,8%. Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) könnte bis zum Jahr 2050 über ein Viertel des weltweiten Kraftstoffbedarfs im Transportsektor durch Biokraftstoffe gedeckt werden.

Biokraftstoffe der ersten Generation sind Kraftstoffe, die aus Zucker, Stärke oder Pflanzenöl hergestellt werden. Sulzer verfügt über beträchtliche Erfahrung in diesem Bereich, denn rund 70% der US-amerikanischen Bioethanol-Anlagen sind mit Pumpen und Destillationssystemen von Sulzer ausgestattet. Da Biokraftstoffe der ersten Generation aus Nahrungsmittelpflanzen gewonnen werden, stehen sie häufig in der Kritik. Berücksichtigt man die bei der Produktion und dem Transport entstehenden Emissionen, unterscheiden sich Biokraft-

stoffe der ersten Generation in ihrer CO<sub>2</sub>-Bilanz häufig kaum von herkömmlichen fossilen Kraftstoffen.

### Biokraftstoff aus Nicht-Nahrungsmittelpflanzen

Biokraftstoffe der zweiten Generation sind Kraftstoffe, die aus ligno-zellulosehaltigen Rohstoffen und verschiedenen organischen Abfällen gewonnen werden 1. Die Rohstoffe zur Herstellung von Biokraftstoffen basieren auf Nicht-Nahrungsmittelpflanzen oder Abfällen und stehen nicht in Konkurrenz zur menschlichen oder tierischen Nahrungskette. Die zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation erforderliche Verfahrenstechnik ist komplexer und anspruchsvoller als die für Biokraftstoffe der ersten Generation. Die Herstellung der Biokraftstoffe der zweiten Generation entwickelt sich rasch – es gibt jedoch noch einige Herausforderungen zu bewältigen. Die ersten kommerziellen Anlagen sind in Betrieb und befinden sich in der Optimierungsphase.

Viele weitere Projekte sind angekündigt und werden zurzeit entwickelt oder gebaut. Die Verfügbarkeit von öffentlichen Geldern, staatlichen Zuschüssen, Kreditbürgschaften und Beteiligungskapital beschleunigt die Kommerzialisierung von Biorefinerien der zweiten Generation.

Der zugrunde liegende Prozess basiert auf der thermischen und biochemischen Umwandlung verschiedener Rohstoffe. Die technischen Herausforderungen liegen hier hauptsächlich in den hohen Drücken und Temperaturen sowie in der Korrosion und dem Verschleiß. Die Pumpenanforderungen sind denen in

der Zellstoff- und Papierindustrie sehr ähnlich, da auch hier Suspensionen mit Spänen, Halmen und anderen Festkörpern gefördert werden. Rückmeldungen von Kundenseite zu der Technologie und den Fähigkeiten von Sulzer waren äußerst positiv. Sulzer arbeitet eng mit Kunden zusammen, um entsprechende Lösungen für deren verfahrenstechnische Herausforderungen zu finden.

### Referenzen in der Biokraftstoffherstellung

Sulzer Pumps und Sulzer Chemtech können bereits mehrere Referenzen von Raffinerien zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation vorweisen. Raffinerien dieser Art benötigen eine Vielzahl von Pumpen, Mischern und Rührwerken für verschiedene Zwecke. Bei einer prognostizierten Hauptaktivität des Marktes zwischen 2013 und 2025 ist auch eine starke Nachfrage nach Equipment und Know-how von Sulzer zu erwarten.

Sulzer Pumps verfügt nicht nur über umfangreiche Erfahrung im Umgang mit verschiedenen Flüssigkeiten, Suspensionen und deren Anwendungen, sondern auch über ein ausführliches Wissen über korrosions- und verschleißfeste Materialien. Zusammen mit dem umfassenden Know-how des Unternehmens auf dem Gebiet der Rührtechnik und der In-Line-Mischung von Suspensionen ist Sulzer bestens positioniert, um Kreiselpumpen- und Mischlösungen mit ausgezeichneter Hydraulik sowie Design für diesen zukunftssträchtigen Markt zu liefern.

3 Die Kesselspeisepumpe GSG ist eine mehrstufige, horizontale, radial geteilte Diffusorpumpe mit Topfgehäuse. Sie kann einen Druck von bis zu 300 bar erzeugen und Flüssigkeiten mit einer Temperatur von bis zu 425 °C fördern.



### Strom von der Sonne

Während bei Biokraftstoffen die Energie der Sonne indirekt über die Pflanzen genutzt wird, gibt es verschiedene Technologien, die eine direktere Nutzung der Sonnenenergie ermöglichen. Photovoltaikanlagen wandeln das Sonnenlicht direkt in Strom um, während bei der Solarthermie (*Concentrated Solar Power, CSP*) die Sonnenstrahlen gebündelt werden, um ein Arbeitsfluid zu erwärmen [2]. Diese Wärme wird in einem Rankine-Zyklus zur Stromerzeugung genutzt. Dieser ist identisch mit dem Prozess in einem herkömmlichen Wärmekraftwerk, d.h., es wird Dampf erzeugt, der in einer Turbine entspannt wird und einen Generator antreibt.

Die heute gängigste Form von CSP-Anlagen sind Kraftwerke mit Parabolrinnen-Kollektoren. Sulzer bietet Pumpen zur Zirkulation des Primärfluids (Wärmeträgeröl) durch Wärmetauscher, in denen der Dampf zum Antrieb der Turbine erzeugt wird. Darüber hinaus bietet Sulzer Pumpen für Parabolrinnen-Kraftwerke mit einem zweiten Wärmeträgerfluidkreislauf an. Dieser zweite Kreislauf dient zur Speicherung der Wärme während des Tages mithilfe von geschmolzenem Salz (Flüssigsalz). Nach Sonnenuntergang wird diese Energie eingesetzt, um die Auslastung des Kraftwerks zu verbessern. Sulzer Pumps unterstützt sowohl konventionelle Prozesse zur Stromerzeugung (mit Kesselspeise-, Kondensat- und Kühlwasserpumpen) als auch solarthermische Prozesse (mit Wärmeträgerölpumpen und Umwälzpumpen für Flüssigsalz).

Sulzer Pumps hat auch Erfahrung mit anderen solarthermischen Anlagen

wie Solarturmkraftwerke oder Fresnel-Reflektoranlagen, bei denen der Dampf in konventionellen Dampfkreisläufen direkt erzeugt wird. Die technischen Herausforderungen für die Pumpen liegen hier in den hohen Fluidtemperaturen in Verbindung mit starken Temperaturwechseln, da die Sonne nicht ständig scheint. So kann die Aufwärmphase zu thermischen Spannungen und besonderer Beanspruchung der Dichtungen führen.

### Hohe Temperatur, hohe Effizienz

Bei Sulzer Pumps wurden zwei Produktentwicklungsprojekte mit dem Ziel ins Leben gerufen, den Markt für Umwälzpumpen für Wärmeträgeröl und Flüssigsalz in solarthermischen Anlagen besser bedienen zu können.

Entwickelt wurde eine komplette Serie von doppelflutigen, beidseitig gelagerten Pumpen, die speziell für die Zirkulation von Wärmeträgeröl in Parabolrinnen-Kraftwerken ausgelegt sind. Diese Pumpen bieten die gleiche Robustheit, optimale Effizienz und hervorragende Hydraulik wie die Sulzer-Druckerhöhungspumpen, allerdings bei höheren Auslegungsdrücken und Fluidtemperaturen von 400 °C. Besonderes Augenmerk wurde bei der Produktentwicklung auf die Temperaturwechselbeständigkeit und die Optimierung der Dichtungssysteme gelegt, um ein Austreten des Wärmeträgeröls zu verhindern.

Zu den konstruktiven Neuerungen bei den vertikalen Umwälzpumpen für Flüssigsalz in Parabolrinnen-Anlagen gehören die Beseitigung des saugseitigen Inducers und die Integration eines Schirms, der den Abstand zwischen Ansaugtrichter und Tankboden sowie die Tauchtiefe auf ein Minimum reduziert. Das Design und die verwendeten Materialien wurden im Hinblick auf Temperaturwechsel und die Verlängerung der Pumpe optimiert. Die Pumpen stehen bereits für geeignete Projekte zur Verfügung.

Bei Solarturmkraftwerken wird neuerdings auch Flüssigsalz als primäres Wärmeträgerfluid eingesetzt, um eine Speicherung der Wärme während des Tages zu ermöglichen. Der erste Prototyp dieses innovativen Konzepts wird zurzeit

in Spanien in Betrieb genommen. Solarturmkraftwerke benötigen weniger Platz als Parabolrinnen-Anlagen und arbeiten mit einer Primärfluidtemperatur von 500–600 °C. So hohe Temperaturen ermöglichen die Erzeugung von überkritischem Dampf und somit eine höhere Effizienz des thermischen Kreisprozesses. Da das Flüssigsalz auf den Solarturm befördert werden muss, auf dem sich der zentrale Absorber (Receiver) befindet, ist Sulzer Pumps dabei, eine entsprechende Vertikalpumpe mit dem erforderlichen hohen Druck (60 bis 80 bar) und der notwendigen hohen Leistungsdichte zu entwickeln.

Bereits seit Anfang der 1980er Jahre beliefert Sulzer Pumps solarthermische Anlagen mit Pumpen, als die ersten großen Parabolrinnen-Kraftwerke SEGS I und II in der kalifornischen Mojave-Wüste gebaut wurden. Bis heute hat das Unternehmen über 250 Pumpen für CSP-Anlagen in den USA, Spanien und Nordafrika geliefert und wird auch in Zukunft den Markt mit spezifischen Produkten bedienen [3] [4].

### Speicherung von CO<sub>2</sub>

Während Biokraftstoffe und die Solartechnik auf die Vermeidung von CO<sub>2</sub> abzielen, ist davon auszugehen, dass die Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen auch in den kommenden 20–30 Jahren eine bedeutende Rolle für die Energieversorgung spielen wird. Dennoch muss der CO<sub>2</sub>-Ausstoß deutlich reduziert werden, um der globalen Erwärmung entgegenzuwirken. In ihrem World Energy Outlook 2010 führt die Internationale Energieagentur (IEA) die Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> (*Carbon Capture and Storage, CCS*) als eine der wichtigsten Technologien zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes an. Laut IEA könnte durch CCS etwa ein Fünftel der Emissionssenkungen erreicht werden, die zur Begrenzung des mittleren globalen Temperaturanstiegs auf 2 °C bis zum Jahr 2050 erforderlich sind.

Der Grundgedanke von CCS besteht darin, das von fossil befeuerten Kraftwerken oder von CO<sub>2</sub>-intensiven Industrieanlagen (z.B. Raffinerien oder Zementwerke) freigesetzte CO<sub>2</sub> aufzufangen, zu verdichten und einzulagern [5]. Als

[4] Die Pumpe vom Typ ZF wird als Kesselumwälzpumpe in Kraftwerken eingesetzt. Sie kann einen Druck von bis zu 100 bar erzeugen und Flüssigkeiten mit einer Temperatur von bis zu 450 °C fördern.



Lagerstätten kommen zum Beispiel erschöpfte Öl- und Gasfelder oder salzhaltige Grundwasserleiter in Frage. Weiters kann das CO<sub>2</sub> auch zur Verbesserung der Ölförderung oder zur Gewinnung von Methangas aus Kohleflözen eingesetzt werden.

Sulzer Pumps bietet entsprechende Pumpen für sämtliche CCS-Verfahrensschritte an, d.h. Lösungsmittel-Umwälzpumpen für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung vor und nach der Verbrennung (Pre- und Post-Combustion), Pumpen zum Transport von überkritischem oder flüssigem CO<sub>2</sub> sowie Hilfspumpen für verschiedene Aufgaben.

### 25 Jahre Erfahrung

Die Pumpenanforderungen für die Abscheidung, Verdichtung und Injektion von CO<sub>2</sub> sind dem Portfolio von Sulzer Pumps sehr nahe. Das Unternehmen ist seit über 25 Jahre in der Förderung von gering schmierfähigen Fluiden (CO<sub>2</sub>, Ethylen) in den USA und Europa tätig und verfügt über langjährige Erfahrung in der Herstellung und im Betrieb von Pumpen für die Aminwäsche, bei der CO<sub>2</sub> in Gasaufbereitungsanlagen unter hohem Druck abgeschieden wird.

In Vorbereitung auf diese neue Anwendung hat Sulzer Pumps Richtlinien und Berechnungsprogramme für die Auswahl und den Betrieb der Pumpen entwickelt. Bei der Förderung von Aminlösungen zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung gilt es, mögliche Beeinträchtigungen der Pumpenleistung durch freies Gas und die Gefahr von Laufradschäden durch Lösen des freien Gases in der Flüssigkeit zu prüfen. Die von Sulzer entwickelten Berechnungsprogramme basieren auf Versuchen, die zur Überprüfung dieser Risiken auf dem Prüfstand durchgeführt wurden. Die Richtlinien liefern Empfehlungen hinsichtlich der Notwendigkeit einer zusätzlichen Druckerhöhungspumpe oder zum Standort der Pumpe innerhalb des Prozesses, womit ein Erreichen der erforderlichen Haltgedruekhöhe (NPSH) gewährleistet wird.

Beim Pumpen von überkritischem CO<sub>2</sub> sind die Berechnung der Temperatur und der Dichte in jeder Pumpenstufe sowie eine sorgfältige Auswahl der mechanischen Dichtung erforderlich.



<b>1</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Abscheidung</b>
Lösungsmittelumwälzung, Hilfspumpen	
<b>2</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Verdichtung</b>
Überkritisches Fluid (> 74 bar), letzter Schritt nach Kompressor	
<b>3</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Transport</b>
Druckerhöhungspumpen (100–250 bar)	
<b>4</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Injektion</b>
Erforderlicher Druck abhängig von Speicherort/-bedingungen	

Der Grundgedanke von CCS besteht darin, das von fossil befeuerten Kraftwerken oder von CO<sub>2</sub>-intensiven Industrieanlagen (z.B. Raffinerien oder Zementwerke) freigesetzte CO<sub>2</sub> aufzufangen, zu verdichten und einzulagern.

Das erwähnte Tool ist in der Lage, die Thermodynamik von überkritischem CO<sub>2</sub> und von typischen Verunreinigungen zu berücksichtigen. Die Berechnungsergebnisse bilden die Grundlage für das hydraulische Design.

Die Richtlinien liefern Informationen zur Auswahl der mechanischen Dichtung (typischerweise werden Trockengasdichtungen in Tandemanordnung empfohlen), zur Materialwahl und zum Betrieb – insbesondere zur Inbetriebnahme der Pumpe mit überkritischem CO<sub>2</sub>. Hier geht es unter anderem darum, wie sichergestellt wird, dass die Pumpe vollständig trocken ist, und wie diese mit überkritischem CO<sub>2</sub> gefüllt wird. In den vergangenen zwei Jahren wurde Sulzer Pumps mit mehreren bedeutenden CCS-Projekten betraut und lieferte unter anderem sechs Pumpen für eine CO<sub>2</sub>-Pipeline in den USA sowie spezielle Lösungsmittel-Umwälzpumpen und die Hilfspumpen für eine Pre-Combustion-Pilotanlage.

### Kontinuierliche Innovation

Die drei beschriebenen Technologien befinden sich noch in der Entwicklungs- bzw. Demonstrationsphase des Innovationszyklus. Eine Beschleunigung der Kommerzialisierung durch politische Unterstützung und öffentliche Finanzierung ist zu erwarten. Experten und Politiker aus aller Welt betonen die

Bedeutung von Technologien zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, und die meisten von ihnen sagen den Märkten für Biokraftstoffe, Sonnenenergie und CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung ein schnelles Wachstum voraus.

Doch bei der Frage, wie lange es dauern wird, bis diese Technologien vollständig kommerzialisiert sind, gehen die Schätzungen erheblich auseinander. Sulzer Pumps wird die Akteure auf diesen neuen Märkten weiterhin mit technischem Know-how und innovativen Lösungen unterstützen und im Rahmen solcher Partnerschaften zur Gestaltung einer ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Zukunft beitragen.

**Sabine Sulzer**  
 Sulzer Pumps AG  
 Zürcherstraße 12  
 8401 Winterthur  
 Schweiz  
 Telefon +41 52 262 39 65  
 sabine.sulzer@sulzer.com

**Miguel Angel Rivas**  
 Sulzer Pumps Spain  
 Paseo de la Castellana, 163  
 28046 Madrid  
 Spanien  
 Telefon +34 91 414 46 40  
 miguel-angel.rivas@sulzer.com

**Tuomo Nykanen**  
 Sulzer Process Pumps (US) Inc.  
 555 Sun Valley Drive Suite J-4  
 Roswell, GA 30076  
 USA  
 Telefon +1 678 507 1204  
 tuomo.nykanen@sulzer.com