

Neu entwickelte Wasserpumpen erfüllen Markttrends im Wassersektor

Pumpen der Spitzenklasse

Der Transport und die Aufbereitung von Wasser spielen in vielen Industriezweigen eine bedeutende Rolle. Gleichzeitig ist Wasser eine grundlegende Ressource für das Leben auf unserer Erde. Als führender Pumpenkonstrukteur und -hersteller hat Sulzer Pumps vor kurzem zwei Pumpenreihen auf den Markt gebracht, die speziell für Wassertransport- und Entsalzungsanlagen ausgelegt sind. Dank moderner Konstruktions- und Fertigungsprozesse zeichnen sich diese Pumpen durch einen hohen Wirkungsgrad und eine hohe Wartungsfreundlichkeit aus.

Vom gesamten Wasservorkommen auf der Erde sind nur 2,5% nicht salzig ¹. Zwei Drittel dieses Süßwassers sind in den Polkappen und Gletschern gebunden. Von dem verbleibenden rund 0,8% (ca. ein Drittel von 2,5%) befindet sich ein Fünftel in entlegenen, unzugänglichen Gebieten oder kann nicht genutzt werden, weil es saisonal in Form von monsunartigen Regenfällen und Überschwemmungen auftritt. Die weltweiten Süßwasserreserven belaufen sich auf ca. 35 Millionen km³.

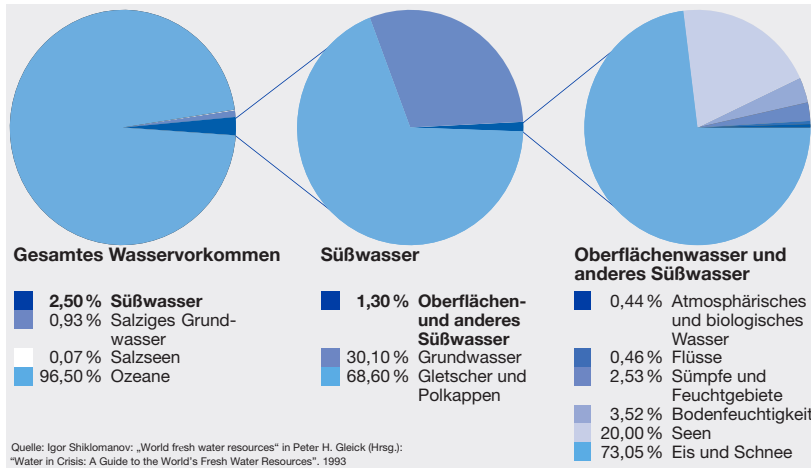
Davon werden jährlich etwa 3700 km³ – also nur ein Bruchteil der geschätzten Reserven – entnommen. Obwohl Wasser die am häufigsten vorkommende Substanz auf der Erde ist, sind Angesichts des stetig steigenden Wasserbedarfs für sanitäre Zwecke, Trinkwasser, Industrie, Freizeit und Landwirtschaft enorme Anstrengungen erforderlich, um eine vernünftige und optimierte Wassernutzung zu gewährleisten und die Auswirkungen des Wasserverbrauchs auf die Umwelt zu minimieren.

Spezialisiert auf den Wassertransport

Die Landwirtschaft und die Industrie sind mit einem Anteil von 70% und 20% die größten Süßwasserverbraucher weltweit. Die restlichen 10% entfallen auf Städte und Kommunen. Laut einer Studie des International Water Management Institute (IWMI) leben über 1,2 Milliarden Menschen – also etwa ein Fünftel der Weltbevölkerung – in Gegenden mit physischer Wasserknappheit. Für weitere 1,6 Milliarden Menschen hat die Wasserknappheit wirt-

Sulzer ist spezialisiert auf die Herstellung von Pumpen für den Transport großer Wassermengen über große Entfernungen und große geodätische Höhen.





1 Verteilung der Wasservorkommen auf der Erde.

schaftliche Gründe, wobei häufig mangelnde Investitionen oder unzureichende menschliche Kompetenz eine Deckung des Wasserbedarfs verhindern.

Eine mangelnde Versorgung mit sauberem Wasser und fehlende Abwassersysteme sind nach wie vor ein großes Problem in vielen Teilen der Welt. Um diese sicherzustellen, sind erhebliche Investitionen im Wassersektor erforderlich. Mit zwei neuen Pumpenreihen, die speziell für Wassertransport- und Entsalzungsanlagen entwickelt wurden, ist Sulzer in der Lage, das Wachstum auf dem Wassermarkt in diesen zwei wichtigen Bereichen zu unterstützen.

Sulzer Pumps ist spezialisiert auf die Herstellung von Pumpen für den Transport großer Wassermengen über große Entfernungen und große geodätische Höhen. Auf der Grundlage ihres umfangreichen hydraulischen Know-hows hat die Division kürzlich eine neue Reihe von einstufigen, doppelflutigen Pumpen

mit axial geteiltem Gehäuse für Wasseranwendungen wie den Wassertransport, kommunale Aufbereitungs- und Verteilungssysteme, Entsalzungsanlagen und Umwälzsysteme in Kraftwerken entwickelt. Die neuen Pumpen sind besonders kompakt ausgeführt und wurden speziell für die in Wasseranwendungen typischen hohen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit ausgelegt.

Entwicklung durch Optimierung

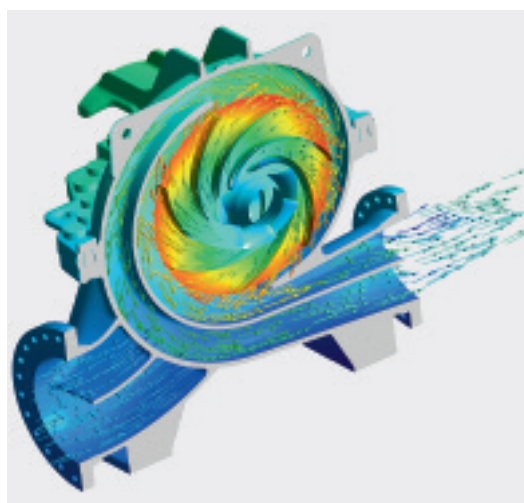
Automatische Optimierungswerkzeuge spielten bei der Entwicklung der neuen SMD-Pumpen eine wichtige Rolle. Die Pumpenreihe wurde am Produktentwicklungszentrum in Winterthur, Schweiz, in enger Zusammenarbeit mit den weltweiten Fertigungsstandorten von Sulzer entwickelt. Im Rahmen des Konstruktionsprozesses wurden modernste 3-D-Werkzeuge wie numerische Strömungssimulationen (Computa-

tional Fluid Dynamics, CFD) 2 für das hydraulische Design und Finite-Elemente-Analysen (FEA) 3 zur Gewährleistung der mechanischen Integrität eingesetzt. Die Ergebnisse wurden anschließend durch Modell- und Prototypentests validiert. Diese Vorgehensweise ermöglichte eine wesentlich schnellere und bessere Integration der verschiedenen Analysewerkzeuge und trug zur Verbesserung der gesamten Produktionskette bei. Das Ergebnis ist ein innovatives Design, das für jeden Betriebspunkt die passende Hydraulik liefert. Dies sorgt für einen niedrigeren Energieverbrauch und eine optimale hydraulische Leistung über eine große Bandbreite von Fördermengen.

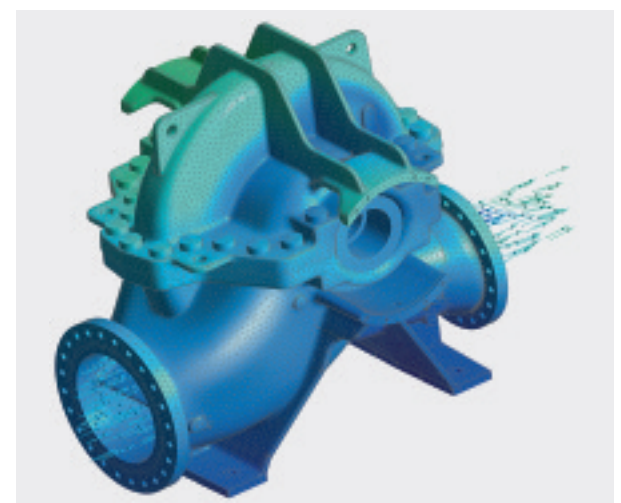
Hohes Maß an Standardisierung

Um bei der neuen Pumpenreihe ein hohes Maß an Standardisierung zu erreichen, wurde zur Deckung des hydraulischen Leistungsbereichs von standardisierten Leistungen und nicht wie üblich von standardisierten Größen und Hydrauliken mit spezifischen Drehzahlen ausgegangen. Während die neue Pumpenreihe insgesamt 43 hydraulische Designs auf der Grundlage von 20 verschiedenen Gehäusen mit zwei oder drei Laufrädern pro Gehäuse umfasst, konnte die Anzahl der Standardkomponenten durch den neuen Ansatz auf lediglich drei standardisierte Wellendurchmesser, Dichtungssysteme und Lagergehäuse drastisch reduziert werden.

Bei einem solchen Ansatz ist für jede Pumpengröße ein spezifisches hydraulisches Design erforderlich, wobei eine



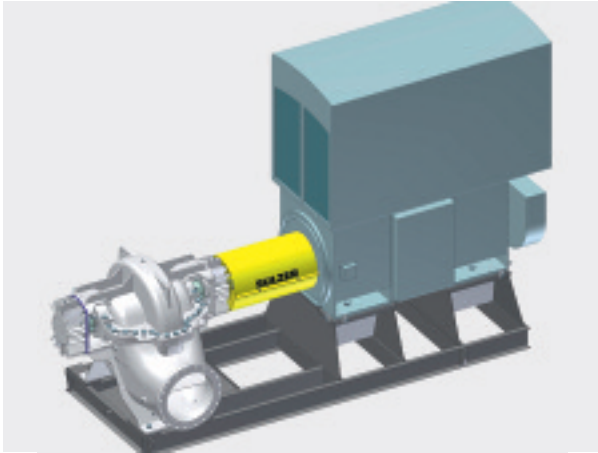
2 Die Pumpenreihe wurde am Produktentwicklungszentrum in Winterthur, Schweiz, in enger Zusammenarbeit mit den weltweiten Fertigungsstandorten von Sulzer entwickelt. Im Rahmen des Konstruktionsprozesses wurden modernste 3-D-Werkzeuge wie numerische Strömungssimulationen (CFD) für das hydraulische Design eingesetzt.



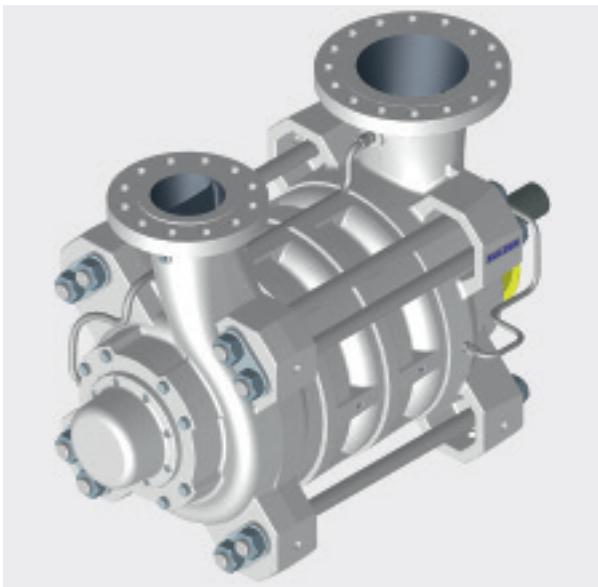
3 Die mechanische Integrität wurde mithilfe von Finite-Element-Analysen (FEA) sichergestellt.



4 Dank des robusten mechanischen Designs sind die neuen Pumpen äußerst vibrationsarm und haben eine Lagerlebensdauer von über 100000 Stunden, was wiederum zur Senkung der Lebenszykluskosten beiträgt.



5 Das standardmäßige SMD-Package besteht aus Fundamentschienen für den Motor und einer separaten Grundplatte für die Pumpe bzw. aus einer kombinierten Grundplatte für Pumpe und Motor.



6 Bei der neuen mehrstufigen MBN-RO-Gliederpumpe sorgen eine spezielle Saugstufe für einen niedrigen $NPSH_R$ -Wert (geringe erforderliche Haltedruckhöhe) und hochwertige gegossene Laufräder und Stufengehäuse für eine höhere Effizienz.

Systematisierung dieser Designs durch Verwendung einer spezifischen Standarddrehzahl nicht möglich ist. Die Vielzahl der hydraulischen Designs machte einen neuen, schnelleren Designprozess erforderlich. Sulzer Pumps hat einen hohen Entwicklungsaufwand betrieben, um ein automatisches Optimierungswerkzeug mit eigenen Tools für das hydraulische Design von Laufrädern und Gehäusen sowie Leistungsprognosen mithilfe von CFD-Simulationen auf der Basis von Reynolds-gemittelten Navier-Stokes-Gleichungen (RANS) zu koppeln.

Niedrige Lebenszykluskosten

Durch diesen automatisierten Designprozess erfüllt die neue Pumpenreihe nicht nur die hohen Anforderungen an die Saugfähigkeit und den Wirkungsgrad, sondern besitzt auch äußerst kompakte hydraulische Kanäle. Darüber hinaus sorgt das innovative Design des Spiralgehäuses und der Gehäusezunge für eine drastische Reduzierung von Druckschwankungen, Wellen- und Lagerstörungen sowie der mechanischen Belastungen. Die kompakten hydraulischen Dimensionen – in Verbindung mit der geringen Anzahl von Teilen – unterstützen einen kostengünstigen Fertigungsprozess sowie eine Senkung der Produkt- und Lagerhaltungskosten.

Die Leistungsfähigkeit der neuen hydraulischen Designs wurde durch umfangreiche Modelltests verifiziert. Da diese Validierung auf dem kritischen Pfad des Entwicklungsprozesses lag, wurden die Modellpumpen mithilfe von Rapid-Prototyping-Verfahren erstellt. Acrylglasfenster in den Modellen ermöglichten eine Beobachtung der Kavitationsbildung in Abhängigkeit von der vorhandenen Haltedruckhöhe ($NPSH_A$). Der $NPSH_A$ -Wert beschreibt die Differenz zwischen Pumpeneintrittsdruck und Dampfdruck. Das Verhältnis zwischen beginnender Kavitation und $NPSH_A$ -Wert ist ein wichtiges Maß für die Qualität einer Pumpe. Da die Kavitation durch die Sichtfenster beobachtet werden konnte, war es möglich, den erforderlichen $NPSH$ -Wert zur Vermeidung von Kavitationserosion für verschiedene Laufradmateriale zu bestimmen. Gleichzei-

tig wurden die dynamischen und statischen Komponenten der axialen und radialen Lasten sowie die Saug- und Förderdrücke gemessen, um den sicheren Betrieb der Pumpen über ihren gesamten Betriebsbereich hinweg zu verifizieren. Dank des robusten mechanischen Designs sind die neuen Pumpen äußerst vibrationsarm und haben eine Lagerlebensdauer von über 100000 Stunden, was wiederum zur Senkung der Lebenszykluskosten beiträgt 4.

Gewährleistung der mechanischen Integrität

Die mechanische Integrität der neuen Pumpen wurde mithilfe von Finite-Elemente-Analysen (FEA) überprüft. Diese umfassten mehrere Aspekte des Pumpendesigns:

- Belastungen im Gehäuse und in der Verschraubung der Pumpe im normalen Betrieb und bei maximal zulässigem Arbeitsdruck gemäß Hydrotest
- Analyse der Flanschdichtung und der internen Leckage bei maximalem Arbeitsdruck
- Eigenfrequenzen der gesamten Pumpe und der Lagergehäuse sowie die Verformung des Gehäuses bei den verschiedenen Schwingungsmoden

Besonderes Augenmerk wurde auf das Design des gesamten Aggregats (das sogenannte «Packaging»), insbesondere der Grundplatte für die Pumpe und den Antrieb, gelegt. Das Packaging erfolgt in 3-D mithilfe eines parametrischen Ansatzes, der eine schnelle Reaktion beim auftragsspezifischen Design des Gesamtaggregate erlaubt 5. Darüber hinaus ermöglicht er eine Analyse der mechanischen Integrität des Aggregats durch Berechnung der Eigenfrequenzen der Grundplatte mithilfe finiter Elemente.

Je nach hydraulischer Konfiguration sind die neuen SMD-Pumpen in der Lage, Fördermengen von bis zu $16000\text{ m}^3/\text{h}$ und Förderhöhen von bis zu 260m zu bewältigen.

Die Verwendung von 3-D-Designwerkzeugen und den dazugehörigen numerischen Werkzeugen für das hydraulische und mechanische Design spielte eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung der neuen kompakten Pumpen, ohne

dass dabei Abstriche beim Wirkungsgrad oder der Saugfähigkeit in Kauf genommen werden mussten. Dank der neuen Designs und der reduzierten Anzahl von Standardkomponenten stellen die einstufigen, doppelflutigen Pumpen mit axial geteiltem Gehäuse sowohl im Hinblick auf die Kosten als auch das Leistungsvermögen eine äußerst wettbewerbsfähige Lösung für Wasseranwendungen dar.



Trinkwassergewinnung

Neben dem Wassertransport gehört die Trinkwassergewinnung zu den wichtigsten Bereichen der Wasserversorgung. Sulzer Pumps bietet ein komplettes Portfolio von hocheffizienten Pumpen für Meerwasserentsalzungsanlagen auf der Basis von Umkehrosmose- oder Mehrfacheffekt-Verdampfungsverfahren (MED). Die Umkehrosmose (auch Reverso-mose, RO) ist ein Membranfilterverfahren zur Entfernung größerer Moleküle und Ionen aus Lösungen, bei dem die betreffende Flüssigkeit auf der einen Seite einer selektiven Membran unter Druck gesetzt wird. Dabei verbleiben die gelösten Stoffe auf der Druckseite, während die Trägerflüssigkeit durch die Membran dringt. Dieses Verfahren wird häufig zur Trinkwassergewinnung aus Meerwasser eingesetzt, um Salz und andere Stoffe aus dem Wasser herauszufiltern.

Die Umkehrosmose erfordert einen hohen Druck und eine zuverlässige Ausrüstung, da die Anlagen für gewöhnlich rund um die Uhr laufen. Häufig werden solche Anlagen zur Versorgung von Industriebetrieben wie Minen oder Sied-

lungen in Gegenden eingesetzt, in denen keine anderen Süßwasserressourcen zur Verfügung stehen.

Für hohe Drücke ausgelegt

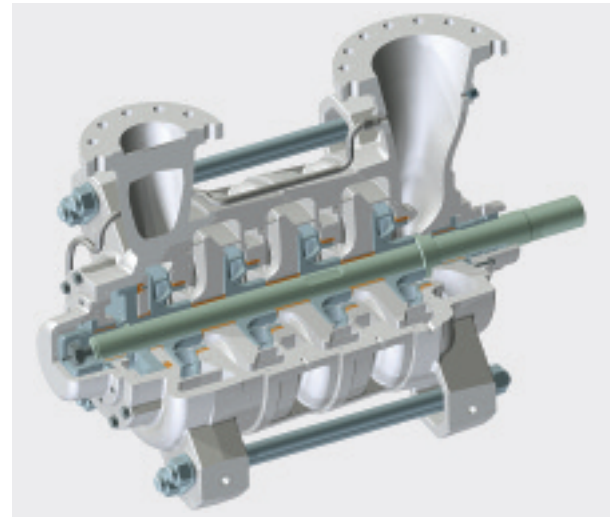
Die neu entwickelten mehrstufigen MBN/MBN-RO-Gliedergäusepumpen  sind speziell für die hohen Druck- und Wirkungsgradanforderungen von Pumpenanwendungen in kleinen bis mittelgroßen Meerwasser-Umkehrosmoseanlagen ausgelegt . Mit Fördermengen von bis zu 1100 m³/h und Drücken von bis zu 90 bar sind die Pumpen der MBN-RO Reihe speziell auf die Anforderungen im Umkehrosmose- und Entsalzungssektor ausgerichtet.


Durch ihre verbesserte hydraulische Leistung eignen sich die Pumpen auch für andere Hochdruckerwendungen mit sauberen Flüssigkeiten. Ihr hoher Wirkungsgrad – eine der wichtigsten Anforderungen auf dem Entsalzungssektor – gehört zu den besonderen Merkmalen der neuen Pumpenreihe. Um Lochfraß und Spaltkorrosion zu verhindern, werden die Pumpen der MBN-RO-Reihe standardmäßig aus Duplex- oder Super-Duplex-Material für eine Vielzahl von Meerwasserqualitäten hergestellt. Durch die Verwendung der gleichen verbesserten Laufräder mit niedrigem NPSH-Wert für jede Stufe sind die Pumpen äußerst modular und durch ihre Einfachheit sehr wartungsfreundlich. Hauptverschleißteile wie Gleitringdichtungen oder Lager sind schnell und leicht zugänglich, ohne dass Saug- und Druckstutzen demontiert werden müssen.


Wartungsfreundlichkeit

Die neuen Pumpen sind mit zwei spezifischen Drehzahlen von $n_q = 29$ und $n_q = 33$ erhältlich. Die spezifische Drehzahl ist ein Verhältnis von Fördermenge und Förderhöhe einer Pumpe und beschreibt die Geometrie eines Laufrads. Radiale Laufräder mit niedriger spezifischer Drehzahl stehen im Allgemeinen für ein Design mit geringer Fördermenge und hoher Förderhöhe, axiale Laufräder mit hoher spezifischer Drehzahl dagegen für eine hohe Fördermenge und eine geringe Förderhöhe.


Um ein modulares Design mit einer minimalen Anzahl von Teilen und einer



 Um ein modulares Design mit einer minimalen Anzahl von Teilen und einer guten Austauschbarkeit zu erzielen, werden für die beiden Hydrauliken so viele gemeinsame Teile wie möglich verwendet.

guten Austauschbarkeit zu erzielen, werden für die beiden Hydrauliken mit $n_q = 29$ und $n_q = 33$ so viele gemeinsame Teile wie möglich verwendet . Teile wie Sauggehäuse, Stufengehäuse, Welle, Lagerteile und Hülsen sowie einige Teile der Dichtung und Ausgleichsscheibe sind zwischen beiden Typen austauschbar. Das Druckgehäuse, der Diffusor und das Laufrad sind speziell für jede spezifische Drehzahl konzipiert. Die Laufräder der Saug- und der Hauptstufen basieren jedoch auf dem gleichen hydraulischen und mechanischen Design, was zur Senkung der Fertigungs- und Lagerhaltungskosten beiträgt.

Mit der gezielten Entwicklung neuer Pumpenreihen für Wassertransport- und Entsalzungsanwendungen ist es Sulzer Pumps gelungen, an die Spitze des Waspumpenmarktes vorzurücken. Die Ingenieure von Sulzer sind sich der besonderen Anforderungen dieser wichtigen Anwendungen bewusst und haben es geschafft, effiziente und kostengünstige Pumpen zu entwickeln, die sich dank des vorausschauenden modularen Designansatzes mit einer reduzierten Anzahl von Teilen durch eine hohe Wartungsfreundlichkeit auszeichnen.

 Die Pumpen der MBN-RO-Reihe sind speziell auf die Anforderungen im Umkehrosmose- und Entsalzungssektor ausgerichtet.



Philippe Dupont

Sulzer Pumps Ltd.
Zürcherstraße 12
8404 Winterthur
Schweiz
Telefon +41 52 262 67 83
philippe.dupont@sulzer.com

Jukka-Pekka Peri

Sulzer Pumps Finland Oy
P.O. Box 66
48601 Kotka
Finnland
Telefon +358 10 234 5395
jukka-pekk.peri@sulzer.com