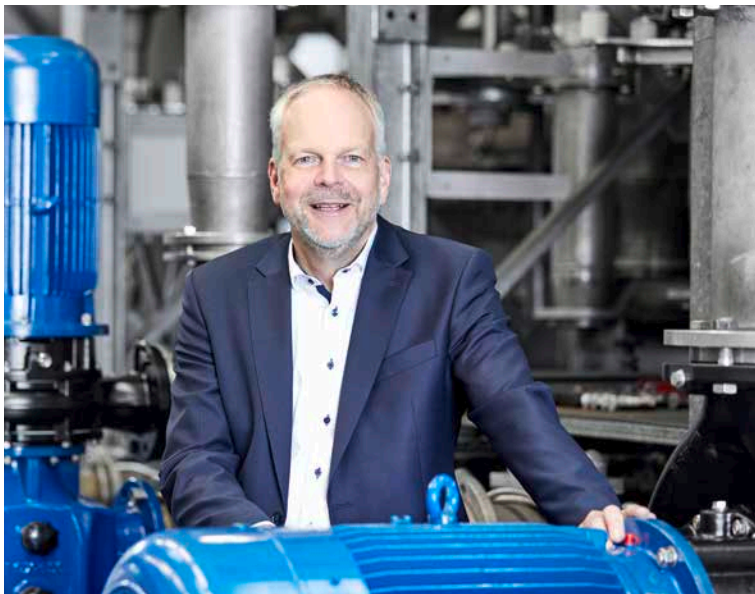


RESSOURCENEFFIZIENZ
TRIFFT ENERGIEEFFIZIENZ

Herborner Pumpen entwickelt die innovativsten und hochwertigsten Pumpen der Welt. Ziel ist es, den Wasserbetrieb möglichst effizient, umweltfreundlich und profitabel zu gestalten. Tagtäglich nutzt Herborner Pumpen seine fast 150-jährige Erfahrung, um für die Anwendungsfelder der Pumpen, sei es in Schwimmbädern, in der Wasserwirtschaft, in Industrieanlagen, auf Schiffen oder in der Klärtechnik, das technisch beste und energiesparendste Produkt zu realisieren.

WHITEPAPER

BESCHICHTETE PUMPEN DER BAUREIHE »HERBORNER«



SASCHA KORUPP
Technical Director

INNOVATIONSKRAFT ALS ANSPRUCH

Vielseitig. Speziell. Individuell. Wir lieben Innovationen. Aus Tradition nutzen wir unsere gesamte Kompetenz, um unsere Kunden mit Lösungen zu überzeugen, die einen echten Mehrwert bieten. Damit wir diesem Anspruch auf hohem Niveau kontinuierlich gerecht werden, pflegen wir enge Verbindungen zu unseren Kunden.

Dank des intensiven Austauschs kennen wir die Anforderungen, die Kunden in der Praxis an unsere Pumpen stellen, sehr gut. Im aktuellen Kontext gelten unsere Bemühungen um Innovationen neben dem hohen Nutzwert vor allem Aspekten wie Langlebigkeit, Zuverlässigkeit oder der Energie- und Ressourceneffizienz.

ZUKUNFT MIT GROSSER VERGANGENHEIT

Klimawandel. Corona-Pandemie. Krieg in Europa. Katastrophen gehen nahtlos ineinander über. Gesellschaftliches Zusammenleben und Wirtschaft erleben Stresstests, die bis vor Kurzem undenkbar waren. Alles das verlangt auch modernen Unternehmen viel ab. Mit dem Blick auf unsere bewegte Geschichte lässt sich festhalten: Vor uns liegen Herausforderungen, denen wir uns mit unserem Talent, unserer Leidenschaft und unserem Know-how stellen werden.



04	_____	Ausgangslage
10	_____	Lösungsansätze
18	_____	Entwicklung
26	_____	Konstruktion & Marktzugang
34	_____	Energetisches Einsparpotenzial
48	_____	herborner.neo

Die kontinuierliche Entwicklung unseres Unternehmens über viele Jahrzehnte bietet dafür zahllose Beispiele. Mit dem Mut zu wegweisenden Entscheidungen haben wir in der Vergangenheit schon häufig gezeigt, dass die Bereitschaft, neue Wege zu gehen, belohnt wird. Jüngstes Beispiel für diese Einschätzung ist die Entwicklung der Pumpenbaureihe „herborner.neo“. Mit dem Ziel, die Effizienz zu steigern und den Einsatz von Ressourcen zu minimieren, haben wir in Zusammenarbeit mit der Technischen Hochschule Mittelhessen die HPC-Beschichtung (HPC = Herborner Pump Coating) entwickelt und eine Pumpengeneration auf den Markt gebracht, die Kunden in aller Welt überzeugt.

Wie systematisch wir unsere jüngste Pumpen-Innovation herborner.neo realisiert haben, erfahren Sie im vorliegenden Whitepaper.

01 AUSGANGSLAGE

ENERGIE- UND RESSOURCENEFFIZIENZ ALS ENTWICKLUNGSZIEL

Flexibilität und Wandlungsfähigkeit sind dem Traditionsunternehmen aus Herborn im mittelhessischen Lahn-Dill-Kreis in die Wiege gelegt worden. Kontinuierliches Wachstum und der Mut zu wegweisenden Entscheidungen zeichnete das von Johann Heinrich Hoffmann im Jahr 1874 gegründete Unternehmen von Anfang an aus.

An dieser Einstellung hat sich auch in rund 150 Jahren nichts Grundsätzliches geändert. Im Gegenteil: Längst steht fest, dass die kontinuierliche Entwicklung der eigenen Produkte und Dienstleistungen ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal im Wettbewerb ist und die Marktführerschaft des Unternehmens festigt.

Ein Blick auf die Baureihenentwicklung zeigt, dass aktuelle Themen wie Energie- und Ressourceneffizienz bis in die Anfänge des Jahrtausends zurückreichen. Seit 1999 sind Energie- und Ressourceneffizienz vorrangige Entwicklungsziele von Herborner Pumpen. Unterstützt werden die Maßnahmen des hessischen Unternehmens durch die Veränderungen auf bundespolitischer Ebene. Auf das politische Ende von Bundeskanzler Helmut Kohl folgte die erste rot-grüne Koalition. Fortan bestimmten auch umwelt- und energiepolitische Themen die Diskussionen.

Mit der stärkeren Gewichtung von Energieeffizienz und Ressourcenverbrauch hat Herborner Pumpen die Themenentwicklung seinerzeit richtig eingeschätzt und den Mut aufgebracht, die entsprechenden Weichenstellungen vorzunehmen. Mit Erfolg: In der Folge präsentierte Herborner Pumpen immer neue Baureihen, die in puncto Energie- und Ressourceneffizienz Maßstäbe setzten.

A portrait of Sascha Korupp, a middle-aged man with grey hair and a beard, wearing a dark suit jacket over a light blue shirt. He is smiling slightly and looking towards the camera. The background is a blurred industrial setting with large blue and grey machinery. A large, semi-transparent dark blue circle is overlaid on the right side of the image, partially covering the man's torso and the background.

„Energie- und Ressourceneffizienz sind die Maßstäbe, nach denen wir unsere Produkte und unsere Produktion weiterentwickeln. Unter dieser Prämisse haben wir in den letzten Jahren mit einer neuen Technologie für beschichtete Pumpen Maßstäbe gesetzt.“

Sascha Korupp, Technical Director und Prokurist,
seit 1991 bei Herborner Pumpen

SITUATION UM DAS JAHR 2000

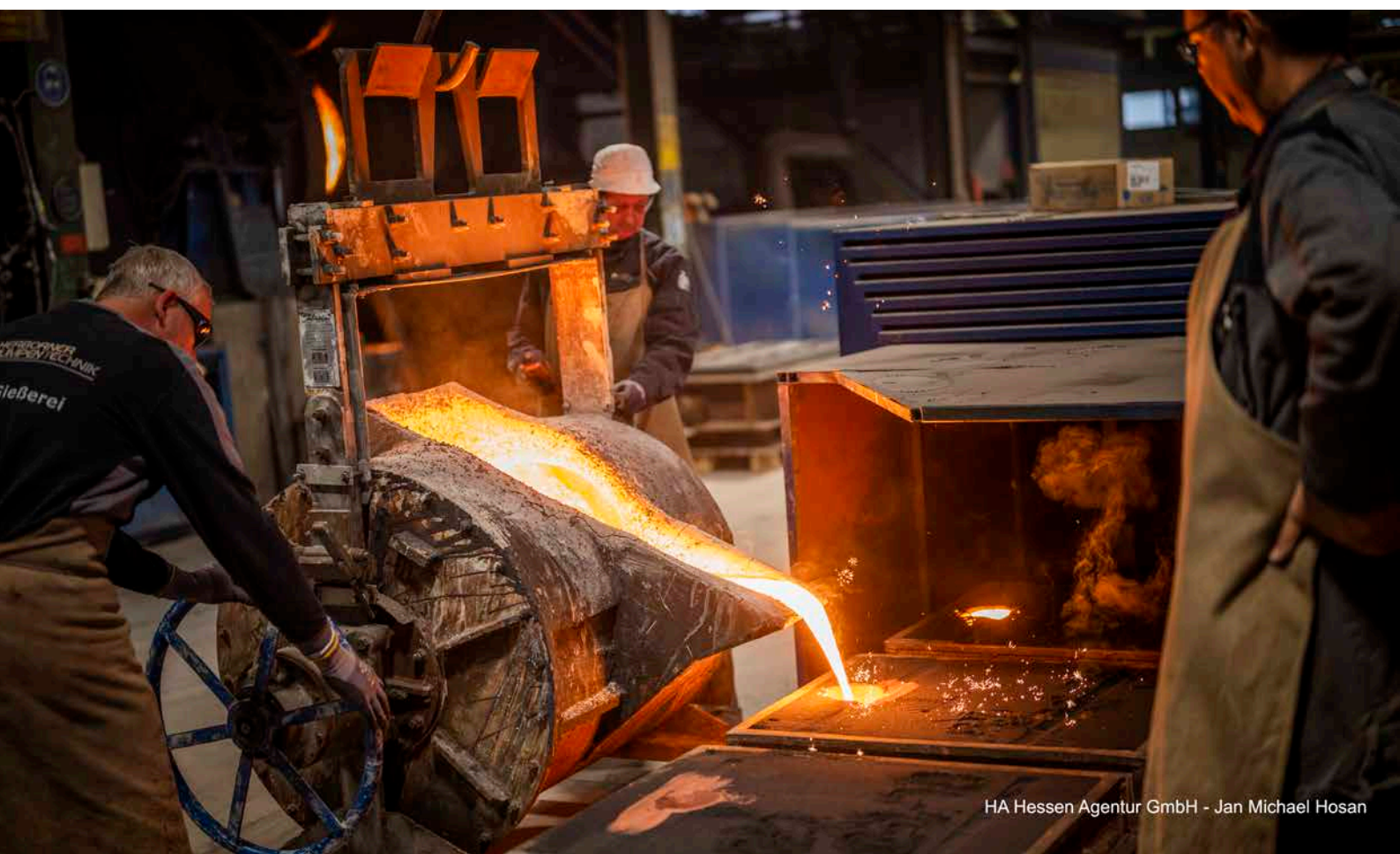
Die Bädertechnik stand um die Jahrtausendwende vor technologischen Änderungen. Mehr und mehr wurden Steuerungs- und Überwachungstechniken zur Anlagenoptimierung verfeinert und digitalisiert. Zudem wurde vermehrt in Attraktionen investiert, insbesondere in Edelstahlbecken und Becken für Attraktionen, um den gestiegenen Ansprüchen der Gäste gerecht zu werden.

Während der Einsatz von Edelstahl für Becken und Attraktionen schon aus ästhetischen Gründen mehr und mehr Akzeptanz fand, wurden die im Keller der Anlage stehenden Pumpen lieber in Grauguss bestellt – auch wenn es je nach Anwendungsfall besser gewesen wäre, sich für Edelstahl- oder Bronzewerkstoffe zu entscheiden.

So waren Ende der 90er-Jahre zu 90 Prozent konventionelle Graugusspumpen in den Anlagen verbaut. Die restlichen zehn Prozent entfielen auf Bronze- oder Edelstahlpumpen, um

den aggressiven Badewässern gerecht zu werden. Zum Schutz vor anspruchsvollen Medien, zum Beispiel in Solebädern, wurden einzelne Komponenten zudem mit Hilfe von aufgetragenen Gummierungen geschützt.

Auf der Grundlage jahrzehntelanger Branchenkenntnisse erkannten die Experten der Herborner Pumpentechnik in vorbenannter Entwicklung jedoch ein latentes Problem: die mögliche Korrosion herkömmlicher Graugusspumpen und deren negative Auswirkungen auf den verbauten Edelstahl.



KORROSION – EINSPARUNGEN AN FALSCHER STELLE

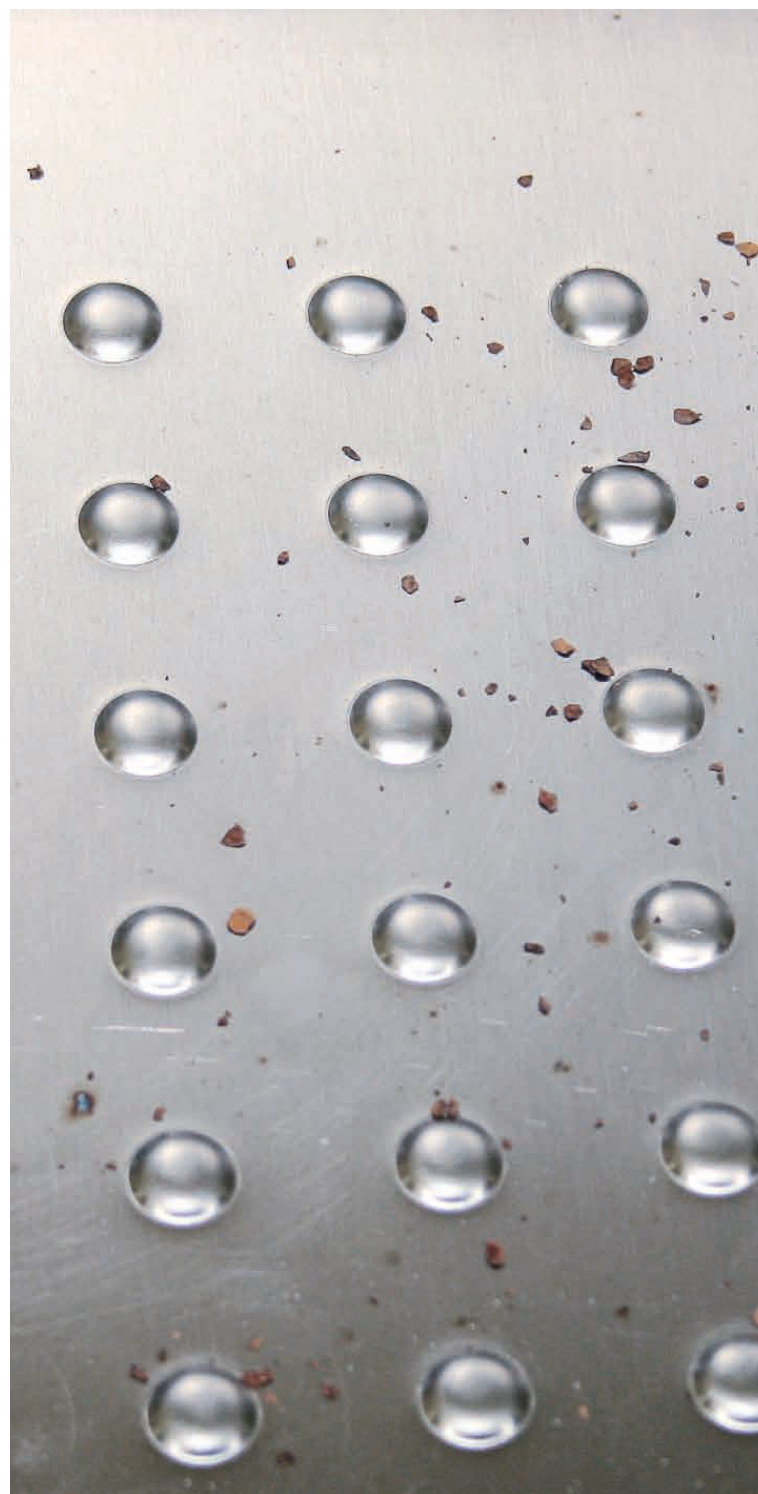
Es kam, wie es kommen musste. Eingetragene Korrosionsprodukte führten zu unschönen und auf Edelstahlrutschen auch unangenehmen Korrosionsspuren. Die Folge waren entsprechende Gespräche und der Wunsch der Betreiber, eine Lösung für das Problem zu finden, ohne gleich auf teuren Edelstahl oder Bronze als Pumpenwerkstoff zurückgreifen zu müssen.

Zum Hintergrund: Grauguss korrodiert bereits bei einer Konzentration von 150 Milligramm Chloridionen pro Liter. In einigen Ländern begegnet man jedoch ganz anderen, wesentlich höheren Chloridionen-Konzentrationen für die Anwendung als Badewasser – mit den entsprechenden Auswirkungen auf den Grauguss.

„Korrosion ist zu einem Problem geworden. Wir müssen diesem mit innovativen Lösungen begegnen, um unseren Kunden zu helfen.“

Michael Peter in 1999, ehemaliger Head of Service, von 1993 bis 2021 bei Herborner Pumpen

Hinzu kommen weitere Aspekte, die für Probleme sorgen. Bei genauer Betrachtung der Systeme fanden sich falsch ausgelegte Anlagen der Wasseraufbereitung, ungünstige Betriebsweisen oder eine falsche Werkstoffwahl.



Einsparungen an ungeeigneter Stelle sind vielfach die Ursache allen Übels. Die Auswirkungen sind unvermeidlich. Sichtbare Korrosionsablagerungen auf Edelstahlkomponenten sind dann ein nicht zu vermeidendes Resultat.

A portrait of a middle-aged man with dark hair and glasses, wearing a light blue shirt and a dark jacket. He is standing in a factory or industrial setting with metal structures in the background. The image is partially covered by a large, dark blue circular graphic element.

**„Beschichtungen
können die
bekannten Auf-
gabenstellungen
lösen und sind ein
möglicher Ansatz,
um aus einer guten
Pumpe eine sehr
gute zu machen.“**

Dirk Werner, Back Office Swimming Pool Pumps,
seit 1983 bei Herborner Pumpen

STEIGENDE ANFORDERUNGEN AN PUMPEN

Bei Herborner Pumpen war man sich schnell sicher, dass der Markt auf eine neue Pumpengeneration geradezu wartet. Intensive Überlegungen führten zu dem Schluss, dass bei der Entwicklung neuer Pumpen nicht nur die bekannten Korrosionsprobleme zu lösen waren. Vielmehr musste eine neue Pumpengeneration zwei weitere Kriterien erfüllen.

Es war klar: Die Entwicklung neuer Pumpenbaureihen muss in jedem Fall auch eine energetische Effizienzsteigerung mit höheren Wirkungsgraden der Pumpenhydrauliken zum Ziel haben. Nur so kann man den wachsenden Anforderungen und dem Wunsch

der Kunden nach verringerten Lebenszykluskosten gerecht werden. Ebenfalls zu beachten ist die Ressourceneffizienz. Dabei ist die Unabhängigkeit von kritischen und kostenintensiven Rohstoffen wie Bronzen oder Edelstählen anzustreben.



02

LÖSUNGSANSÄTZE

ERKENNTNISSE SAMMELN

Akribische Vorarbeiten für beschichtete Pumpengeneration

„Es bedarf eines strategischen Vorgehens,

um die richtige Beschichtung zu finden. Ziel muss es dabei sein, den Beschichtungsprozess prozesssicher zu applizieren.“

**Ralf Olmesdahl, Head of Quality Management,
seit 1995 bei Herborner Pumpen**



SITUATION IN DER PUMPENINDUSTRIE

Die Idee, der Korrosionsneigung von Grauguss mit hochwertigen Beschichtungen zu begegnen und gleichzeitig den Einsatz teurer Werkstoffe zu minimieren, ist nicht neu.



Entsprechende Pläne und Anstrengungen gab es bei Herborner Pumpen schon seit Mitte der 90er-Jahre des letzten Jahrhunderts. Vor diesem Hintergrund starteten die Ingenieure kein gänzlich neues Projekt. Im Gegenteil: Die Aufgabe bestand darin, vorhandenes Wissen um Teilerfolge zu nutzen und neue Technologien und Beschichtungstechniken, u. a. mit Unterstützung von Hochschulen und Universitäten, so auf den Anwendungsfall anzuwenden, dass die Neuentwicklung allen Anforderungen gerecht wird.

Ein Blick auf den Status quo verdeutlichte dennoch die Komplexität der Aufgabe, denn: Die Bemühungen in der Vergangenheit hatten gezeigt, dass vor allem die Frage nach einer geeigneten Beschichtung und dem eigentlichen Beschichtungsprozess ungelöst war. Zudem galt es, konstruktive Details zu lösen, um die einzelnen Pumpenkomponenten zu 100 Prozent gegen Korrosion schützen zu können.

Herborner Pumpentechnik war mit der Korrosionsthematik nicht alleine im Markt. In den Jahren 2005 bis 2007 arbeitete ein Großteil der Pumpenindustrie an der praktischen und kostengünstigen Lösung, mittels Beschichtungen günstige Werkstoffe so zu veredeln, dass eine Korrosionsvermeidung gewährleistet ist, ohne die Bauteilgeometrie – und damit die Situation um die Gießereimodelle – zu verändern. Vorhandene Pumpenkonstruktionen sollten sich durch eine solche Lösung ohne Anpassungen weiterverwenden lassen und nennenswerte Mehrkosten vermieden werden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sollten sogenannte Dünnschichtbeschichtungen, auch als Nanobeschichtungen bekannt, zum Einsatz kommen.

Aus technologischer Sicht war dieses Vorgehen zwangsläufig mit einem besonderen Schwierigkeitsgrad verbunden, da eine Komplettbeschichtung der rauen und durch den Gießprozess mit Oberflächenfehlern (Lunkern) behafteten Bauteiloberfläche mittels Nanobeschichtungen sich als sehr schwierig bis unmöglich erwies.

Auch weitergehende und zeitgleiche Forschungen an Universitäten brachten für Herborner Pumpen keine verwertbaren Erkenntnisse.





Zum Hintergrund: Lunker – gewisse Rauheiten der Oberfläche – sind typische Charakteristika gegossener Pumpenbauteile. Sie führen zu oberflächlichen Fehlstellen der Gussteile und können scharfe Kanten aufweisen. Vor diesem Hintergrund erklärt sich der Widerspruch zwischen einer Dünnschichtbeschichtung vorhandener Pumpenbauteile auf der einen und einer prozesssicheren Beschichtung des Grundwerkstoffes auf der anderen Seite.

Ein anderer Lösungsansatz musste her. Auf der Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse war der Weg nun vorgezeichnet: Da eine prozesssichere Nanobeschichtung nicht infrage kam, konzentrierte sich Herborner Pumpen darauf, eine prozesssichere Dickschichtbeschichtung zu entwickeln.

Was unspektakulär klingt, hatte weitreichende Konsequenzen. Die Dickschichtbeschichtung erfordert die Entwicklung komplett neuer Pumpenhydrauliken mit entsprechenden neuen Gießereimodellen – und ist daher mit erheblichen Kosten verbunden.



„Den Anforderungen an eine prozesssichere und qualitativ hochwertige Beschichtung werden wir nur über einen eigenen, neu aufzustellenden Beschichtungsbe- reich gerecht.“

Oliver Trusheim, Production Control,
seit 1999 bei Herborner Pumpen

ANFORDERUNGEN AN GEEIGNETE WERKSTOFFE

Die Nicht-Eignung der Nanobeschichtung und die mit der Dickschichtbeschichtung verbundene Konsequenz, auch neue Pumpenhydrauliken entwickeln zu müssen, sorgte nicht für Ernüchterung. Schließlich sah das Projektziel ja nicht nur einen wirksamen Korrosionsschutz vor, sondern auch eine Verbesserung von Ressourcen- und Energieeffizienz. Die Entwicklung moderner Pumpenhydrauliken zahlte auf diese Ziele ein. Vor diesem Hintergrund ließen sich die Anforderungen für das Zusammenspiel von Grundwerkstoff und Beschichtung definieren:

- **Abgestimmt auf die Kundenanforderungen**
(keine Korrosionsprodukte in die Anlagentechnik eintragend)
- **Effizienzsteigernd**
(energieeffizient durch das Erreichen höherer Wirkungsgrade der Pumpenhydrauliken)
- **Ressourceneffizient**
(unabhängig von kritischen und kostenintensiven Rohstoffen)
- **Nachhaltig**
(Vermeidung toxischer und umweltschädigender Substanzen)

ANSATZ FÜR EINE LÖSUNG

Auf Grundlage der bis dato verfügbaren Erkenntnisse lassen sich einige wichtige technologische Eckpunkte für eine Lösung fixieren.



Grauguss verfügt über die notwendige Grundfestigkeit auch gegen Druckstöße und ist auch aus wirtschaftlicher Perspektive ein idealer Grundwerkstoff. Erfahrungen mit Beschichtungslösungen zeigen, dass eine hundertprozentige Dickschichtbeschichtung der Graugussoberfläche mit einer Schichtstärke von 0,5 Millimetern die anzustrebende technische Lösung für eine anforderungsgemäße Veredelung des Werkstoffs darstellt. Die Ausführung der Beschichtung muss dabei hochwertig erfolgen, um eine Verwendung in aggressiven Medien zu ermöglichen und Verschleißerscheinungen auszuschließen. Fertigungstechnische Schwankungen der Beschichtung müssen über konstruktive Lösungen tolerierbar sein.

03

ENTWICKLUNG

HOCHSCHULE ALS ENTWICKLUNGSPARTNER

Entstehung einer neuen
dickschichtbeschichteten Pumpengeneration

„Das Projektmanagement zum Finden eines geeigneten Beschichtungswerkstoffes sowie der dazu notwendigen Beschichtungstechnologie bedarf einer engen Zusammenarbeit mit der Hochschule, um die

**Forschungsergebnisse
zeitnah in die
Entwicklung des
Baureihendesigns
einfließen zu lassen.“**

**Lars Runte, Head of Development,
seit 1999 bei Herborner Pumpen**



WISSENSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNG DER LÖSUNGSANSÄTZE

Mit der Entscheidung, eine neue dickschichtbeschichtete Pumpengeneration zu entwickeln, stand fest, dass Herborner Pumpen einen Player aus der Wissenschaft als Projektpartner in das Vorhaben einbinden will. Ziel war es, Lösungsansätze für eine qualitativ hochwertige und im eigenen Unternehmen zu verarbeitende Beschichtung wissenschaftlich untersuchen zu lassen.

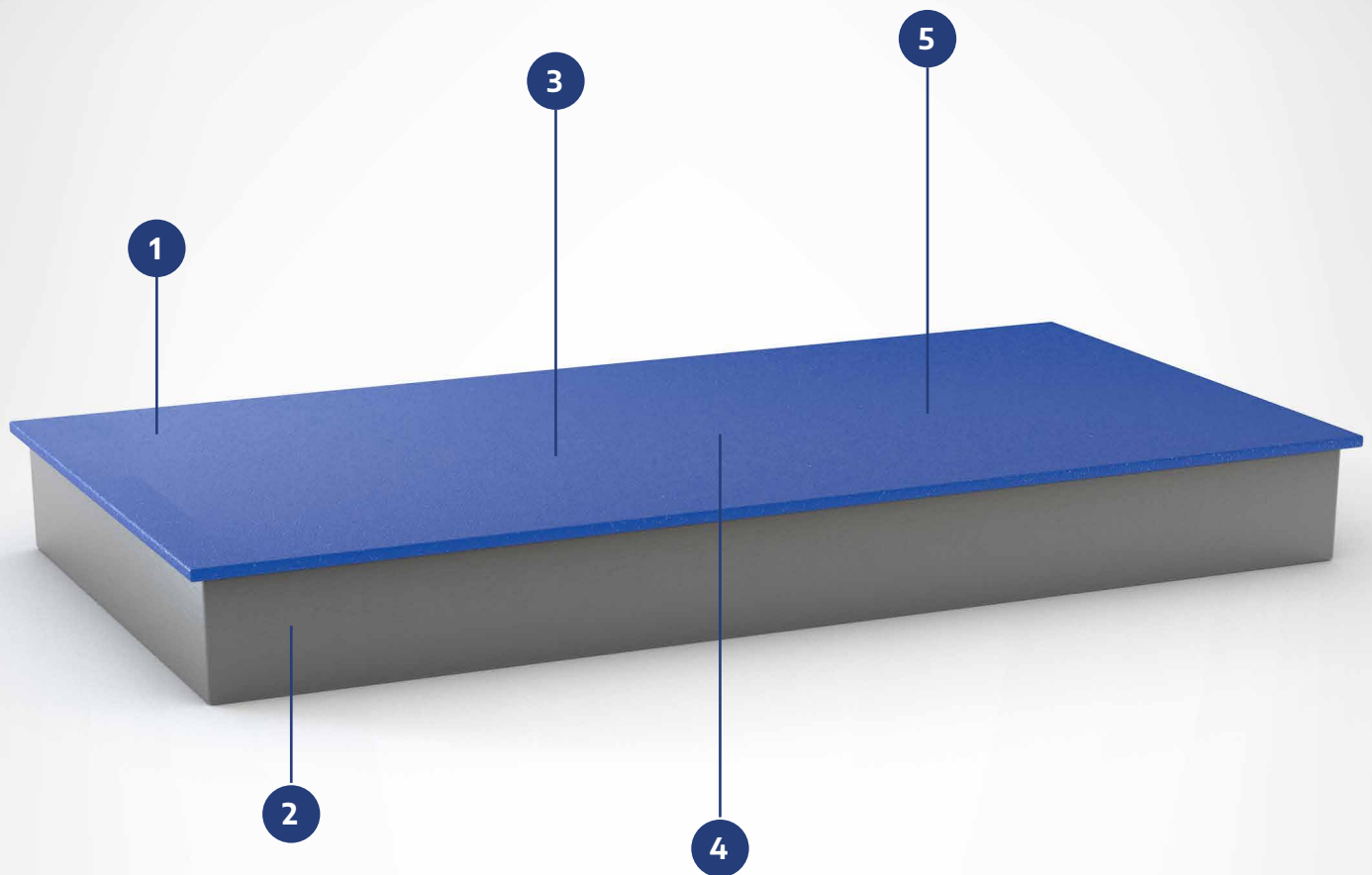
Schon zu Beginn des Projektes schloss Herborner Pumpen nicht aus, gegebenenfalls einen komplett neuen Produktionsbereich für die Dickschichtbeschichtung aufzubauen.

„Durch die erfolgreiche Kooperation mit der Herborner Pumpentechnik hat das interdisziplinär arbeitende Kompetenzzentrum einen enormen Schub erhalten.“

Prof. em. Dr.-Ing. Hans-Joachim Schwalbe,
Lehrstuhl für Werkstofftechnik,
Technische Hochschule Mittelhessen

Mit der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) stand schnell ein kompetenter Partner bereit, der die Herborner unterstützen wollte. Eigens für diesen Zweck wurde ein dreijähriges Forschungs- und Entwicklungsprojekt aufgelegt, bei dem die Entwickler von Herborner Pumpen eng mit den Wissenschaftlern der TH Mittelhessen kooperierten. Zudem konstruierten die Herborner dafür Versuchspumpen – mit Erfolg: Das Ergebnis wurde 2013 mit dem zweiten Platz beim Hessischen Kooperationspreis ausgezeichnet.

Die Wissenschaftler des Kompetenzzentrums für Werkstoffwissenschaften und Materialprüfung der THM analysierten die verschiedenen Werkstoffe, die für die Beschichtung infrage kamen, und schufen die Rezeptur für die spezielle „Dickschichtbeschichtung“. Außerdem überprüften sie das Verhalten der neuen Pumpen in Bezug auf Reibung, Verschleiß und Korrosion. Eigens dafür hatten die Partner vier Prüfstände entwickelt. Eine Win-win-Situation für die beteiligten Partner. Während Herborner Pumpen von einem wissenschaftlich fundierten Erkenntnisgewinn profitiert, hat das interdisziplinär arbeitende Kompetenzzentrum für Werkstoffwissenschaften und Materialprüfung der THM einen enormen Schub erhalten. Das gewonnene Know-how fließt in die Lehre ein. Die Prüfstände werden seither in der Forschung genutzt.



ABLAUF DER WISSENSCHAFTLICHEN UNTERSUCHUNG DER LÖSUNGSANSÄTZE

- (1) Entwicklung einer neuen Beschichtung
- (2) Einigung auf den Grundwerkstoff Grauguss
- (3) Festlegung des Fertigungsprozesses (Tauchen, Sprayen, Lackieren etc.)
- (4) Definition der Oberflächenfunktionalität (kratzfest, wasserabweisend etc.)
- (5) Tests und Festlegung

ERKENNTNISSE IM LABOR GEWINNEN

Zunächst führte der Weg der Entwickler ins Labor. Im Rahmen diverser Versuche galt es, Merkmale der spezifischen Oberflächenfunktionalität zu überprüfen.

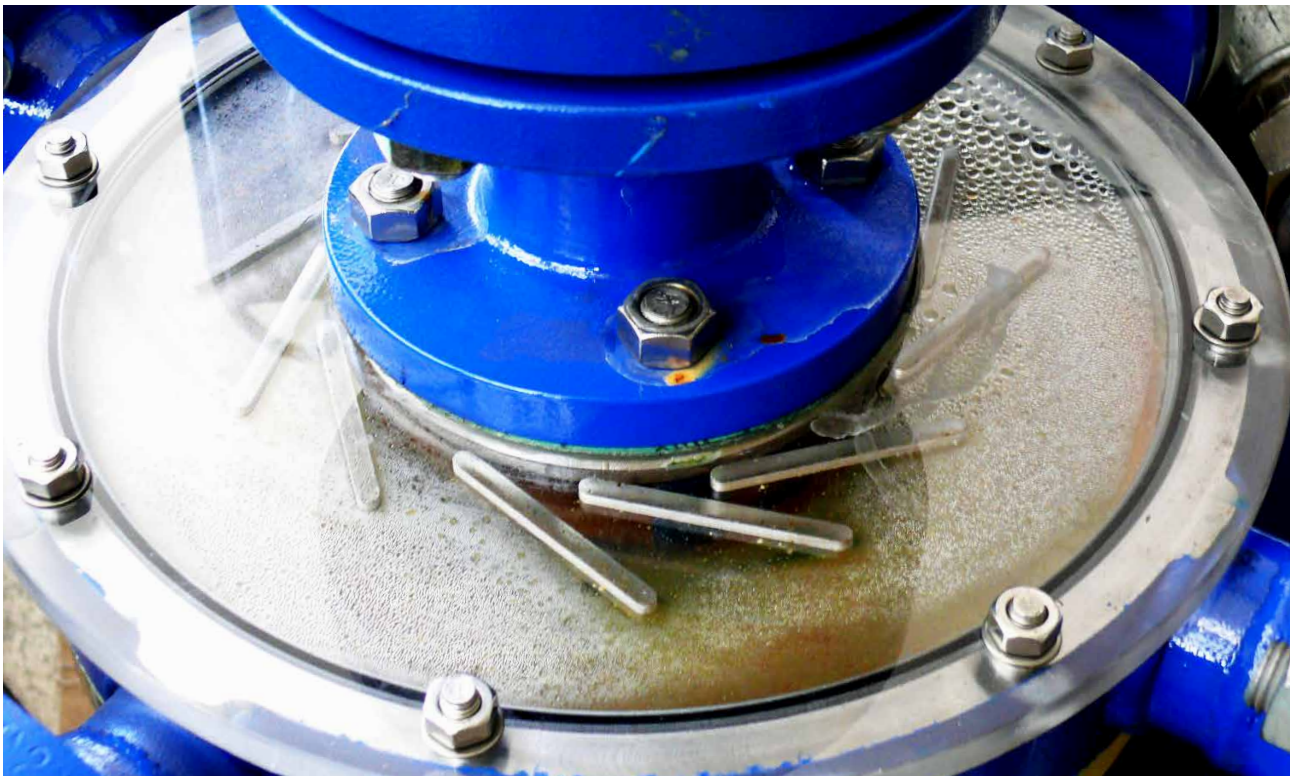
Im Wesentlichen zielten die Laborversuche darauf ab, den Korrosionsschutz des Grundwerkstoffs sowie Kratz- und Verschleißfestigkeit zu bewerten. Gleichzeitig überprüften die forschenden Entwickler, wie schmutz- und wasserabweisend die Beschichtung ist. Auch das antibakterielle Verhalten und die Kavitationsbeständigkeit der Oberfläche wurden gezielt untersucht.

Darüber hinaus wurde als wichtiger Teil der Forschung die Funktionalisierung der Beschichtung untersucht. Mit unterschiedlichsten Maßnahmen wie der Verwendung von Additiven oder dem Einsatz von Nanopartikeln zielten die Experten darauf ab, die Funktionalität der Beschichtung zu beeinflussen, und verbesserten diese hierüber bis zu einem effektiven Höchstwert.



ANSPRUCHSVOLLE TESTS UNTER LABORBEDINGUNGEN

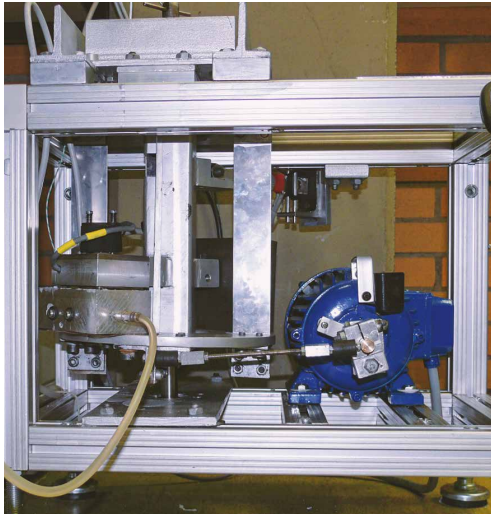
So viel ist sicher: Im harten Alltag leisten Herborner Pumpen echte Schwerstarbeit. Nicht umsonst bezeichnet sich der Hersteller selbst als einen der innovativsten und hochwertigsten Pumpenhersteller der Welt. Mit Härtetests bei der Entwicklung legt das Unternehmen den Grundstein für die hohe Qualität der eigenen Entwicklungen – so auch bei beschichteten Pumpen.



Um reale Bedingungen im Labor simulieren zu können, entwickelten die Experten aus Herborn ein Prüfsystem für anspruchsvolle Verschleißtests, das acht Beschichtungs-Prototypen gleichzeitig belasten kann. Die Verschleißtests nahmen mehrere Wochen Zeit in Anspruch und förderten wichtige Erkenntnisse zum Verschleißverhalten der jeweiligen Beschichtungen zutage.

Bei den Tests war der jeweilige Prüfling analog einer Gehäusezunge bzw. einem Gehäusesporn ausgebildet und wurde entsprechend angeströmt. Inner-

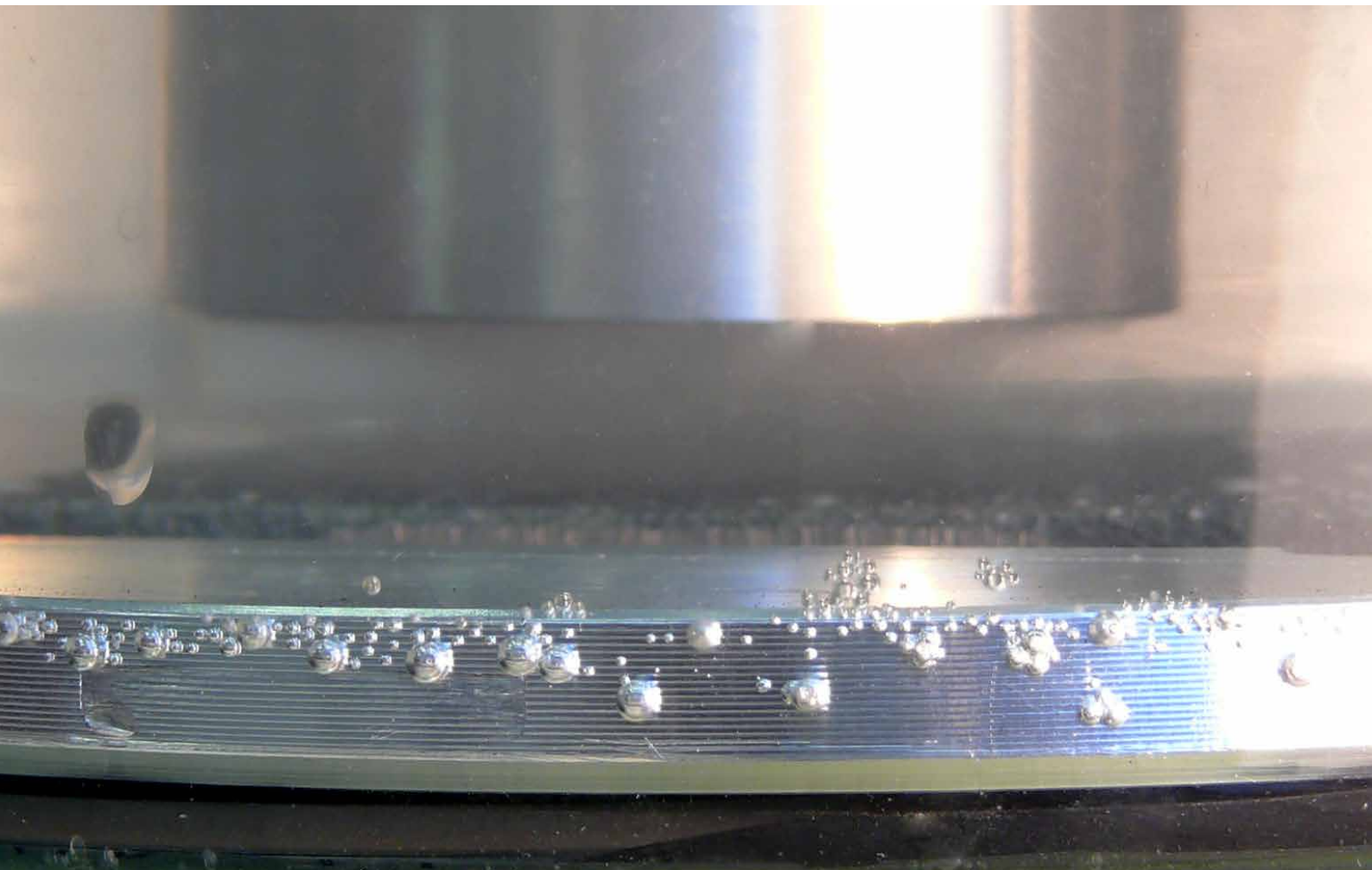
halb einer Pumpenhydraulik erweist sich diese Stelle als strömungstechnisch besonders belastet. In Teil- oder Überlast, also abseits der eigentlichen Pumpenauslegung, nimmt die Belastung zudem zu. Die Aufnahme der Prüfschaufeln erfolgte hierbei in drei unterschiedlichen Winkelstellungen, um Anströmungen der unterschiedlichen Betriebsweisen zu imitieren.



Mit sogenannten Fretting-Versuchen testeten die Entwickler die Verschleißfestigkeit hinsichtlich der Reibkorrosion. Dazu nutzten sie spezielle Probenkammern, die mit Flüssigkeiten geflutet werden konnten. Die eigentlichen Versuche wurden dann unter Belastung mit unterschiedlichen Chloridionen-Konzentrationen durchgeführt.

Bevor erste Pumpentests durchgeführt wurden, fanden auf einem Kavitationsprüfstand noch Ermüdungstests statt.

Im unteren Foto ist am oberen Bildrand die in eine Flüssigkeit getauchte Sonotrode deutlich zu erkennen. Mithilfe einer hochfrequenten Anregung werden im Fluid transiente Blasen erzeugt. Diese implodieren als sogenannte Kavitationsblasen und beanspruchen die Oberfläche der Probe – wie im unteren Teil des Bildes ersichtlich – in Form einer Ermüdung.





ERSTE PUMPENTESTS

Besonders anspruchsvoll gestalteten sich die ersten Tests mit echten Pumpen. Sie nahmen viele Wochen in Anspruch. Währenddessen liefen die Pumpen unter härtesten Bedingungen.

Dazu wurden den Testmedien verschiedenste Feststoffe beigemischt, um Erkenntnisse auf breiter „Belastungsfront“ zu gewinnen. Während der gesamten Testphase wurden die Beschichtungen einer fortwährenden Kontrolle unterzogen, bei der unter anderem die Abrasion im Blickpunkt der Entwickler stand.

Welchen beeindruckenden Effekt ein derart akribisches Vorgehen hat, dokumentiert ein Vergleich eines Prüflings zu Beginn des Forschungsvorhabens (Bild A) mit dem Endergebnis (Bild B). Letzteres zeigt den Prüfling nach diversen Belastungen und steht als Ergebnis für die Entwicklung der HPC-Dickschichtbeschichtung.



Ausgangslage bei Forschungsbeginn:
Nach diversen Belastungen zeigt der Prüfling signifikante korrosive Veränderungen.



Endergebnis nach Abschluss der Forschungsarbeiten:
Nach diversen Belastungen glänzt die Oberfläche der neuen HPC-Dickschichtbeschichtung.

04

KONSTRUKTION & MARKTZUGANG

TECHNISCHE UND KONSTRUKTIVE HERAUSFORDERUNGEN

Zeitnahe Entwicklung beschichtungsfähiger Pumpenkomponenten

„Die konstruktive Anforderung, eine hundertprozentige Dickschichtbeschichtung unserer Pumpenhydrauliken zu realisieren,

macht zwingend neue Gießereimodelle erforderlich.

Für die zeitnahe Umsetzung und Verfügbarkeit der neuer Pumpengeneration sind Strömungssimulationen und die Einbindung additiver Technologien zwingend erforderlich.“

**Felix Hees, Development Engineer,
von 2008 bis 2022 bei Herborner Pumpen**



TECHNISCHE AUFGABENSTELLUNG

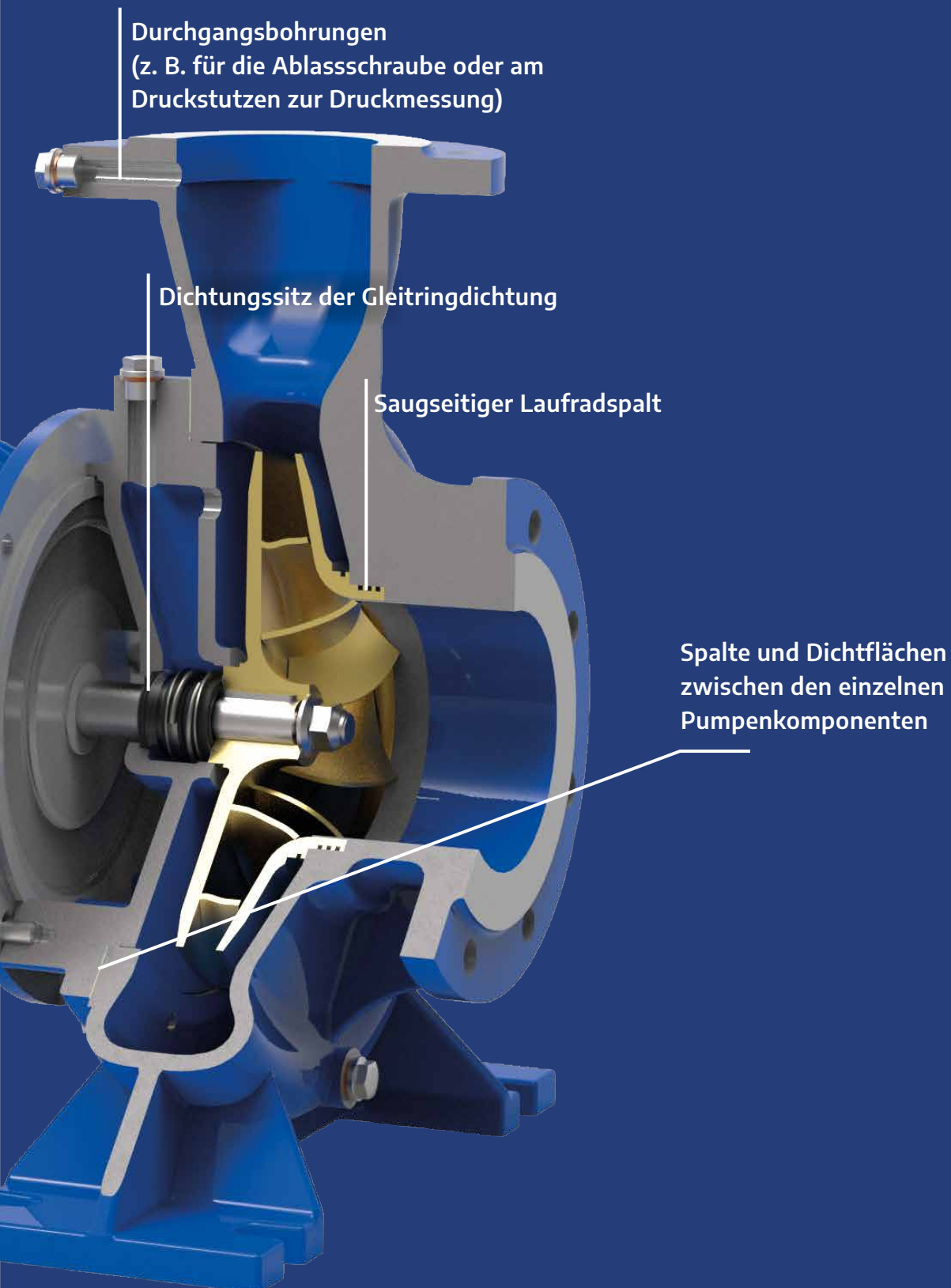
Dem Engineering der konstruktiven Details der neuen Hydrauliken unter der Prämisse eines anspruchsvollen Anforderungsprofils mit einer hundertprozentigen Dickschichtbeschichtung gerecht zu werden, war nun die Aufgabe der Konstrukteure.

Neben der konstruktiven Herausforderung, die zu bewältigen war, mussten die Ingenieure auch Lösungen für die Beschleunigung des Entwicklungsprozesses zur schnellen Markteinführung der über 50 neuen Pumpenhydrauliken erarbeiten. Ziel hierbei war es, die Minimierung des Zeitaufwands von der Berechnung bis zur Produktionsfreigabe, inklusive der Herstellung neuer Gießereimodelle, zu erreichen.



KONSTRUKTIVE AUFGABENSTELLUNG

Ein Blick auf das bis dato genutzte Pumpendesign veranschaulicht die Punkte, an denen konstruktive Eingriffe zur Realisierung einer dickschichtbeschichteten Pumpe erforderlich waren.





SCHNELLE MARKTEINFÜHRUNG

Innovative Lösungen für die neuen Pumpen erarbeiteten die Ingenieure auf der Grundlage der TRIZ-Methode. TRIZ ist ein russisches Akronym und bedeutet so viel wie „Theorie des erfinderischen Problemlösens“. Dabei handelt es sich um einen Methodenbaukasten zum erfolgreichen und kreativen Umgang mit konstruktiven Herausforderungen. Eingesetzt wurden unterschiedlichen TRIZ-Arbeitsweisen, um die komplexen konstruktiven Anforderungen der neuen Pumpen zu realisieren.

Neben der Arbeit mit TRIZ wurde unternehmerisch in neue Technologien investiert, die eine Beschleunigung der Arbeit der Ingenieure ermöglichten. Im Resultat führte dies dazu, dass die 50 neuen Pumpenhydrauliken in vergleichsweise kurzer Zeit marktreif entwickelt werden konnten. Die konsequente Umsetzung des Projekts erfolgte mithilfe von Creo – einer modernen 3D-CAD-Software, die schnelle Produktinnovationen begünstigt und sämtliche Konstruktionsphasen bis zur Fertigung des Produkts softwareseitig abbildet.

Höchste Pumpen-Wirkungsgrade basieren auf den Berechnungen einer Simulationssoftware für numerische Strömungsmechanik. Das Genre wird als CFD(Computational Fluid Dynamics)-Software bezeichnet und dient den Konstrukteuren dazu, das Strömungsverhalten von Flüssigkeiten über Berechnungsverfahren vorherzusagen und die Hydrauliken darüber zu optimieren. Die daraus resultierenden konstruktiven Ableitungen wurden für die zügige Erstellung neuer Gießereimodelle herangezogen.

Diese wurden schließlich über CAD/CAM mittels zwei Bearbeitungszentren erstellt. Hierbei wurde eines der beiden Zentren neu angeschafft und direkt im eigenen Modellbau des Unternehmens aufgestellt, um Wege zu minimieren. Die zeitnahe Erstellung von Laufrad-Prototypen und Modellkomponenten erfolgte zudem unter Zuhilfenahme additiver Fertigung mittels zusätzlich angeschaffter 3D-Drucker und 3D-Sanddruckteile.

VORTEILE DER HPC-DICKSCHICHTBESCHICHTETEN PUMPENHYDRAULIK

Das Ergebnis der Arbeit der Ingenieure zeigt sich in den Möglichkeiten einer HPC-dickschichtbeschichteten Pumpenhydraulik:

- Kein Festrosten in den Zentriersitzen zwischen den einzelnen Gussteilen und damit problemlose Demontagearbeiten, sofern erforderlich.
- Keine Korrosion im O-Ring-Sitz der Gleitringdichtung mit der sich darüber einstellenden Undichtigkeit
- Kein Festrosten oder Verkrusten im Laufradsitz bei längeren Stillstandszeiten
- Keine Korrosionsrückstände mehr in anderen Anlagenkomponenten



HUNDERTPROZENTIGER SCHUTZ

Stellen an dem Zwischengehäuse, die mit dem jeweiligen Medium in Kontakt kommen, sind vor Korrosionsangriffen sicher geschützt.





„Mit der konstruktiven Lösung der HPC-dickschichtbeschichteten Pumpenbaureihe „herborner“ sind wir den Kundenanforderungen gerecht geworden. Wir haben eine Pumpengeneration geschaffen, die hinsichtlich der Ressourcen- und Energieeffizienz in einer neuen Liga spielt.“

Wolfram Kuhn, Managing Director,
seit 1989 bei Herborner Pumpen

05

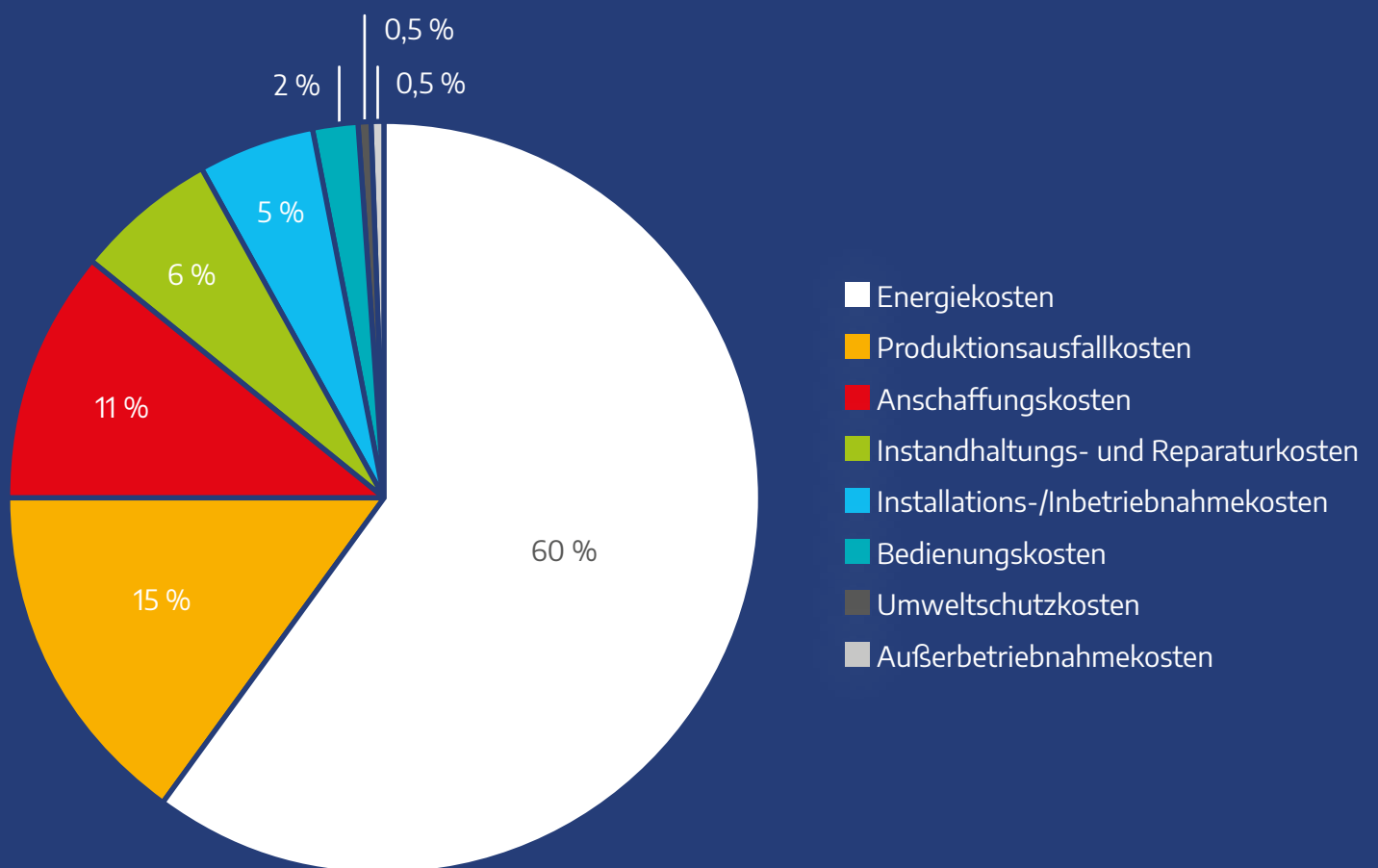
**ENERGETISCHES
EINSPARPOTENZIAL
HPC-BESCHICHTETER
PUMPEN**

„Das gesellschaftliche Ziel, den Energieverbrauch zu minimieren,

ist immer ein wichtiger Teil bei der Neuentwicklung unserer Produkte. Ziel ist es, die Lebenszykluskosten für unsere Kunden so gering wie möglich zu gestalten.“

Susanne Jung,
Sales Management / Marketing und Prokuristin,
seit 1989 bei Herborner Pumpen



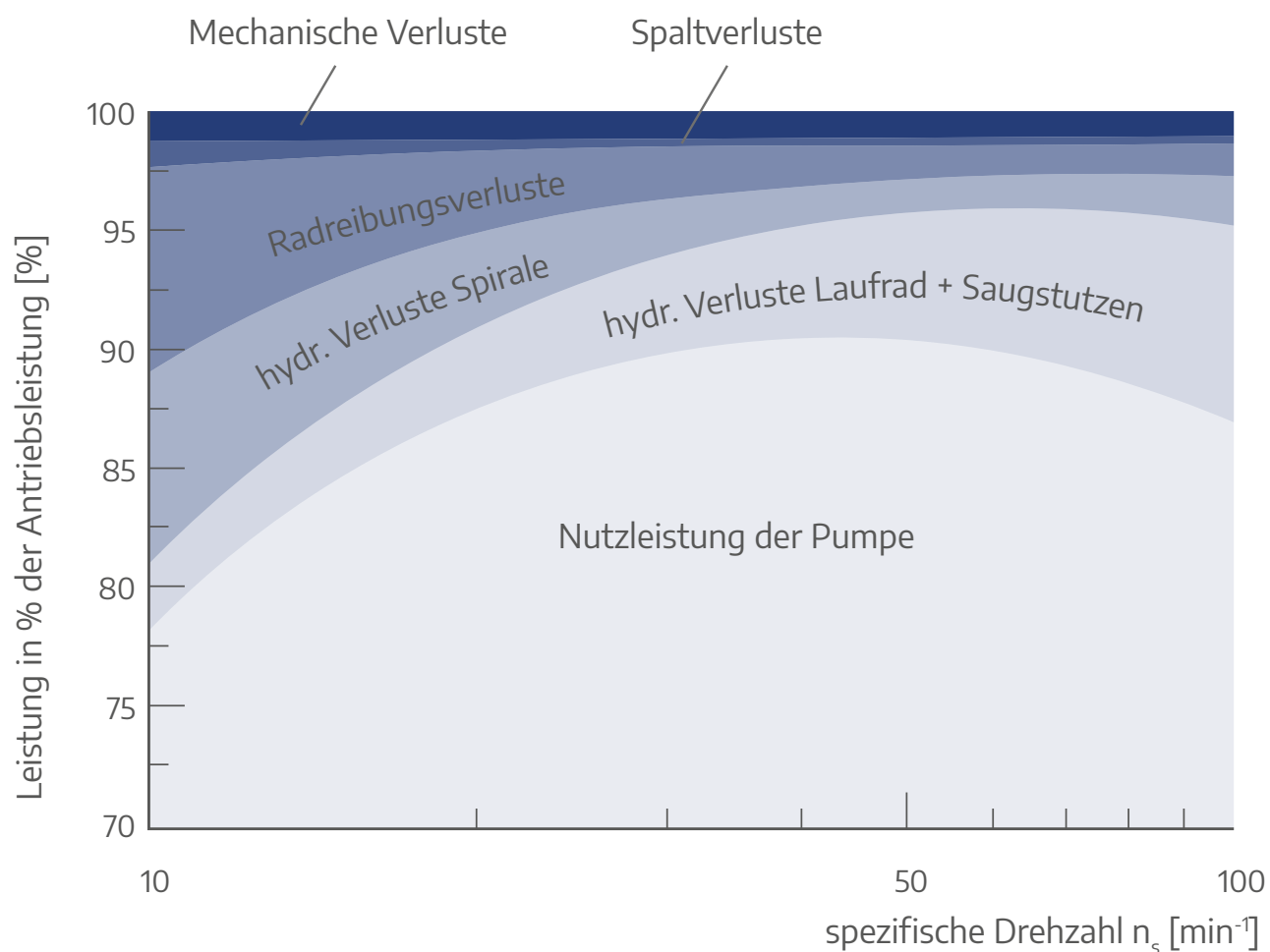


LEBENSZYKLUSKOSTEN EINER KREISELPUMPE

Ein verantwortungsvoller und sparsamer Umgang mit Energien ist das Gebot unserer Zeit. Welche Bedeutung der Einsatz energieeffizienter Pumpen hat, verdeutlicht ein Blick auf die Analyse der Lebenszykluskosten von Kreiselpumpen.

- Über die Lebensdauer einer Pumpe gerechnet, sind 70 Prozent der entstehenden Kosten dem Bereich Energie zuzurechnen.
- Lediglich 12 Prozent der Lebenszykluskosten entfallen auf den Anschaffungspreis der Pumpen.

Daraus ist zu schlussfolgern: Bei der Neuentwicklung einer modernen Pumpengeneration ist die Betrachtung der Energieeffizienz von zentraler Bedeutung.



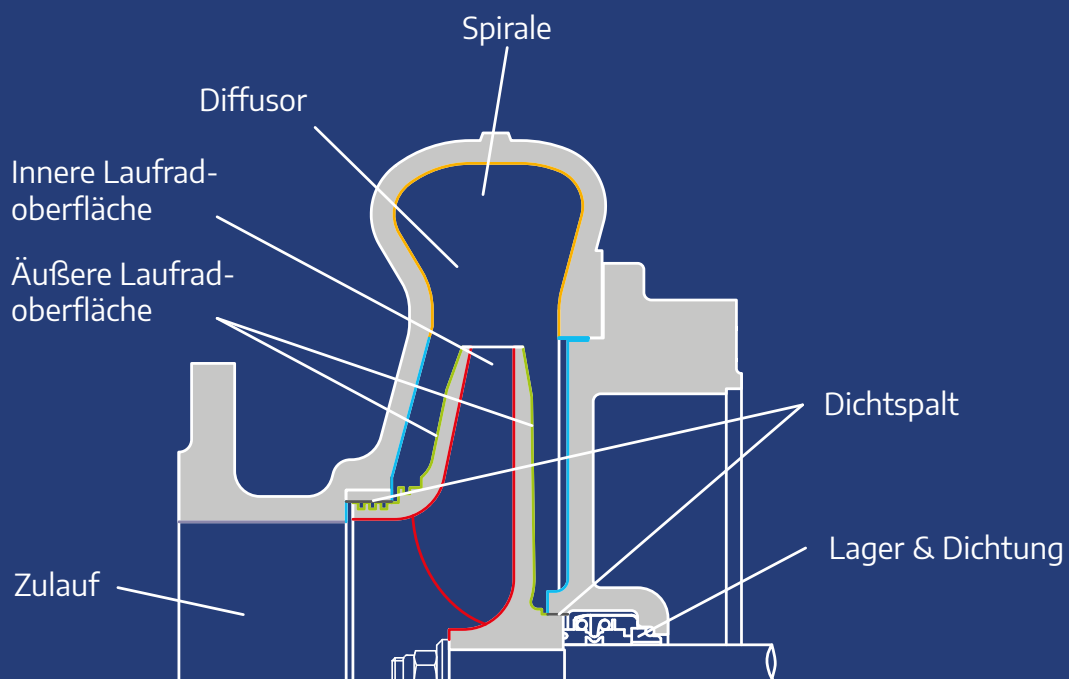
LEISTUNGSBILANZ EINER KREISELPUMPE

Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, die Leistungsbilanz einer Kreiselpumpe zu betrachten. Diese zeigt: In Abhängigkeit von Pumpengröße und Pumpenbauart (und analog dazu von der spezifischen Drehzahl n_s) ist eine Steigerung der Nutzleistung möglich, wenn es gelingt, die jeweils entstehenden Verluste zu reduzieren.

AUSWIRKUNGEN DES DESIGNS AUF DEN WIRKUNGSGRAD

Welchen Einfluss glatte Bauteiloberflächen auf den Wirkungsgrad von Kreislaspumpen ausüben, wurde bereits im Jahr 2001 im Rahmen einer Studie der Europäischen Kommission (Study on improving the energy efficiency of pumps) veröffentlicht. Dabei werden folgende Verlustarten unterschieden:

- Hydraulische Verluste:
 - Reibungsverluste
 - Laufrad und Saugstutzen
 - Spirale
- Volumetrische Verluste (Spaltverluste)
- Mechanische Verluste



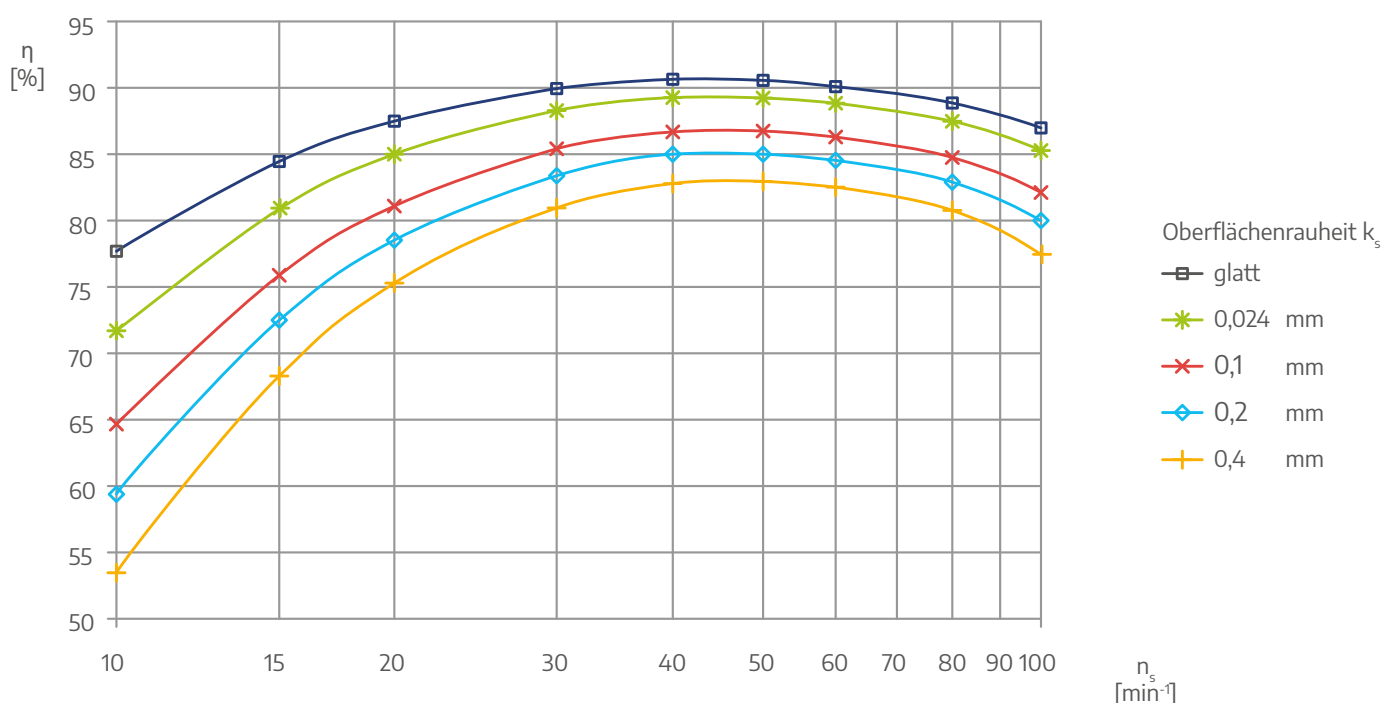
(In Anlehnung an CETIM, Reeves, David T., NESA, Technical University Darmstadt (2001). STUDY ON IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF PUMPS, European Commission February 2001, S. 37)

WIRKUNGSGRADRELEVANTE OBERFLÄCHEN

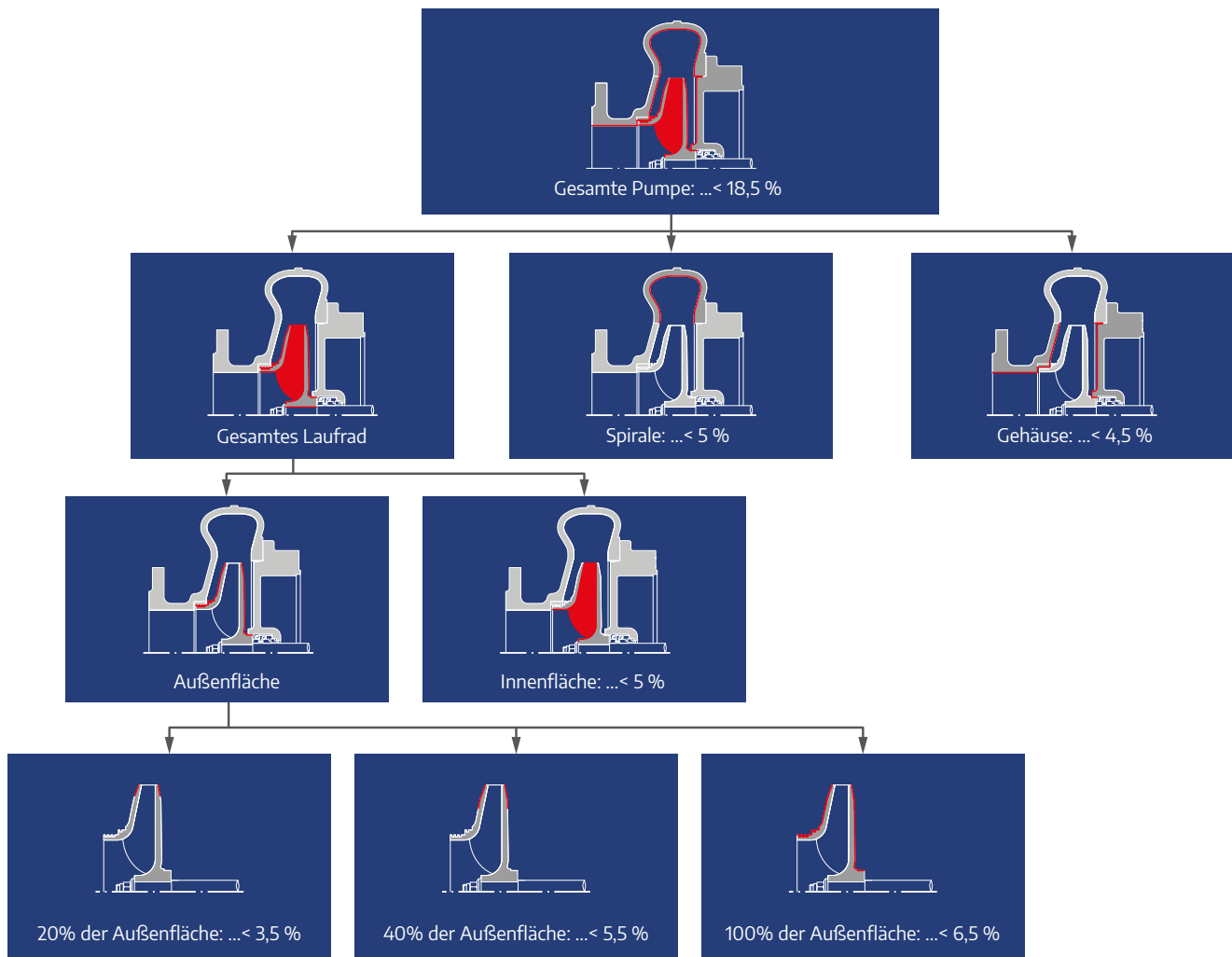
Die Studie definierte bestimmte Oberflächen des Pumpeninneren und ermittelte die damit einhergehenden Einsparpotenziale.

EINFLUSS DER OBERFLÄCHENRAUIGHEIT

Die Studienergebnisse (Study on improving the energy efficiency of pumps) dokumentieren, wie sich der Wirkungsgrad bei unterschiedlicher Oberflächenrauigkeit verändert. Je glatter die Oberflächenstruktur der Pumpen ausfällt, desto größer fällt der Wirkungsgrad der Kreiselpumpen aus.



(In Anlehnung an CETIM, Reeves, David T., NESA, Technical University Darmstadt (2001). STUDY ON IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF PUMPS, European Commission February 2001, S. 38)

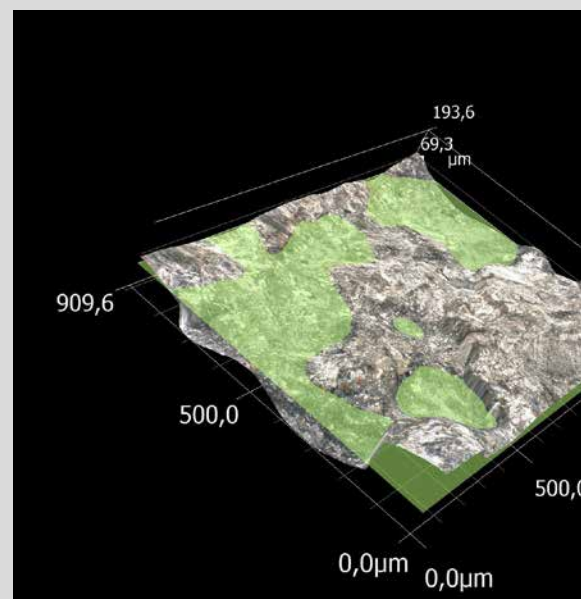
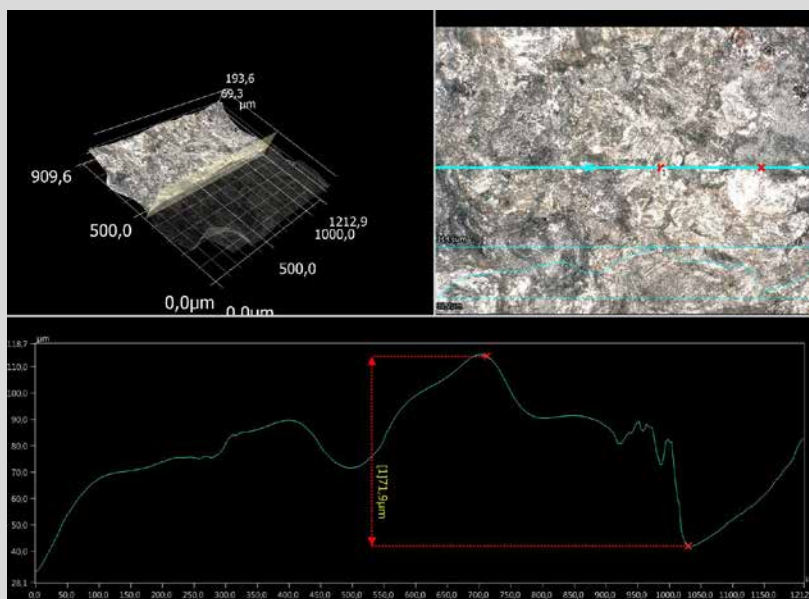
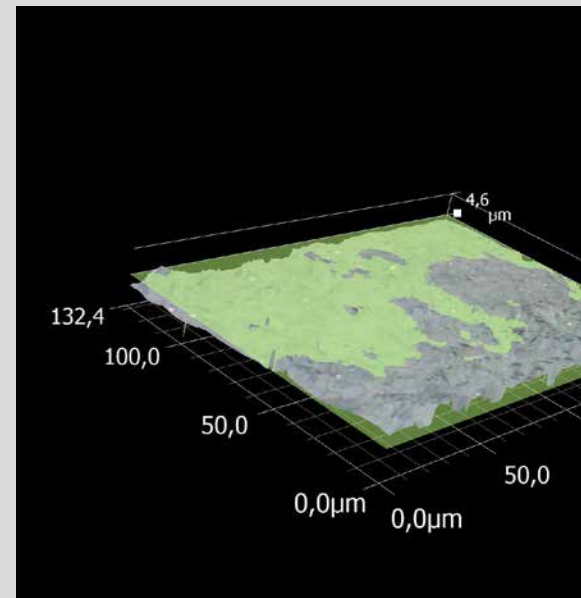
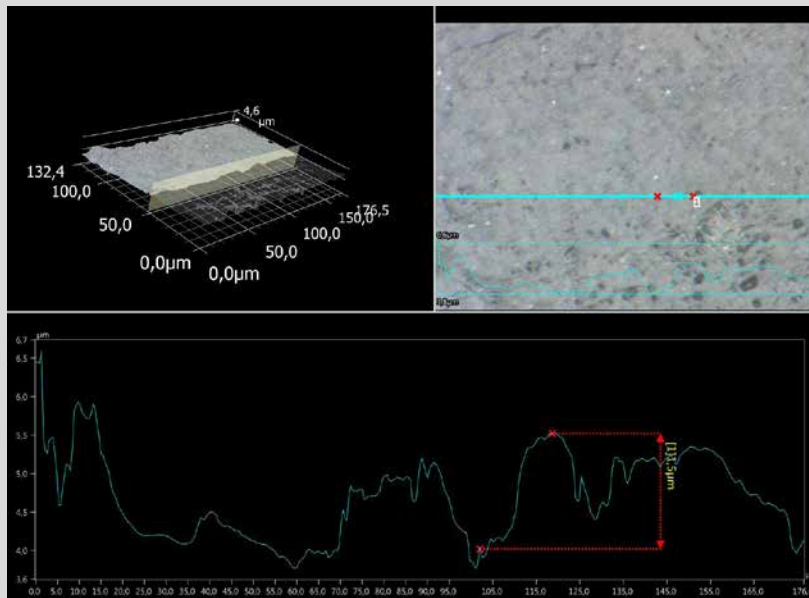


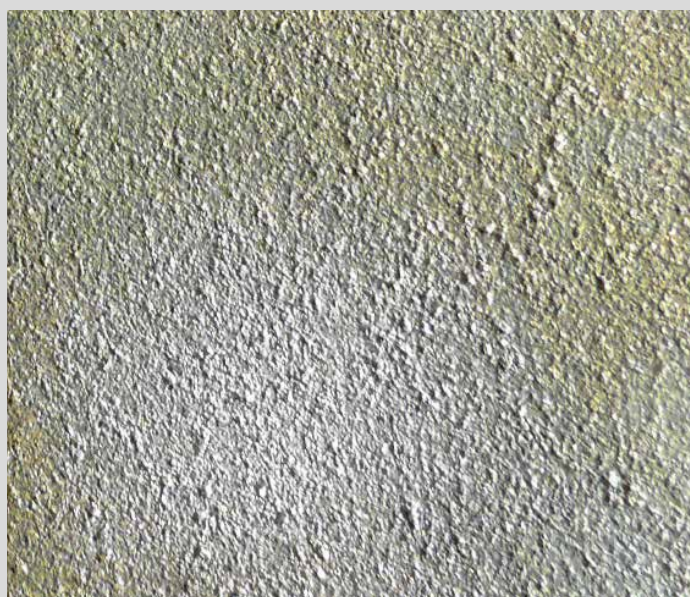
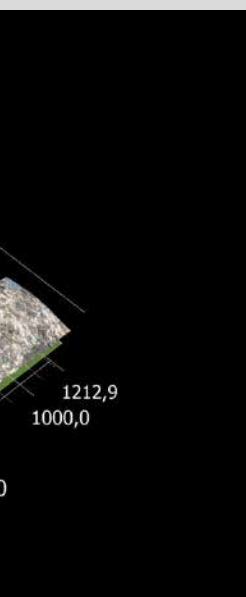
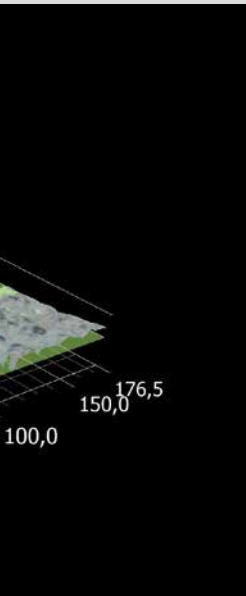
(In Anlehnung an CETIM, Reeves, David T., NESA, Technical University Darmstadt (2001). STUDY ON IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF PUMPS, European Commission February 2001, S. 41)

MAXIMALES WIRKUNGSGRADPOTENZIAL

Am Beispiel einer Pumpe mittlerer Größe (180 m³/h) beziffert die Studie (Study on improving the energy efficiency of pumps) das Wirkungsgradpotenzial einzelner Komponenten bzw. ganzer Pumpenbereiche. Zusammengerechnet ergibt sich somit ein Wirkungsgradpotenzial der gesamten Pumpe von bis zu 18,5 Prozent.

EINFLUSS DER BESCHICHTUNG





Welchen Einfluss eine glatte Dickschichtbeschichtung auf die Oberflächenstruktur ausübt, hat Herborner Pumpentechnik unter Zuhilfenahme spezieller Mikroskope sichtbar gemacht. Im oberen Teil der Abbildung ist die Rauheit HPC-beschichteter Gussteile zu sehen. Im Vergleich dazu zeigt das untere Bild ein entsprechendes Gussteil ohne diese Beschichtung. Die Glättung der Oberfläche durch die HPC-Dickschichtbeschichtung ist dabei deutlich zu erkennen.

ENERGETISCHE EFFIZIENZSTEIGERUNG

Mit eigenen Vergleichsmessungen im Unternehmen hat Herborner Pumpen die wissenschaftlichen Erkenntnisse der „Study on improving the energy efficiency of pumps“ aus dem Jahr 2001 mit beschichteten und unbeschichteten Pumpenhydrauliken überprüft.

Im Ergebnis konnten die Aussagen der von der Europäischen Union initiierten Studie untermauert werden. Die internen Messungen bestätigen das theoretische Optimierungspotenzial hinsichtlich glatter Oberflächen bei Pumpenhydrauliken. Die neue

„herborner“-Pumpengeneration mit ihren glatten Oberflächen der HPC-Dickschichtbeschichtungen zeigt auf dem Prüfstand Verbesserungen des Wirkungsgrads zwischen drei und 15 Prozent.

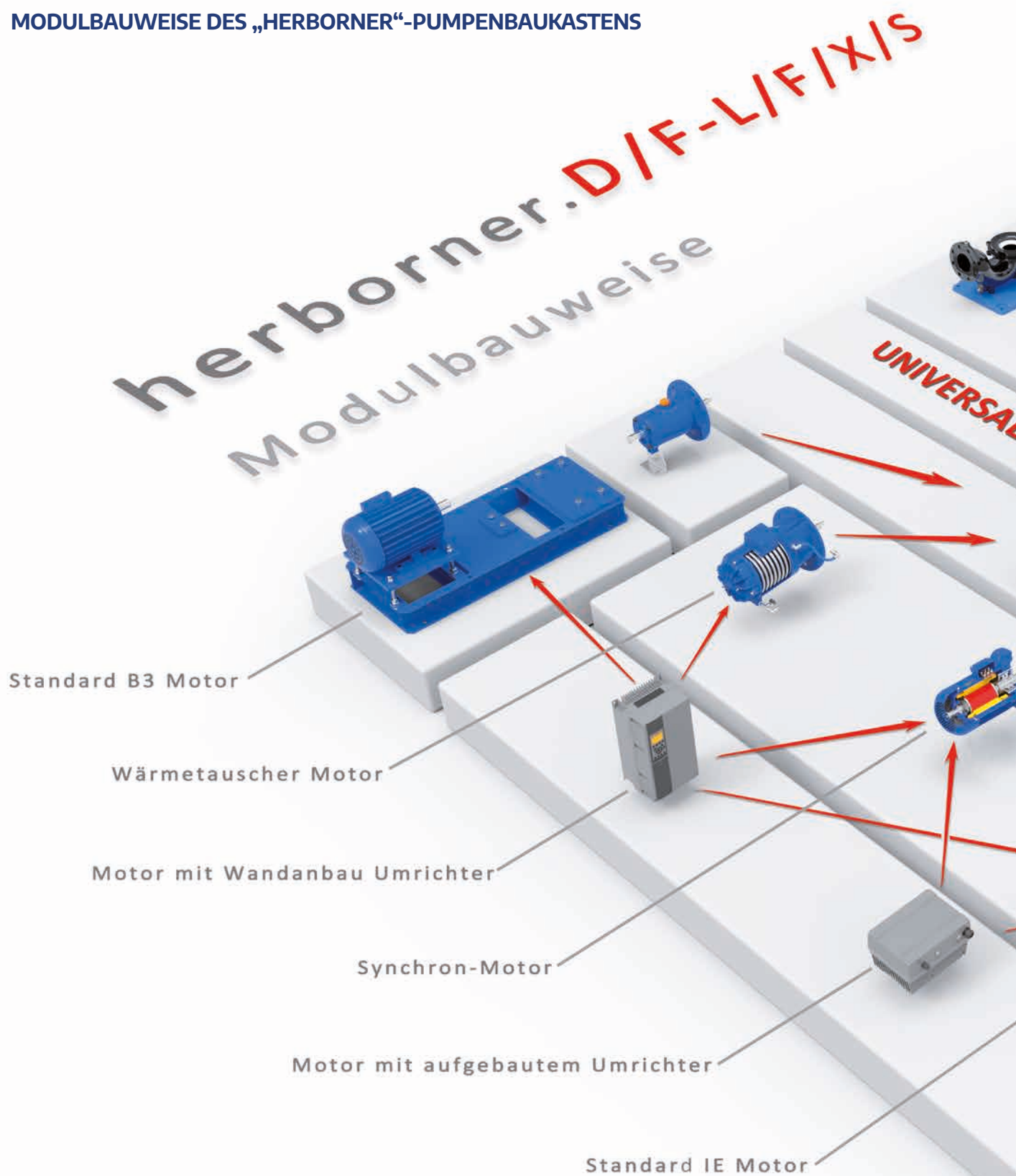


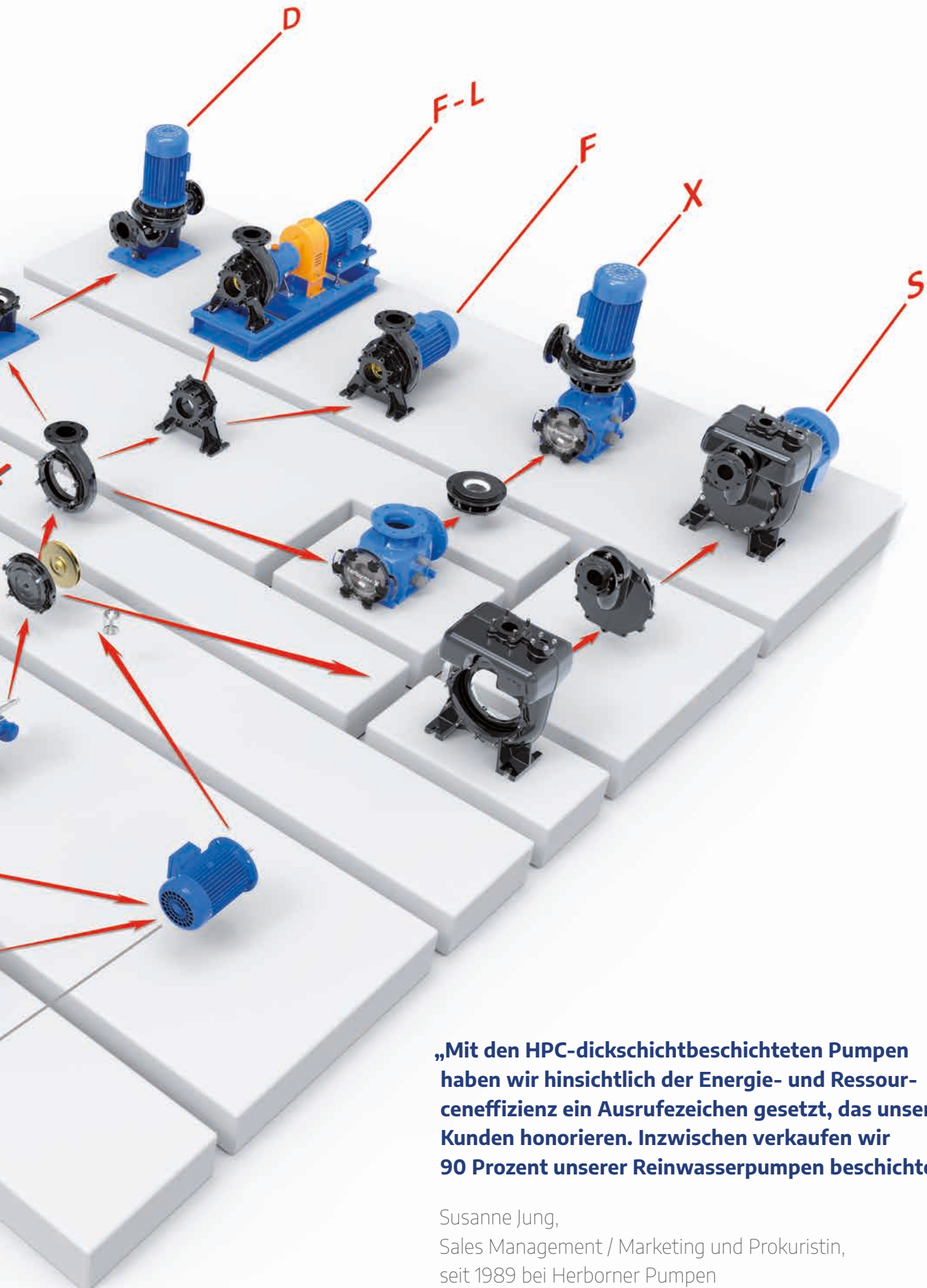
STEIGERUNG DER RESSOURCENEFFIZIENZ

Neben der energetischen Effizienzsteigerung zeigt die hundertprozentige HPC-Dickschichtbeschichtung bemerkenswerte Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass seit 2012 kein höherwertiger Pumpenwerkstoff in geringer belastetem Badewasser (bis 1.000 mg/l Chloridionen) erforderlich ist. Die Ausführung als „BLACKEDITION“ mit HPCplus-Beschichtung ermöglicht sogar eine Solebeständigkeit bis 30.000 mg/l Chloridionen. Die Folge: Die Einsatzbereiche für Bronze- und Edelstahlpumpen minimieren sich. Diese spielen nur noch in Ausnahmefällen eine Rolle. Belastungen von Edelstahl-Badattraktionen durch Korrosionsprodukte sind dadurch nicht mehr vorhanden. Gleiches gilt für Korrosionsschäden an den Pumpenkomponenten. Entsprechende Erscheinungen tendieren gegen null.



MODULBAUWEISE DES „HERBORNER“-PUMPENBAUKASTENS





„Mit den HPC-dickschichtbeschichteten Pumpen haben wir hinsichtlich der Energie- und Ressourceneffizienz ein Ausrufezeichen gesetzt, das unsere Kunden honorieren. Inzwischen verkaufen wir 90 Prozent unserer Reinwasserpumpen beschichtet.“

Susanne Jung,
Sales Management / Marketing und Prokuristin,
seit 1989 bei Herborner Pumpen

06

HERBORNER.NEO – DIE TECHNISCHE REFERENZ

„Seit einigen Jahren treibt mich die Idee an, die energieeffizientesten Pumpen überhaupt zu bauen.“

Dank digitaler Kompetenz und erweiterter Beschichtungsmöglichkeiten in unserem Unternehmen ist dies nun möglich. Das macht mich stolz auf unser Unternehmen und bietet unseren Kunden maximale Möglichkeiten, Energie und Ressourcen einzusparen.“

**Sascha Korupp, Technical Director und Prokurist,
seit 1991 bei Herborner Pumpen**

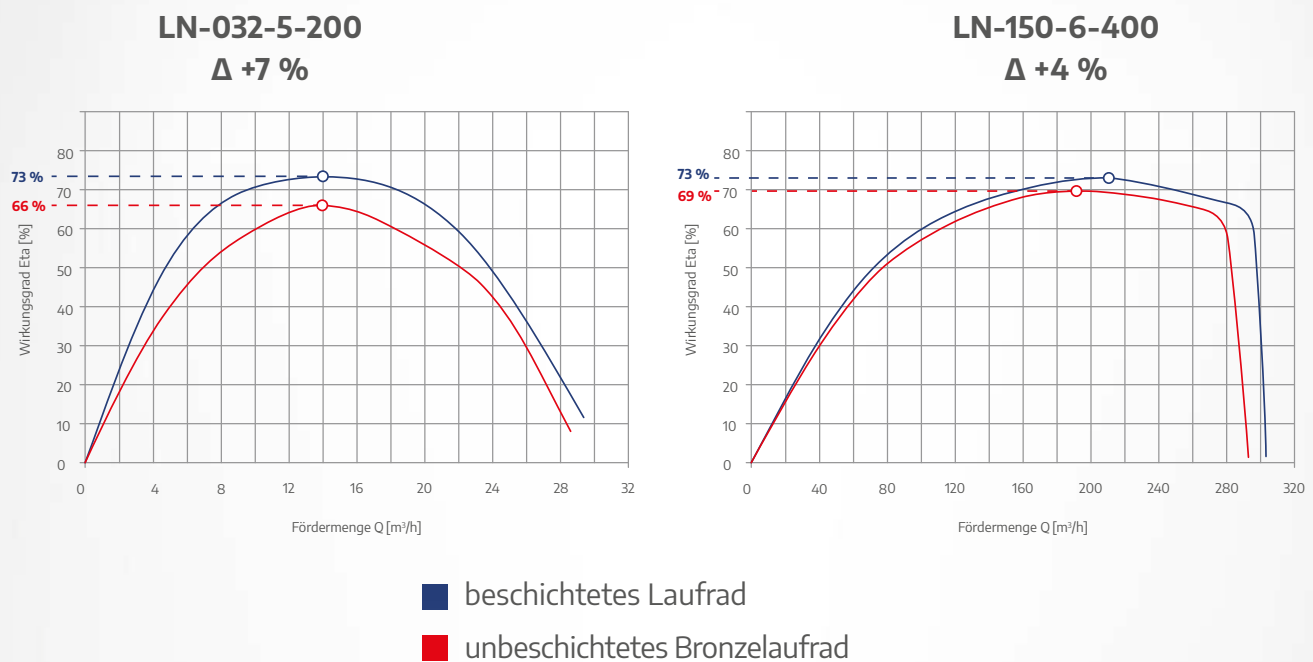


ENERGIE- UND RESSOURCENEFFIZIENZ BIS INS DETAIL

Von Beginn an stellten sich die Entwickler der Herausforderung, die Energie- und Ressourceneffizienz der neuen Pumpengeneration auf ein bislang unbekanntes Level zu heben. Mit der beschichteten Pumpenbaureihe „herborner“ waren die Bestrebungen jedoch längst nicht abgeschlossen. Vielmehr machten sich die Experten an die Arbeit, um die energetische Optimierung der Pumpenhydrauliken nochmals zu verbessern. Dazu war eine erweiterte Systembetrachtung erforderlich. Im Sinne der höchsten erreichbaren Energieeffizienz definierten die Ingenieure eine Reihe wichtiger Bedingungen:

- Dank des Erfahrungswissens um den energetischen Vorteil beschichteter Pumpen schlussfolgern die Experten, dass auch das bis dahin unbeschichtete Laufrad über eine Beschichtung verfügen muss. Die Folge: Die bis dato verwendete Ressource Bronze kann als Werkstoff eingespart werden. Damit zahlt die Beschichtung des Laufrads neben der Effizienzsteigerung auf die Ressourceneffizienz der Pumpenbaureihe „herborner“ ein und ist damit auch ein wesentlicher Faktor zur Vermeidung des Einsatzes sogenannter „Conflict Minerals“, die bei der Ausgestaltung bewusster Einkaufsvorgaben eine zunehmende Rolle spielen.
- Die Verwendung des größten Laufraddurchmessers für den Betrieb der Pumpe innerhalb der physikalischen Möglichkeiten der Pumpenhydraulik, also im zugehörigen Pumpenkennfeld, erfordert den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Drehzahlsteuerung.
- Der Einsatz von Frequenzumrichtern ermöglicht die Nutzung sogenannter Synchronmotoren der höchsten Effizienzklasse IE5 (Ultra Premium Efficiency Class).
- Durch die Verwendung drehzahlgesteuerter Pumpen zur Betriebspunktansteuerung in einem Kennfeld – anstatt wie üblich auf einer einzelnen Pumpenkennlinie – wird ein neues Pumpenauswahlprogramm erforderlich.
- Zum Erreichen der höchsten Energieeffizienz benötigen Kreiselpumpen grundsätzlich den vollen Laufraddurchmesser, für den die Hydraulik berechnet wurde. Für andere Betriebspunkte kann dieser jedoch nicht über entsprechende Maschinen abgedreht werden, da dies Einbußen des Wirkungsgrads zur Folge hat.

Der energetische Vorteil beschichteter Pumpenlaufräder zeigt sich, wenn man die Messergebnisse von beschichteten und unbeschichteten Laufrädern miteinander vergleicht.



Aluminium-Mehrstoffbronze

GG / GGG + HPCplus-Beschichtung



Der Einsatz von Laufrädern mit vollem Durchmesser und HPCplus-Beschichtung bildet die Basis der neuen Pumpenbeschichtung.

Um die Entwicklungsziele hinsichtlich der Energie- und Ressourceneffizienz zu erreichen, wurde für die neue Pumpengeneration auf konstruktiver Ebene ein Dichtring – ein sogenannter L-Ring – erforderlich. Dieser ist auf dem Laufradhals fest aufgebracht. Aus korrosionsbeständigem Material gefertigt, reduziert der High-Efficiency-Ring die saugseitigen Spaltverluste und schützt so die Passungsfläche im Dichtspalt wirkungsvoll und zuverlässig.



HERBORNER.NEO – MAXIMALER SYSTEMWIRKUNGSGRAD

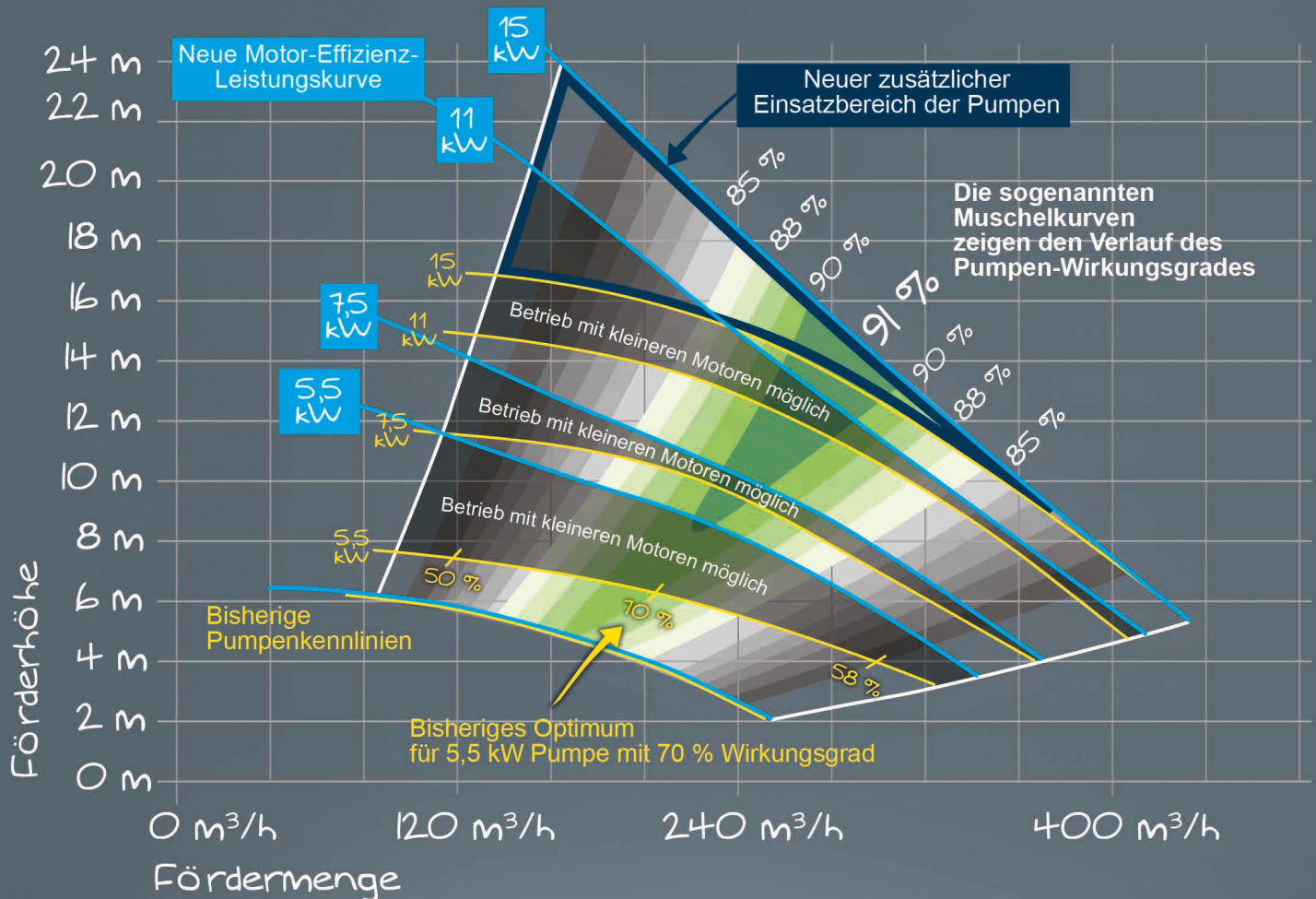
Präzision und Effektivität bis in die kleinsten Details führen bei der herborner.neo zu bislang ungekannter Energie- und Ressourceneffizienz. Eine Fülle einzelner Optimierungsmaßnahmen sorgt dafür, dass die Kunden vom maximal möglichen Systemwirkungsgrad profitieren.

- Pumpengehäuse, Zwischengehäuse und Deckel mit glatter HPC-Dickschichtbeschichtung (innen und außen)
- Laufradprotektor
- Zur Spaltminimierung HPCplus-beschichtetes Laufrad mit vollem Laufraddurchmesser
- Hochwertige Edelstahlwelle mit verstärkten und nachschmierbaren Kugellagern
- Ultra-Premium-Efficiency-Motor (IE5) mit Frequenzumrichter

Bei all den technischen Optimierungen der herborner.neo konnten die Services nicht zurückstehen. Und so erfolgt die Auswahl der optimalen Pumpenhydraulik für den jeweiligen Anwendungsfall innerhalb der neuen Pumpenkennfelder über ein kundenorientiertes und von der eigenen Softwareabteilung entwickeltes Pumpenauswahlprogramm mit der Bezeichnung PAHN AI.



Kennfeld Beispiel herborner.Fneo



POTENZIAL DER HERBORNER.NEO

- Vergleichbare Hydrauliken haben bei abgedrehtem Laufraddurchmesser einen um 20 Prozent geringeren Wirkungsgrad (gelbe Kennlinien).
- Die mithilfe der Frequenzumrichtung gesteuerte Ausnutzung der verfügbaren Motorleistung lässt den Einsatz kleinerer Antriebe zu.
- Durch das neu entstehende Pumpenkennfeld können zusätzliche Betriebsbereiche der Pumpe im sogenannten Übernennndrehzahlbereich der Motoren realisiert werden.

POTENZIAL DER HERBORNER.NEO

Für die Verantwortlichen bei Herborner Pumpen steht die Energie- und Ressourceneffizienz der Baureihe herborner.neo völlig außer Frage. Welchen nachhaltigen Einfluss die neue Pumpengeneration wirklich ausübt, konnten die Macher aus Hessen jedoch nur schwer beziffern. Deswegen fasste die Unternehmensleitung drei Jahre nach der Markteinführung den Entschluss herauszufinden, welches energetische Einsparpotenzial bisher verkaufte herborner.neo besitzen.



„Pumpen der Baureihe herborner.neo bieten ein enormes Einsparpotenzial, welches wir den Kunden über Berechnungen darlegen. Es versteht sich von selbst, dass die Kunden bei längeren Pumpenlaufzeiten und der Lebensdauer einer Herborner Pumpe auf diese energieeffizienten Produkte zurückgreifen, um das maximale Einsparpotenzial zu erzielen.“

Roger Discher, Sales Representative,
seit 2002 bei Herborner Pumpen

MISSION

We design and manufacture the world's most innovative pumps with the highest quality to make our clients' operations more effective, eco-friendly and profitable!



www.herborner-pumpen.com