

# magazin

INTERNATIONALE ENGINEERING-LÖSUNGEN

## ENGINEERING IM HIMALAYA

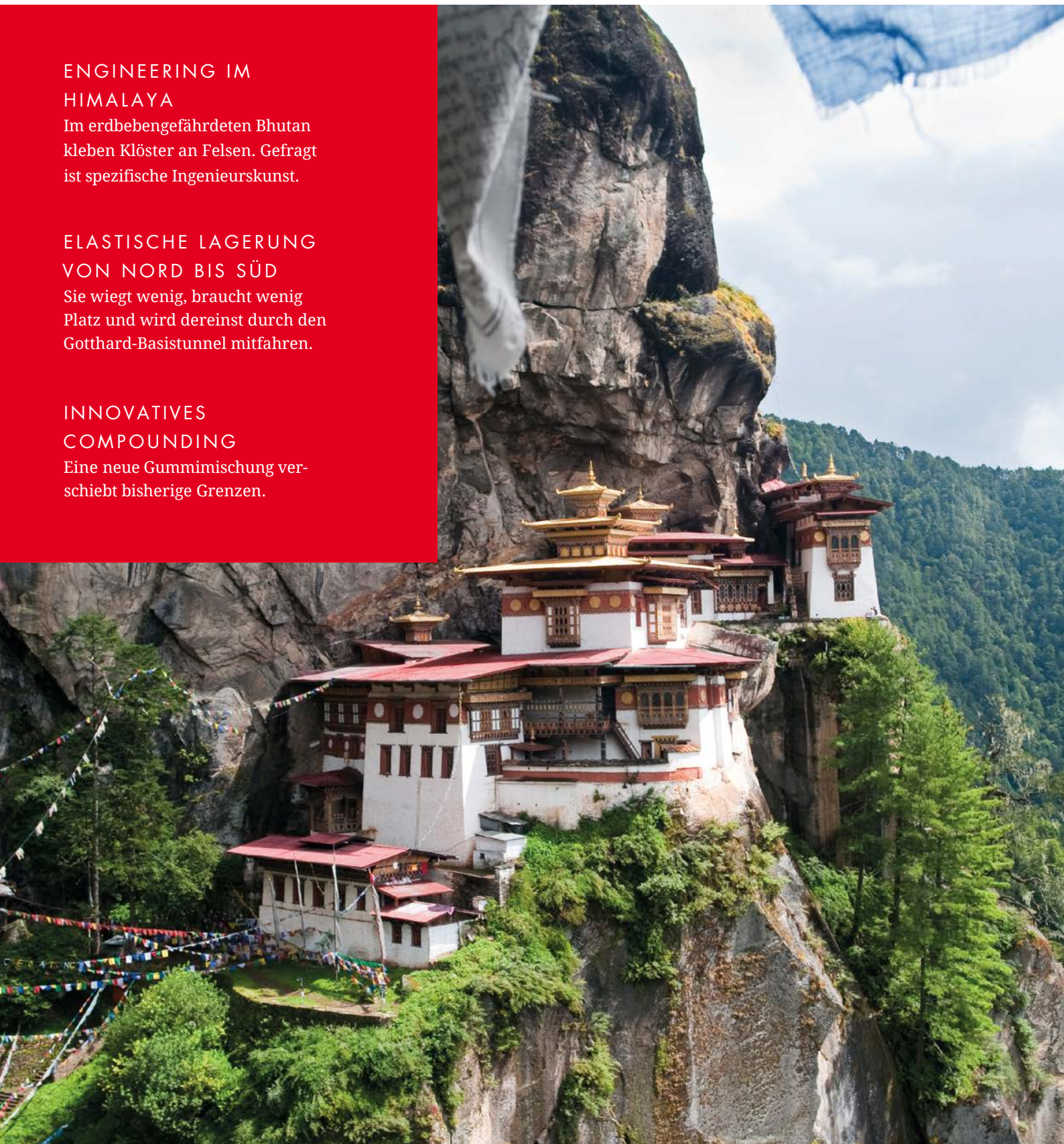
Im erdbebengefährdeten Bhutan  
kleben Klöster an Felsen. Gefragt  
ist spezifische Ingenieurskunst.

## ELASTISCHE LAGERUNG VON NORD BIS SÜD

Sie wiegt wenig, braucht wenig  
Platz und wird dereinst durch den  
Gotthard-Basistunnel mitfahren.

## INNOVATIVES COMPOUNDING

Eine neue Gummimischung ver-  
schiebt bisherige Grenzen.



# Editorial



Liebe Leserinnen und Leser,  
geschätzte Kundinnen und Kunden

Ingenieure seien kopflastige Menschen, sagen viele. Wir finden, es sei höchste Zeit für den Gegenbeweis. Klar, wir sprechen gerne über die technischen Lösungen, die wir für unsere Kunden entwickeln. Dass sie damit ihre Entwicklungszeiten verkürzen und die Wirtschaftlichkeit ihrer Produkte steigern können, ist ja auch bemerkenswert – aber eben noch nicht alles.

Wir vom Engineering-Team bei Angst + Pfister sind leidenschaftlich – auch im Zuhören: Uns interessiert, wie unsere Kunden ihre Innovations- und Time-to-Money-Prozesse gestalten, welche Hürden sie dabei zu nehmen haben und wie sie ihre Abläufe in Produktion und Logistik organisieren. Im Gespräch mit ihnen kristallisiert sich meist schnell heraus, wie und wo wir sie unterstützen können. Und gerne denken wir über das Engineering eines Einzelteils hinaus, um dessen Montage zu vereinfachen. Oder wir integrieren weitere Funktionen, sodass die Anzahl der Komponenten abnimmt und die Produktions- und Lagerkosten sinken. Den Beweis für unsere Leidenschaft finden Sie in Text und Bild zum Beispiel auf Seite 4: Sie können unseren Kol-

legeninnen und Kollegen von Laspar Angst + Pfister im türkischen Bursa direkt über die Schultern schauen. Für das Design neuer Komponenten arbeiten die Entwicklungsingenieure mit numerischer Simulation, das spart schon einmal Zeit. Und danach liegen bereits nach sechs bis neun Wochen die Prototypen vor, denn in Bursa befindet sich alles unter einem Dach – neben Entwicklung und Prototyping auch das Testing, das Compounding und die Produktion. Da die Gummimischung entscheidet, welche Leistung eine Dichtung oder eine Schwingungsisolation erbringt, hat Angst + Pfister eine strategische Allianz mit TSE, dem globalen Marktführer in der Entwicklung und Herstellung von Hightech-Mischungen, abgeschlossen. Mehr erfahren Sie auf Seite 31.

Unsere Leidenschaft zeigt sich auch darin, dass wir bereit sind, für unsere Kunden zu investieren: Damit international tätige Unternehmen auch den US-amerikanischen ASME-Code einhalten, haben wir für unsere ASSIWELL®-Ganzmetallschlauchleitungen den ASME Manufacturing Standard eingeführt. Lesen Sie mehr dazu auf Seite 26.

Sicher interessiert Sie auch, wie wir beim Entwickeln einer komplett neuen Schwingungsisolation für das Lagern von Stromrichtern eines Hochgeschwindigkeitszugs vorgegangen sind und wie es uns gelungen ist, die Komponente minimal zu dimensionieren. Oder wie wir mit neuen europäischen Normen, etwa für den Brandschutz von Schienenfahrzeugen, umgehen. Sie erfahren alles ab Seite 11.

Wenn Sie jetzt trotzdem noch glauben, Ingenieure seien kopflastig, überzeugt Sie der Schweizer Bauingenieur Andreas Galmarini endgültig vom Gegenteil: Er hat – sehr spontan – seine Koffer gepackt und ist mit Frau und drei kleinen Kindern für ein halbes Jahr in den kleinen, abgeschiedenen Himalaya-Staat Bhutan gereist. Sein Know-how war dort hochwillkommen und versteckt sich jetzt unter einem historisch bedeutsamen Turm, den eine Feuersbrunst zerstört hatte. Was das mit Angst + Pfister zu tun hat? Die Reportage über den Wiederaufbau des Turms auf Seite 22 eröffnet Ihnen eine andere Sicht auf die Welt, und sie berichtet auch von Mut und Menschenliebe.

Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre!

Erich Schmid  
Chief Technology Officer

# Inhalt



## Haben Sie weitergehende Fragen zu einem der Magazin-Themen?

Senden Sie eine E-Mail an [engineering@angst-pfister.com](mailto:engineering@angst-pfister.com) oder wählen Sie +41 44 306 62 57. Wir setzen uns umgehend mit Ihnen in Verbindung.

## EFFIZIENTE ENTWICKLUNG

Numerische Simulation verkürzt die Time-to-Market und senkt die Total Cost of Ownership.

4

## INTEGRIERTER BRANDSCHUTZ

Diese neue Gummimischung trägt den Brandschutz gemäss DIN EN 45 545 in sich. Beschichten überflüssig.

8

## ELASTISCHE LAGERUNG VON NORD BIS SÜD

Der Stromrichter im EC250, der durch den Gotthard fahren wird, ist ungewöhnlich neu gelagert.

18

## TURM IM HIMALAYA

Nach dem Brand der Wiederaufbau. Ingenieurhilfe aus der Schweiz schützt den Turm vor Erdbeben.

22

## IM DIENST DER LANDWIRTE

Damit sie ihre Felder bestellen können: Mit dieser Entwicklung bleiben die Eggen in der Spur.

28

## INNOVATIVES COMPOUNDING

Aus Know-how und Erfahrung entsteht eine Gummimischung, die viel kann und wenig kostet.

30

Coverfoto: © iStock.com/leezsnow

© Copyright by Angst + Pfister 2017

Änderungen vorbehalten.

Alle technischen Angaben in diesen Unterlagen ohne Gewähr.

APSOvib®, APSOfuid®, APSOseal® und APSOdrive® sind geschützte Marken. Die Abkürzung APSO steht für Angst + Pfister Solutions.

# Entwicklungen, die technisch und wirtschaftlich Vorteile bringen

Die Entwicklungszeiten sind ehrgeizig kurz, die Resultate oft noch besser als erwartet. So wünschen es sich innovative Unternehmen. Und so macht es für sie das Forschungs- und Entwicklungszentrum von Laspar Angst+Pfister im türkischen Bursa. Die Ingenieure entwickeln schwingungs- und dichtungstechnische Lösungen, welche auch die Total Cost of Ownership optimieren.



Mit numerischer Simulation die Entwicklungszeiten deutlich verkürzen: Die Fachleute von Laspar Angst+Pfister setzen dafür täglich ihr Know-how ein.



Rund 40 Fachleute arbeiten in Bursa in der Entwicklung.



«Nach der Co-Design-Phase benötigen unsere Kollegen in der Türkei in der Regel gerade einmal sechs bis neun Wochen, um Prototypen herzustellen.»

Erich Schmid, Chief Technology Officer, Angst + Pfister

Keine Frage: Alle modernen Züge haben schwimmende Böden, um Bewegungen auszugleichen, Schwingungen zu isolieren und Schall zu dämpfen. Die Frage ist nur, welche Materialien und Technologien die Schienenfahrzeugbauer dafür verwenden. Soeben haben die Entwicklungsingenieure von Laspar Angst+Pfister gemeinsam mit ihren Kollegen vom Group Engineering von Angst + Pfister und von Stadler Bussnang AG für den Hochgeschwindigkeits-Triebzug EC250, den das Schweizer Unternehmen Stadler Rail für die Schweizerischen Bundesbahnen baut, eine neue Fussbodenlagerung konzipiert. Sie erfüllt nicht nur die nun in Europa alleinig gültige Brandschutznorm DIN EN 45 545, welche die Anforderungen an Werkstoffe und Komponenten für Schienenfahrzeuge definiert. Die neue Fussbodenlagerung von Laspar Angst+Pfister ist im Quervergleich auch leistungsfähiger und zugleich kostengünstiger.\*

#### Kurze Entwicklungsphasen

«Nach der Co-Design-Phase benötigen unsere Kollegen in der Türkei in der Regel gerade

einmal sechs bis neun Wochen, um Prototypen herzustellen», sagt Erich Schmid, Chief Technology Officer von Angst+Pfister am Hauptsitz in Zürich. «Diese unterziehen wir gründlichen Tests, und je nach Kunde führt auch dieser zeitlich parallel Tests durch», ergänzt Eray Ulugül, der CEO von Laspar Angst+Pfister in Bursa. «In weiteren zehn bis dreizehn Wochen produzieren wir dann mit dem Serienwerkzeug die Erstmuster.»

#### Praktisches und theoretisches Know-how

Die im Verhältnis sehr kurzen Entwicklungszeiten haben ihre Gründe: Die Ingenieure in Bursa kennen die Anforderungen der Kunden sehr genau. Das rund 40-köpfige, sehr gut ausgebildete Entwicklungsteam arbeitet eng mit den weltweit gegen 100 Anwendungstechnikern, Senior Engineers und CAD-Ingenieuren von Angst+Pfister zusammen.

#### Zeitsparende numerische Simulation

Eine weitere Stärke des Entwicklungsteams von Laspar Angst+Pfister ist die numerische Simulation: «Mit der Finite-Elemente-Methode

können wir die Entwicklungsprozesse deutlich abkürzen», so Eray Ulugül. Auch im Errechnen der Belastungen, denen eine Komponente über ihre Lebensdauer hinweg ausgesetzt ist, sind die Spezialisten von Laspar Angst+Pfister erfahren und entsprechend geübt.

#### Produktion unter demselben Dach

Einer der ganz grossen Vorteile ist die unmittelbare Nähe des Entwicklungsteams zur Produktion: 1982 ist Laspar als Produktionsunternehmen gegründet worden, und es hat sich seither kontinuierlich weiterentwickelt und vergrössert. Seit 2013 Teil der Angst+Pfister Gruppe, produziert Laspar Angst+Pfister heute jedes Jahr rund 100 Millionen Antivibrations- und Dichtungskomponenten. Die Kunden sind führende Anbieter aus der Automobilbranche, der Bahnindustrie und dem Schiffsbau. Ebenso wird Laspar Angst+Pfister für den Hoch- und Tiefbau und speziell den Brückenbau beigezogen, aber auch für den Landmaschinenbau sowie für die Herstellung und Entwicklung von Elektro- und Haushaltsgeräten.



\* Mehr zum Hochgeschwindigkeits-Triebzug EC250 erfahren Sie auf Seite 18 und zur Brandschutznorm DIN EN 45 545 auf Seite 11.



Schlanke Abläufe: Entwicklung, Prototyping, Testing, Compounding und Produktion befinden sich bei Laspar Angst+Pfister unter einem Dach.

### Prüfstände gleich nebenan

Die Entwicklungskompetenz für massgeschneiderte Lösungen und das Know-how für die Prototypen-, Erstmuster- und Serienproduktion finden sich bei Laspar Angst+Pfister unter einem Dach. «Das ermöglicht uns, die einzelnen Entwicklungsloops und die Entwicklungszeiten insgesamt tatsächlich kurz zu halten», erklärt Erich Schmid. Auch die Prüfstände für das Testing befinden sich in Gehdistanz zu den Büros der Entwicklungsingenieure, die so ihr Engineering beschleunigen können. «Wir vereinen all unsere Kompetenzen an einem Ort, das bringt unseren Kunden zeitliche und finanzielle Einsparungen», kommentiert Eray Ulugül. Die Entwicklungszeit verkürzt sich und Produkte gelangen schneller auf den Markt.

### Mehrfach zertifiziert

Das Forschungs- und Entwicklungszentrum von Laspar Angst+Pfister in Bursa ist seit Januar 2016 vom türkischen Ministerium für Wissenschaft, Industrie und Technologie anerkannt. Darüber hinaus ist Laspar Angst+Pfister über die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung über die Produktion bis zur Auslieferung nach ISO 9001, ISO TS 16949 und ISO 14001 zertifiziert: Sämtlichen Prozessen liegt somit ein umfassendes Qualitätsmanagementsystem zugrunde, und auch in Sachen Gesundheit, Sicherheit und Umwelt erfüllt das Unternehmen höchste Standards.

### Funktionen integrieren

Die Entwicklungsingenieure von Laspar Angst+Pfister verstehen es, neben der Technologie weitere Aspekte in ihre Arbeit einfließen zu lassen: Vermag eine Antivibrations- oder Dichtungskomponente zum Beispiel weitere Funktionalitäten in sich zu vereinen, so kann der Kunde dadurch seinen Lager- und seinen Montageaufwand verringern: Statt zwei oder noch mehr Teile braucht er nur noch eines. Dadurch reduzieren sich seine Total Cost of Ownership, die aufgrund der meist langen Lebensdauer

der Komponenten weiter gesenkt werden. Diese ganzheitliche Betrachtungsweise zieht sich bei Angst+Pfister durch sämtliche Bereiche: Der Kunde profitiert ebenso von ausgeprägter Entwicklungskompetenz wie von hoher Beschaffungs- und Produktionseffizienz sowie von einer durchdachten Logistik, die weltweit Just-in-Time-, Kanban- und Supply-Chain-Management-Lösungen anbietet. Das ist die umfassende, auch kostenmässig interessante Effizienz, die der Markt braucht.





Auch die Brandschutznorm DIN EN 45 545 wird eingehalten. Und alles wird gründlich getestet.



«Die Nachfrage nach numerischer Simulation nimmt laufend zu.»

Eray Ulugül, Chief Executive Officer, Laspar Angst+Pfister, Türkei

Wenn es um das Design, die Entwicklung und die Produktion von schwingungstechnischen Komponenten geht, macht ihm so schnell niemand etwas vor: Eray Ulugül leitet die Forschung und Entwicklung von Laspar Angst+Pfister in Bursa.

**Herr Ulugül, Sie sind auch ein Profi in Sachen numerischer Simulation. Was fasziniert Sie daran und wie profitiert der Kunde?**

**Eray Ulugül:** Meine praktische Erfahrung mit der Finite-Elemente-Methode hilft vor allem unseren Kunden. Die technische Ausrüstung allein genügt nicht, es braucht schon auch das spezifische Know-how dazu. Wir haben beides. Mit numerischer Simulation sowie mit den intern dazu entwickelten Richtlinien und dem Know-how finden wir die passenden Gummimischungen, welche optimale Leistung erbringen. Wir sind in der Lage, den erforderlichen Härtegrad zu erreichen und das optimale Design und die optimale Geometrie der jeweiligen Komponente zu entwickeln. Die Simulation der realen Bedingungen, denen eine Dichtungs- oder Antivibrationskomponente ausgesetzt sein wird, spart in der Entwicklung definitiv Zeit und Kosten. Deshalb nimmt auch die Nachfrage nach numerischer Simu-

lation laufend zu, und wir versuchen mit allen Mitteln, ihr stets gerecht zu werden.

**Das ist aber nicht die einzige Methode, mit der Sie die Entwicklungszeiten kurz halten.**

**Eray Ulugül:** Unser zusätzlicher grosser Vorteil liegt darin, dass wir bei Laspar Angst+Pfister alles unter einem Dach haben – von der Entwicklung über das Prototyping und Testing bis zur Bereitstellung der Metallteile, zum Compounding und zur Produktion. Das Werkzeug für die Fertigung von Prototypen stellen wir in sechs bis neun Wochen her, dasjenige für die Serienproduktion in zehn bis dreizehn Wochen. Diese kurzen Zeiten sind darauf zurückzuführen, dass unser Engineering die Nähe zu den anderen Kompetenzbereichen voll ausnützt, so auch zu Moldflow-Simulation, dank der wir Vulkanisierungswerkzeug auf Antrieb richtig auslegen. Wir arbeiten hier Hand in Hand, und das

bekommt der Kunde unmittelbar zu spüren.

**Und Ihre Testanlagen?**

**Eray Ulugül:** Wir sind bestens eingerichtet, um zum Beispiel die Steifigkeit der Komponenten zu überprüfen, um ihr statisches und dynamisches Verhalten und auch ihre Schwingungsdämpfung zu testen und um den Nachweis ihrer Lebensdauer zu erbringen. Die Resultate fließen wiederum auf direktem – und kurzem – Weg in unsere weitere Ingenieursarbeit ein. Unser unternehmensinternes Prüfungsverfahren der Gummichargen bietet ferner eine führende Technologie zur Entwicklung einer kunden-spezifisch angepassten Gummirezeptur mit einem optimalen Vulkanisationsverfahren. Dies ermöglicht es uns, die richtige Gummimischung für die spezifischen Anforderungen einmaliger Anwendungen zu finden, d. h. hohe Temperaturen, das Verhältnis dynamisch zu statisch sowie der Rückprallwert.



**Die richtige Gummimischung und die richtigen Partner machen den Unterschied**

Die Gummimischung entscheidet, welche Leistung eine Dichtung oder eine Schwingungs-isolation erbringt. Angst+Pfister hat eine strategische Allianz mit TSF, dem globalen Marktführer in der Entwicklung und Herstellung von Hightech-Mischungen, abgeschlossen. Mehr erfahren Sie auf Seite 31.

# Diese Gummimischung hat den Brandschutz in sich

Die europaweite Norm DIN EN 45 545 hat im April 2016 die nationalen Bestimmungen zum Brandschutz in Schienenfahrzeugen abgelöst. Angst+Pfister schlägt einen eigenen Weg ein, damit Kunden die Norm erfüllen: mit einer neu entwickelten Gummimischung – statt Antivibrationskomponenten zu beschichten. Siemens verwendet diese Elemente für die Aufhängung von Drehgestellen.



Für die Niederflur-Strassenbahn des Typs Avenio, den München erneut bei Siemens bestellt hat, steuert Angst+Pfister eine metallummantelte Knochenbuchse bei.





Spitzentechnologie in der Strassenbahn: Angst + Pfister trägt mit Schwingungstechnik signifikant dazu bei.

Diese Dreiecksgeschichte ist für Angst + Pfister und vor allem für die Kunden ganz alltäglich. Sie geht für alle Beteiligten stets bestens aus. Die Dreiecksgeschichte spielt sich innerhalb der Angst + Pfister Gruppe ab: Da wirft in Zürich das Group Engineering von Angst + Pfister all sein technologisches Wissen in die Waagschale, da steuern die Entwicklungsingenieure von Laspar Angst + Pfister im türkischen Bursa ihre Kompetenz und ihre numerische Simulation bei und verkürzen die Entwicklungszeiten, auch weil sich die Prototypenherstellung, wie die Serienproduktion, unter dem gleichen Dach befindet. Und da halten die Angst + Pfister Kollegen in Beratung und Verkauf wie Andreas Gogl und sein Team in Österreich sowohl den Kontakt zu Zürich und Bursa als auch zu den Kunden. Das ist die Konstellation, die zu Antivibrationslösungen führt, welche die Erwartungen gerne übertreffen.

#### Brandschutznorm

##### DIN EN 45 545 und weitere Anforderungen

Für die Division Mobility von Siemens, die sowohl Hochgeschwindigkeits-Triebzüge als auch U-Bahnen und Strassenbahnen konzipiert und produziert, galt es, zwei auf den ersten Blick gegensätzliche Anforderungen zu kombinieren: Zum einen sollten die gewünschten neuen Schwingungsisolationen für die Aufhängung von Drehgestellen die Bestimmungen der Brandschutznorm DIN EN 45 545 erfüllen. Und zum anderen sollten die neuen Komponenten trotz integriertem Brandhemmer in etwa die gleichen mecha-

nischen Eigenschaften und die gleiche statische und dynamische Steifheit aufweisen wie die bisherigen.

#### Auch auf das Compounding spezialisiert

Da Laspar Angst + Pfister in Bursa auch auf das Compounding spezialisiert ist, haben die Entwicklungsingenieure mit ihren Simulations- und Testmethoden in mehreren Iterationen eine neue Gummimischung entwickelt: Sie wird sämtlichen von der Norm vorgegebenen Parametern gerecht und ist zugleich leistungsfähig und erst noch alterungsbeständig. Schliesslich ist der Schienenfahrzeugbau auf Langlebigkeit ausgelegt, über zehn Jahre sind an der Tagesordnung. Dass die neue Gummimischung alle Anforderungen erfüllt, bestätigen auch Tests eines unabhängigen externen Labors.

#### Warum nicht beschichten?

Hier wirft Andreas Gogl von Angst + Pfister Österreich ein, dass eine Brandschutzbeschichtung der bisherigen Komponenten

allenfalls zu einem vergleichbaren Resultat hätte führen können. Andreas Gogl betreut mit seinem Team die Ingenieure von Siemens in Österreich und weitere Kunden, auch in etlichen zentral-europäischen Ländern. Aufgrund seiner Erfahrung gibt er allerdings zu bedenken, dass Beschichtungen beschädigt werden können und auch in Sachen Alterungsbeständigkeit nicht mit Gummi-Compounds mithalten können, welche die geforderte Brandbeständigkeit in sich haben. «Die Brandschutznorm DIN EN 45 545 hat zwar insgesamt den Schienenfahrzeugbau vor grosse Herausforderungen gestellt. Doch uns ist es gelungen, das Problem zu lösen – mit der neuen Gummimischung.» Angst + Pfister hat damit für Siemens diverse Metall-Gummi-Komponenten entwickelt: zum Beispiel eine Primärschichtfeder für den Rhein-Ruhr-Express zwischen Köln und Dortmund oder eine metallummantelte Knochenbuchse für die Niederflur-Strassenbahn des Typs Avenio, den die Stadt München zum wiederholten Mal bei Siemens geordert hat. >>



«Die Brandschutznorm DIN EN 45 545 hat insgesamt den Schienenfahrzeugbau vor grosse Herausforderungen gestellt. Doch uns ist es gelungen, das Problem zu lösen – mit der neuen Gummimischung.»

Andreas Gogl, General Manager, Angst + Pfister Österreich

### Alles aus einer Hand, das spart Zeit und Geld

Andreas Gogl betont einerseits die enge Partnerschaft mit Siemens, andererseits die bei Angst+Pfister gebündelten Kompetenzen: «Wir können sowohl die Geometrie einer Schwingungsisolierung auslegen als auch die richtige Gummimischung ermitteln. Und bei

unseren Kollegen von Laspar Angst+Pfister in Bursa liegen zwischen Entwicklung, Compounding, Prototyping und letztlich Serienproduktion gerade einmal ein paar wenige Meter. Diese Nähe und unsere interne Zusammenarbeit ermöglichen Problemlösungen in relativ engen Zeitrahmen und in einem für den Kunden vorteilhaften

Kosten-Nutzen-Verhältnis.» Wenn der Kunde alles aus einer Hand erhält, kann er seinen Time-to-Market-Prozess erheblich verkürzen und gleichzeitig mit einer qualitativ absolut passenden Lösung rechnen – und zudem sicher sein, die Brandschutznorm DIN EN 45 545 einzuhalten.



# 160

 km/h

Komfortabel über längere Distanzen pendeln: Die Züge des Rhein-Ruhr-Expresses zwischen Köln und Dortmund werden mit 160 km/h schneller als Regionalzüge verkehren.



«Wenn der Kunde alles aus einer Hand erhält, kann er seinen Time-to-Market-Prozess erheblich verkürzen und gleichzeitig mit einer qualitativ absolut passenden Lösung rechnen.»

Andreas Gogl, General Manager, Angst+Pfister Österreich



Brandschutz gemäss DIN EN 45 545 inbegriffen: Für die Doppelstockzüge des Rhein-Ruhr-Expresses hat Angst+Pfister eine Primärschichtfeder entwickelt.

# Brandschutzzertifikat DIN EN 45 545 für Angst + Pfister Produkte



## APSOvib® Schwingungstechnik

Typ	Material	Härte ShA +/-5	DIN EN 45 545
Antivibrationselemente für Fahrwerke (Schichfedern, Primärpuffer, Rund- und Anschlagpuffer)	NR	50 ShA	R24: HL2
	NR(BR)	70 ShA	R24: HL3
Bodenträger	CR	45 ShA	R10: HL2
	CR	49 ShA	R9: HL3, R10: HL3
	CR	70 ShA	R9: HL3, R10: HL3
	EPDM	46 ShA	R10: HL3
Bodenträger – Metallkissen	Metallkissen		> HL3
Bodenträger – PUR – Metall	APSOPUR® L55 (12,5 mm)		R10: HL3

## APSOseal® Dichtungstechnik

Typ	Produktionstechnologie	Material	Typ	Härte ShA +/-5 (Dichte g/cm³)	DIN EN 45 545
Formteile, Flachdichtungsformteile, O-Ringe	Druck	EPDM	Kompakt	60 ShA	R1: HLR2
		EPDM	Kompakt	70 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Kompakt	40 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Kompakt	70 ShA	R22: HL2, R23: HL3
Flachdichtungen	Stanzen	EPDM	Kompakt	70 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Schaum	(0,16 g/cm³)	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Schaum	(0,208 g/cm³)	R22: HL2, R23: HL2
		VMQ	Schaum	(0,35 g/cm³)	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Schaum	(0,43 g/cm³)	R22: HL3, R23: HL3
		CR	Schaum – geschlossene Zellen	(0,195 g/cm³)	R24: HL3
Elastomere Profile	Fließpressung	EPDM	Kompakt	50 ShA	R22: HL2, R23: HL2, R24: HL2
		EPDM	Kompakt	60 ShA	R22: HL3, R23: HL3, R24: HL3
		EPDM	Kompakt	65 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		EPDM	Kompakt	70 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		EPDM	Kompakt	75 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		EPDM	Kompakt	77 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		EPDM	Schaum	(0,8 g/cm³)	R22: HL2, R23: HL2
		EPDM	Schaum – Mischung aus offenen und geschlossenen Zellen	(0,8 g/cm³)	R22: HL2, R23: HL2
		VMQ	Kompakt	40 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Kompakt	50 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Kompakt	60 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Kompakt	70 ShA	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Schaum – geschlossene Zellen	(0,35 g/cm³)	R22: HL3, R23: HL3
		VMQ	Schaum – geschlossene Zellen	(0,55 g/cm³)	R22: HL3, R23: HL3

## APSOfluid® Fluidtechnik

Typ	Produkt	Material	DIN EN 45 545
Industrieschläuche	Wasserschlauch	EPDM	R22: HL3 R23: HL3
	Kabelschuttschlauch	EPDM und NBR	R22: HL3 R23: HL3
	Kabelschuttschlauch	Silikon	R22: HL3 R23: HL3
	Druckluftschlauch	CR	R22: HL3 R23: HL3
Hydraulikschläuche	Hydraulikschlauch Typ 2TE	NBR/EPDM	R22: HL3 R23: HL3
	Hydraulikschlauch Typ 1SC	NBR/EPDM	R22: HL3 R23: HL3
	Hydraulikschlauch Typ 2SC	NBR/EPDM	R22: HL3 R23: HL3
	Hydraulikschlauch Typ 1SN	NBR/EPDM	R22: HL3 R23: HL3
	Hydraulikschlauch Typ 2SN	NBR/EPDM	R22: HL3 R23: HL3
	Metallschläuche	ASSIWELL® Metallschläuche	Edelstahl

## APSOplast® Kunststofftechnik

Material	Typ	DIN EN 45 545
UP-HLM FR	Handlaminierung GRP-Lamine	R1, R2, R3: HL2
UP-GRP	Pultrusionsprofil	R1, R2, R3: HL3 R22, R23, R24: HL3
UP-GM 203	Rot/Weiss	R1, R2, R3: HL2 R22, R23, R24: HL3
EP-GC 202	Natur, (Gelb/Braun)	R7, R17: HL2 R1, R2, R3, R11, R12, R22, R23, R24: HL3
PE-UHMW FR	Schwarz	R7: HL2 R10, R24, R26: HL3
PA 66 FR	Schwarz	R17, R23: HL1 R24, R26: HL3
PA 6 FR	Weiss	R22, R23, R24, R26: HL3
PA 6 FR	Strangpressprofil, farbig	R22, R23, R24, R26: HL3
PC FR transp	Transparent, flammhemmend	R4: HL3



Zusätzlich können wir Ihnen jederzeit auch massgeschneiderte oder Spezialprodukte liefern: Kontaktieren Sie uns!

# Mit Know-how von zwei Seiten zu Höchstleistung

Jeder Autohersteller, der mit Qualität punktet, setzt auf das Schweizer Unternehmen Sonceboz. Dessen mechatronische Antriebssysteme und elektrische Motoren funktionieren auch in rauer Umgebung hoch zuverlässig. Dazu ist Sonceboz seinerseits auf qualitativ und logistisch hoch zuverlässige Zulieferer angewiesen. Eine Radial-Wellendichtung von Angst+Pfister geht mit Sonceboz um die Welt.

Auf die Luftklappen im Kühlergrill eines Autos kommt es an. Angetriebene und somit aktive Luftklappen verbessern die Aerodynamik, da sie den Luftwiderstand vermindern. Sie reduzieren den Kraftstoffverbrauch und senken die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dazu hat Sonceboz Stellantriebe entwickelt, die staubdicht sind und selbst Wasser unter Hochdruck standhalten. Die ununterbrochenen Vibrationen, die vom Motor ausgehen, können ihnen nichts anhaben, und auch gegen aggressive Medien wie Bremsflüssigkeit, Maschinenöl, salzhaltiges Wasser und Reinigungsmittel sind sie sozusagen immun.

Die Leistung von Sonceboz geht allerdings noch darüber hinaus. Die Antriebe, die auf einer patentierten Rotor-Stator-Technologie basieren, zeichnen sich durch hohe Drehmomente aus, sodass sich die Luftklappen selbst bei hohen Fahrgeschwindigkeiten noch steuern lassen. Gleichzeitig sind die Antriebe vergleichsweise leicht und schlank. Elektronik und Steuerungsintelligenz sind kompakt gebündelt. Für diese Antriebe findet sich immer noch Platz, auch wenn es im vorderen Teil eines Autos schon sehr eng ist.

## Weitsichtiges Engineering, ...

Auch der Radial-Wellendichtring, der die

Antriebswelle schützt, hat es in sich: Als Angst+Pfister die Radial-Wellendichtung entwickelte, arbeiteten die Ingenieure nicht nur an deren Design, sondern auch am Werkstoff, um das bislang für solche Dichtungen verwendete FKM durch das hochleistungsfähige und erst noch kostengünstigere HNBR zu ersetzen. Die temperatur- und witterungsbeständige Mischung unterzogen sie eingehenden Tests, um ihre Eignung hundertprozentig zu belegen. Für die Fertigung der Prototypen stand bereits das Serienproduktionswerkzeug bereit.

## ... das einen Schritt weitergeht

Die Ingenieure von Angst+Pfister gingen noch einen Schritt weiter und blickten über die eigentliche Dichtung hinaus: Um deren Leistungsfähigkeit und Lebensdauer weiter zu erhöhen, optimierten sie gemeinsam mit ihren Ansprechpartnern bei Sonceboz die Oberfläche der Welle – sie kommt mit dem Radial-Wellendichtring direkt in Kontakt. Die Wellenoberfläche ist seither glatter, sodass sich die Reibung verringert.

## Gegenseitiger Ansporn

Wenn zwei sich mit ihrer Innovationskraft und ihrem Qualitätsbewusstsein gegenseitig anspornen und bereit sind, über das

Mass des Üblichen hinauszugehen, können beide gewinnen. Da die Radial-Wellendichtungen die Gesamtleistung und die Lebensdauer der Stellantriebe beeinflussen und da diese in hoher Stückzahl für den Weltmarkt hergestellt werden, fordert Sonceboz zwei Produktionsquellen: Dank globaler Produktionsplattform kann Angst+Pfister dieses strategisch bedingte Double Sourcing zu jeder Zeit intern gewährleisten. Die Fertigungsqualität ist unabhängig vom Ort immer gleich hoch.

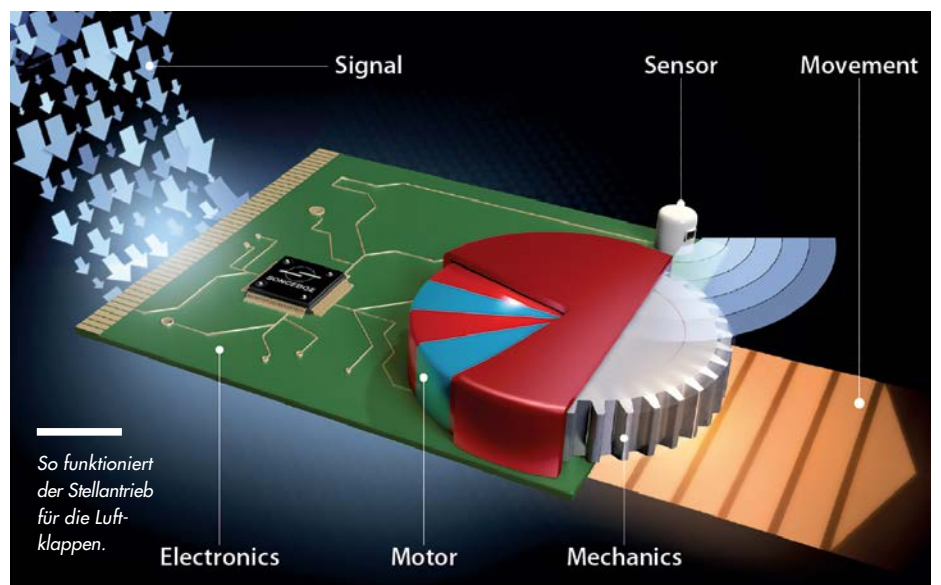
Beide Produktionspartner sind nach der anspruchsvollen Norm ISO TS 16949 zertifiziert, auf die viele Exponenten der Automobilindustrie grossen Wert legen. Angst+Pfister und seinen Produktionspartnern ist es überdies gelungen, mit Funkenerosion und innovativen Feinabstimmungen die Massenproduktion zu vereinfachen. Die Prozesse werden laufend weiter verbessert, um allgemeinen Entwicklungen stets einen Schritt voraus zu sein. Die Ansprüche des Kunden lassen die Logistik nicht aus: Angst+Pfister hat die Produktion der Radial-Wellendichtungen voll und ganz auf die rollende Planung von Sonceboz ausgerichtet, und das Prinzip des „First in, first out“ wird strikt eingehalten: Die Dichtungen werden gemäss



Sonceboz: Hier entstehen Innovationen.

Herstelldatum von den Sonceboz-Montage-robotern eingesetzt. Herstellprozess und -ort lassen sich bis hin zum Elastomer-Lieferanten nachverfolgen.

Die Zusammenarbeit zwischen Sonceboz und Angst+Pfister hat sich über die Jahre derart eingespielt, dass die beiden Unternehmen für Innovations- und Entwicklungsprojekte immer wieder eng zusammenarbeiten. „Wir lassen uns gern herausfordern – im Engineering, in der Qualität und in der Logistik“, sagt Philippe Oetiker, der für Angst+Pfister den Grosskunden Sonceboz betreut. „Hier kommt von beiden Seiten Know-how ins Spiel, das uns beide weiterbringt.“



# Mit numerischer Simulation und Ingenieur-Know-how schnell zu höchster Qualität

Die Finite-Elemente-Methode bringt's: Im neuesten druckunabhängigen Ventil des Schweizer Unternehmens Belimo steckt eine Membran, die ihr Design in kürzester Zeit durch numerische Simulation gefunden hat. Die Wahl der dafür richtigen Gummimischung beruht auf Ingenieur-Know-how. Wenn sich Technologie und Erfahrung vereinen, entsteht die Basis für Innovation und Vertrauen.

Er hat das Projekt von Anfang an geleitet, hat die Grundlagen erarbeitet und jeden Entwicklungsschritt gestaltet. Und schliesslich hat er auch bei der Markteinführung mitgewirkt: Andrew Jukes, Senior Engineer bei Belimo, kennt das druckunabhängige Ventil PIQCV wie sonst kaum jemand. Seit April 2015 ist es in einer kleinen und einer mittelgrossen Ausführung auf dem Markt, 2017 wird die grosse Ausführung folgen. Heizungs-, Lüftungs- und Klimaspezialisten begrüssen die Innovation. Müsste Andrew Jukes das neue Ventil dennoch in einem Satz beschreiben, würde dieser so lauten: „Mit dem PIQCV lässt sich die Durchflussrate in einzelnen Zonen oder Räumen unabhängig vom Druck steuern, die Wasserquantität zum Heizen oder Kühlen ist trotz Druckunterschieden und auch im Teillastbetrieb stets korrekt.“ Ein paar kurze Bemerkungen würde er noch nachschieben: „Der Energiebedarf sinkt, der Komfort steigt.“ Und, spezifisch an HLK-Fachleute gerichtet: „Das PIQCV ist Gegendruck- und Steuerventil in einem. Ein separates Gegendruckventil erübrigt sich. Das vereinfacht die Planung und reduziert sowohl den Materialaufwand als auch die Installationskosten.“

## Weniger Design-Loops

Kompakt ist das neue Ventil ebenfalls. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die eingebaute Membran: Sie soll im kleinstmöglichen Format höchstmögliche Leistung erbringen. Für deren Design

hat sich Andrew Jukes deshalb an die Ingenieure von Angst+Pfister gewandt – mit der Bitte um numerische Simulation. So konnte er nicht nur mit einem verlässlichen Resultat rechnen, sondern auch die Anzahl der Design-Loops reduzieren und dadurch die Entwicklungszeit und den Time-to-Money-Prozess verkürzen. Allerdings gibt er auch zu, für die drei Ausführungsgrössen je eine separate Simulation in Auftrag gegeben zu haben: „Ein ungeprüftes grössermässiges Skalieren kam auf Grund unseres Qualitätsverständnisses nicht in Frage, wir wollten hundertprozentig sicher gehen.“ Andererseits führte die numerische Simulation dazu, dass lediglich für die Fertigung des kleinen und des mittelgrossen Ventils ein Pilotwerkzeug erstellt wurde. Für das grosse Ventil wurde von Beginn weg gleich das Serienwerkzeug benützt.

## Erfahrung als weiterer Beschleuniger

Sicherheit war auch das Stichwort für die Wahl der richtigen EPDM-Mischung. Andrew Jukes verliess sich dabei voll und ganz auf die Erfahrung der Dichtungsspezialisten von Angst+Pfister. „Ich weiss, dass ich da auf konzentriertes Know-how bauen kann.“ Und dieses Know-how war umso wichtiger, als die Membran Temperaturen bis +120 °C und auch einen relativ hohen Druck bis 16 bar aushalten muss. Zudem hat die Gummimischung aggressiven Medien standzuhalten, da im HLK-Bereich dem Wasserkreislauf Kälteschutzmittel beigemischt werden. Labortests, etwa um den Druck-



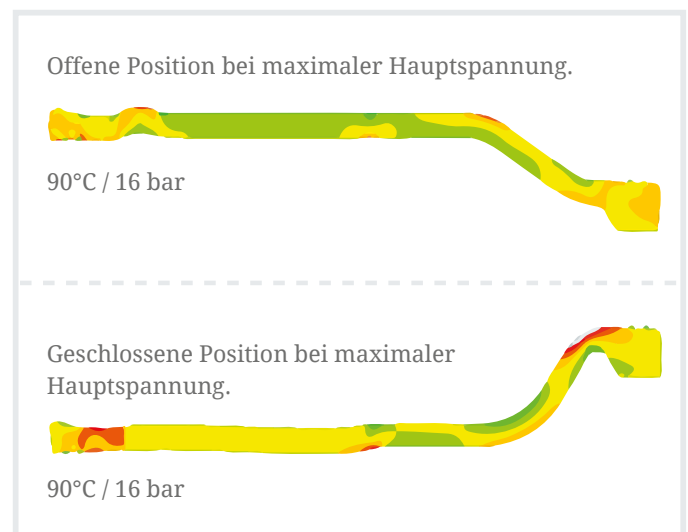
Das druckunabhängige Ventil PIQCV von Belimo ist kompakt gebaut. Die Membran erbringt im kleinstmöglichen Format höchstmögliche Leistung.

verformungsrestwert oder die Lebensdauer der Membran zu ermitteln, bestätigten anschliessend, dass der richtige Compound ausgewählt worden war.

#### Schlanke, verlässliche Logistik

Angst + Pfister fertigt nun die Membrane für den italienischen Partner von Belimo, der die Ventile herstellt. Jedes Produktionslos der EPDM-Mischung wird einer thermogravimetrischen Analyse unterzogen, und der Beleg, dass die richtige Mischung verwendet worden ist, wird verlässlich abgelegt. Das Fertigungsvolumen ist unterdessen bereits auf mehrere zehntausend Stück pro Jahr angestiegen. Belimo bezieht ebenso die acht O-Ringe für das Ventil bei Angst + Pfister, auch sie aus EPDM.

„Das Qualitätsverständnis von Angst + Pfister passt genau zu demjenigen von Belimo“, so das Fazit von Andrew Jukes. Was er an der Zusammenarbeit ebenso schätzt, ist der professionelle Austausch. „Ich weiss, dass ich den Informationen, die ich von den Ingenieuren von Angst + Pfister erhalte, voll vertrauen kann und dass wir technische Herausforderungen offen miteinander besprechen können.“ Dieses Vertrauen setzt sich über das Engineering hinaus in der Produktion und in der Logistik fort.



Finite-Elemente-Analyse

# APSOplast<sup>®</sup> PTFE N100: für Trinkwasser NSF zertifiziert

Für diese Konstellation braucht es das Know-how und das Engagement der Spezialisten: Kommt Trinkwasser in Kontakt mit Kunststoff, muss dieser dafür zugelassen sein. APSOplast<sup>®</sup> PTFE N100 ist gemäss NSF/ANSI 61 für den Kontakt mit Trinkwasser homologiert. Mit dem neuen Produkt eröffnet Angst+Pfister der Getränke- und Lebensmittelbranche Marktchancen – vor allem in den USA.



Das Familienunternehmen Unic hat die US-Zertifizierung von APSOplast<sup>®</sup> PTFE ausgelöst.



Es waren intensive Monate – doch France Laffont kennt es nicht anders. Als Sales Application Engineer berät sie für Angst+Pfister die Kunden im Süden Frankreichs und hat stets alle Hände voll zu tun. Diesmal bewegte sie sich gedanklich zwischen Frankreich, den USA und der Schweiz. Ganz in France Laffonts Nähe, in Nizza, entwickelt, produziert und vertreibt der Kunde Unic seit Jahrzehnten hochwertige Espressomaschinen für den professionellen Gebrauch in Bars und Restaurants. Das Familienunternehmen mit italienischen Wurzeln, unterdessen von der vierten Generation geführt, legt seit je Wert auf Zuverlässigkeit, Dauerhaftigkeit und Spitzentechnologie. Unic-Kunden bezeichnen die Maschinen denn auch gerne als Rolls Royce unter den Espressomaschinen.

### Homologierung zu Gunsten öffentlicher Gesundheit

Unic brachte einen Stein ins Rollen: Die Dichtungen und weiteren Teile aus PTFE, die das Unternehmen seit Jahren von Angst+Pfister bezieht, erfüllen für den europäischen Markt die Richtlinien 2002/72/EG und 1935/2004/EG. Doch Unic peilt den US-amerikanischen Bundesstaat Kalifornien an, wo eine Homologierung durch NSF International erforderlich ist. Die Abkürzung NSF stand einst für die US-amerikanische National Sanitation Foundation und bezeichnet seit 1990 ein unabhängiges, international tätiges Institut, das sich mit seinen Zertifizierungen für die öffentliche Gesundheit und die Umwelt einsetzt.

### Gemeinsam zum Zertifizierungsziel

France Laffont ist darauf ausgerichtet, nicht nur Fragen zu beantworten und Produkte zu liefern, sondern sich intensiv mit den Bedürfnissen ihrer Kunden auseinanderzusetzen und gezielt darauf einzugehen. „Mit Unic pflege ich eine enge Zusammenarbeit“, sagt sie, denn letztlich gehe es darum, sowohl deren Geschäft als auch dasjenige von Angst+Pfister weiterzuentwickeln.

Also schaltete France Laffont ihren Kollegen Abderahmane Oubihi ein, der für Angst+Pfister in Frankreich den Bereich Kunststofftechnik leitet. Ebenso wurde der Hauptsitz von Angst+Pfister in Zürich involviert. Gemeinsam sorgten die Fachleute von Angst+Pfister dafür, dass der ins Rollen

gebrachte Stein an Tempo gewann: Der beizugewonnene Produktionspartner von Angst+Pfister, auf hochwertige fertige und halbfertige PTFE-Produkte spezialisiert, sandte Proben seines Rohmaterials an die NSF-Laboratorien in den USA, und ein NSF-Vertreter reiste zum Produktionspartner, um die Produktion des Kunststoffes und der Kunststoffteile zu auditieren.

### Homologierung erschliesst neue Märkte

Als das Zertifikat nach wenigen Monaten vorlag, war auch die spezifische Materialbezeichnung geboren: APSoplast® PTFE N100. Die Zusammensetzung des Rohmaterials und die Geometrie der Teile, die daraus hergestellt werden, sind die gleichen wie bisher – das spricht für die hohe Qualität von Angst+Pfister. Die Homologierung der Produktion und des Werkstoffs gemäss NSF/ANSI 61 indessen macht den Unterschied: Das PTFE ist jetzt nach den NSF-Vorgaben für den Kontakt mit Trinkwasser zertifiziert. Unic kann sich den kalifornischen Markt – auch dank Angst+Pfister – vornehmen und ihn mit seinen Espressomaschinen erobern. Auch Abderahmane Oubihi betont den Vorsprung, den sich Unic damit sichert, und er sieht auch für Angst+Pfister neue Möglichkeiten: „Es gibt nur wenige Hersteller von PTFE, das vom NSF homologiert worden ist.



Die Kunststoffteile in den Unic-Kaffeemaschinen sind jetzt auch in den USA für den Kontakt mit Trinkwasser homologiert.

Mit APSoplast® PTFE N100 können wir nun unseren Kunden technologisch, geografisch und marketingmässig neue Möglichkeiten und Chancen eröffnen: generell im Bereich Trinkwasser sowie in der Pumpenherstellung und der Lebensmittelindustrie. Die Homologierung erstreckt sich über die Kunststofftechnik bis zur Dichtungs- und Fluidtechnik.“ APSoplast® PTFE N100 ist zertifiziert für den Kontakt mit Trinkwasser im Kalt- und Warmwasserbereich bis +82 °C.



Für Unic ergeben sich dank APSoplast® PTFE N100 neue Absatzmöglichkeiten.



# Stromrichterlagerung im Hochgeschwindigkeitszug

Wenn dereinst der Hochgeschwindigkeitszug EC250 von Stadler Rail durch den Gotthard-Basistunnel rauscht, wird Angst+Pfister mitfahren: Der Stromrichter von ABB lagert am Unterboden des Triebwagens auf komplett neuen Schwingungsisolierungen. Minimal dimensioniert und minimal im Gewicht, entkoppeln sie den Stromrichter vom Zug und reduzieren Ausfallzeiten. Minimal war auch die Entwicklungszeit.

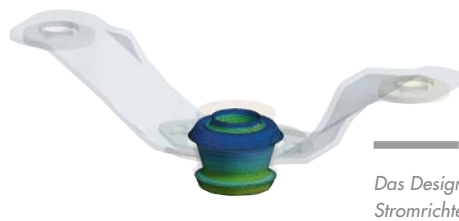
Der Erfolg eines Gesamtsystems hängt oft von scheinbaren Kleinigkeiten ab: In einem modernen Schienentransportfahrzeug dürfen keine Störgeräusche von Lüftern oder anderen Komponenten in den Fahrgastbereich geleitet werden. Daher müssen solche Hilfsaggregate mit Hochleistungsisolatoren entkoppelt werden. Die Ingenieure von ABB Schweiz haben sich deshalb an Angst+Pfister gewandt. Das Isolationselement, das sie für den Unterflur-Stromrichter benötigten, sollte Schwingungen und Geräusche optimal isolieren, zugleich möglichst wenig wiegen und wenig Platz beanspruchen. Das Pflichtenheft war

glasklar, die zeitliche Vorgabe einer Entwicklungszeit von wenigen Wochen auch.

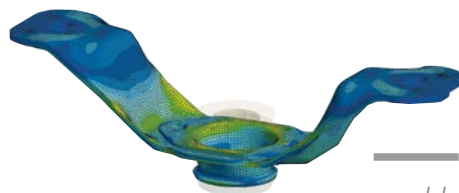
## **Sämtliche Anforderungen bitte umgehend erfüllen**

Raphael Friedli, als Senior Engineer bei Angst+Pfister auf Schwingungstechnik spezialisiert, wusste sehr wohl, dass die Zeit knapp sein würde. Aber er wusste ebenso, dass der Auftrag zu schaffen sein würde – eigentlich wie immer: Zu Beginn türmen sich die Anforderungen fast haushoch: Abreissicherung, Frequenzkopplung, dynamische Belastungen durch Zug und Druck – die Spezifikationen sind auf den

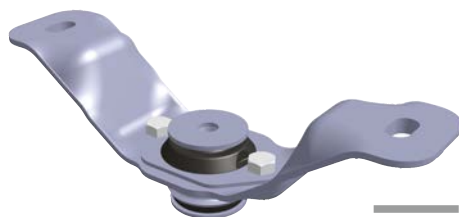
ersten Blick kaum unter einen Hut zu bringen. Doch dann schält sich aus empirischem Wissen und numerischer Simulation eine Lösung heraus, die zuvor kaum denkbar gewesen wäre. Die Zusammenarbeit zwischen dem Engineering von Angst+Pfister in Zürich und den Ingenieurkollegen von Laspar Angst+Pfister im türkischen Bursa, die für die Entwicklung die numerische Simulation und die Finite-Elemente-Analyse anwenden, führt zum idealen Design, das erst noch die Produktionskosten massiv reduziert. Das verläuft so bei Aufträgen für die Automobilindustrie, und das war auch genau so im Fall von ABB: Die Finite-



Das Design der Schwingungsisolatoren, auf denen der Stromrichter lagert, ...



... und das Design der Metallbügel, mit denen sie mit dem Unterboden verschraubt sind, ...



... stammen aus numerischer Simulation. Das auch in seiner Struktur optimierte Bauteil benötigt weniger Material und Raum.

das früher üblich gewesen wäre, im Gussverfahren hergestellt, sondern im Umformverfahren des Tiefziehens, was die Produktionskosten stark senkt. Dieser Wechsel des Produktionsverfahrens, entstanden aus der Fähigkeit der Ingenieure von Angst + Pfister, über bisher Übliches hinauszudenken, hat dazu geführt, dass die Einsparungen den Designaufwand weit übertreffen. Das Bauteil, das auch in seiner Struktur optimiert worden ist, benötigt überdies weniger Material, es wiegt weniger, und beansprucht weniger Bauraum – alles Argumente, die im heutigen Schienenfahrzeugbau extrem wichtig sind. Eine spezielle Beschichtung macht die Metallbügel korrosionsbeständig und langlebig.

### Engineering und Fertigung arbeiten Hand in Hand

Die Fertigung der Elastomer-Lager und der Metallbügel kann ABB auch gleich Angst + Pfister überlassen: Engineering und Produktion arbeiten bei Laspar Angst + Pfister in Bursa unter einem Dach. Die Entwicklungsingenieure kooperieren direkt mit der Fertigung und der lokalen Supply Chain. So können sie die Kosten tief und die Qualität hoch halten. Werkzeug- und Prototypenbau befinden sich gleich neben Forschung und Entwicklung. Das beschleunigt die Entwick-

lung und macht die Produktion effizient. All das hat es möglich gemacht, dass die Nullserie-Muster pünktlich nach Plan ausgeliefert werden konnten. Die Hochgeschwindigkeitszüge EC250 von Stadler Rail, welche die Schweizerischen Bundesbahnen als Bestellerin «Giruno» nennen, werden der-einst mit bis zu 250 km/h zwischen Frankfurt am Main und Mailand durch den längsten Eisenbahntunnel der Welt, den Gotthard-Basistunnel, fahren. Ingenieurskunst im Grossen wie im Kleinen wird das Reiseerlebnis möglich machen.

APSOvib®-Lager, -Isolationen und -Halterungen erfüllen die europäische Brandschutznorm DIN EN 45 545 für Schienenfahrzeuge.

Elemente-Methode reduzierte den Co-Design-Prozess auf ein paar wenige Design-Loops und führte zum massgeschneiderten Isolationselement.

### Der Metallbügel, der Raum, Gewicht und Kosten spart

Der Stromrichter bzw. dessen zwölf Guss-träger lagern direkt auf zwölf solchen Schwingungsisolatoren. Diese ihrerseits sind mit Metallbügeln mit dem Unterboden des Wagenkastens verschraubt. Auch die Geometrie dieser Haltebügel und deren Produktionsprozess sind durch numerische Simulation ermittelt worden. Sie werden nicht, wie



Zwischen Stromrichter und Unterboden gibt es zwölf Befestigungspunkte.



## Wie Engagement die Produktqualität hebt

Die raffinierteste Technik nützt nichts, wenn die C-Teile mittelmässig sind. Das weiss der strategische Einkäufer. Dies hingegen könnte für ihn neu sein: Die beste Technik kann noch gewinnen, wenn der Lieferant der C-Teile mitdenkt. Daniel Oberdanner, Leiter strategischer Einkauf von Katadyn, berichtet im Interview von beruflicher Leidenschaft, wie er sie bei Angst+Pfister erlebe: „Dieses Engagement wirkt sich auf Produktqualität und Wirtschaftlichkeit aus.“



Es geht ums Leben und ums Überleben: Sauberes Wasser braucht der Mensch. Katadyn entwickelt, produziert und vertreibt seit mehr als 80 Jahren Wasserreinigungssysteme und -produkte für den individuellen Gebrauch. Mit seinen Wasserfiltern, mit dem bekannten Micropur zur Wasserdesinfektion und mit seiner Entsalzungstechnik hält das Schweizer Unternehmen einen Weltmarktanteil von mehr als 50 %.

**Herr Oberdanner, Ihr Geschäft dreht sich voll und ganz um die menschliche Gesundheit. Das setzt – auch auf Lieferantenseite – technisches Know-how, hohes Qualitäts- und ausgeprägtes Verantwortungsbewusstsein voraus: Alles Qualitäten, die Angst + Pfister vorweisen kann. Und doch scheint das noch nicht alles zu sein ...**

**Daniel Oberdanner:** Nein, das ist noch nicht alles! Steigen wir mit einem konkreten Beispiel ein: Wir hatten in der Produktion ein Problem mit einer extrudierten, abgestochenen Dichtung. Angst + Pfister schaute sich den Produktionsprozess an und schlug dann einen alternativen Prozessschritt mit einer Formdichtung vor. Damit war nicht nur unser Problem gelöst, sondern wir konnten zusätzlich noch die Total Cost of Ownership senken.

Angst+Pfister hat sich damit und mit anderen Beispielen als Geschäftspartner profiliert, der nicht einfach Bestellungen entgegennimmt, sondern der mitdenkt, der sich engagiert. Dieses hohe, auch persönliche Engagement bis hinauf in die Geschäftsleitung hat dazu geführt, dass Angst + Pfister nach eingehender Analyse zu unserem Hauptlieferanten für C-Teile geworden ist. Wir haben unser Bestellvolumen im Verlauf von rund fünf Jahren in etwa verdoppelt. Wir erhalten Lösungen, die technisch überzeugen und zugleich wirtschaftlich sehr attraktiv sind. Und all die Teile, die Angst + Pfister liefert, halten selbstverständlich die Normen und Vorschriften weltweit ein, die sich auf Trinkwasser beziehen.

**Die C-Teile sind für Sie offenbar so wichtig, dass Sie diese wie A-Teile behandeln. Deshalb beziehen Sie die Fachleute von Angst + Pfister schon in die Entwicklung neuer Produkte ein.**

**Daniel Oberdanner:** Es gibt noch einen zweiten Grund! In der Entwicklung ist nicht nur technische Kompetenz gefragt, sondern auch Geschwindigkeit. Die Fachleute von Angst + Pfister können uns da in doppelter Hinsicht unterstützen – einerseits mit ihrem Wissen und ihrer Erfahrung und andererseits mit ihrem Engagement: Wir dürfen davon ausgehen, dass sie stets schnell zur Stelle sind, um parallel zu unseren Entwicklern zu arbeiten. So können wir Zeit und Kosten sparen und erst noch ganz direkt von ihrem Know-how profitieren.

**Zeit und Kosten spielen genauso in der Supply Chain eine Rolle. Hohes Engagement auch hier?**

**Daniel Oberdanner:** Wir produzieren an unserem Hauptsitz im schweizerischen Kempthal und in unserer Fabrik in Rumänien. Unser Katadyn-Kanban-System basiert auf physischen Karten, die in den Einkauf gereicht werden. Unser Lager ist weder gross noch überfüllt, und es dreht schnell. Wir rufen in relativ kurzen Zeitabständen kleine Losgrößen ab, und unsere Verpackungsgrößen sind auf die Dimensionen im Montage-U abgestimmt. Das ist eine Herausforderung, die Angst + Pfister allerdings zuverlässig meistert. Die Wiederbeschaffungszeit ist mit sieben Tagen jedenfalls sehr kurz. Sie wird auch möglich durch die Rahmenverträge, die wir abschliessen und die beiden Seiten Sicherheit geben. Auch die Logistik funktioniert, weil bei Angst + Pfister engagierte Menschen arbeiten, die mitdenken. Kann übrigens gut sein, dass wir unsere Bestellungen dereinst elektronisch abwickeln werden. Ein erster Gedankenaustausch zum Electronic Data Interchange (EDI) hat schon mal stattgefunden.

**Ihr persönliches Fazit?**

**Daniel Oberdanner:** Wir sind auf O-Ringe und Formdichtungen in Spitzenqualität angewiesen, ebenso auf absolut erstklassige Silikonschläuche, die nicht nur technisch, sondern auch zum Anfassen und Anschauen einwandfrei sind und einwandfrei bleiben. Genau das bekommen wir von Angst + Pfister, weil da von der Entwicklung über die Produktion bis zur Logistik persönliches Engagement dahintersteckt, welches über das reine Verkaufen hinausgeht.



«Wir erhalten Lösungen, die technisch überzeugen und zugleich wirtschaftlich sehr attraktiv sind.»

Daniel Oberdanner, Leiter strategischer Einkauf, Katadyn

# Turmbau im Himalaya: Schweizerisch solide

Diese Geschichte überwindet mehr als 7000 km und spielt in zwei Staaten, die etwa gleich klein sind. Angst+Pfister Schweiz hat zum Wiederaufbau eines historischen Turms im Himalaya-Königreich Bhutan die APSOPUR®-Dämmplatten für die Schwingungsisolierung des Gebäudes beigesteuert. Sie werden das Gebäude vor seismischen Erschütterungen schützen. Diese Geschichte berichtet aber auch von beherzten Menschen der Tat.

Die Flammen schlugen hoch in den dunklen Nachthimmel über dem Himalaya. Ein wütendes Feuer zerstörte am 12. Juni 2012 den Dzong von Wangdue Phodrang. Die Feuerwehrleute konnten den mächtigen, auf einem Felssporn über dem Tal thronenden Gebäudekomplex aus dem 17. Jahrhundert nicht retten. Er war grösstenteils aus Stein, Lehm und Holz erbaut und nur von einer Seite zugänglich. Ein Kurzschluss dürfte die Katastrophe ausgelöst haben.

## Der Verlust eines Kulturerbes

Das kleine Königreich Bhutan, östlich von Nepal und südlich von Tibet gelegen, verlor in jener Nacht eines seiner berühmtesten Gebäude: Dzongs sind Festungen und buddhistische Tempel in einem. An strategisch wichtigen Punkten errichtet, befindet sich im einen Flügel die jeweilige Distriktverwaltung, der andere beherbergt ein religiöses Zentrum, in der Regel ein Kloster. Ein hoher, wuchtiger Turm, der Utse, steht im Zentrum jedes Dzongs. Der Dzong von Wangdue Phodrang war vom Staat im März 2012 als Unesco-Weltkulturerbe angemeldet worden.

## Der seismisch aktive Himalaya

Am 25. April 2015, nicht einmal drei Jahre

nach dem verheerenden Brand, erschüttert ein gewaltiges Erdbeben weite Teile Nepals. Starke Nachbeben folgen. Die nepalesische Regierung schätzt die Zahl der Toten auf 8800 Menschen. In dieser Zeit hält sich der Schweizer Ingenieur Andreas Galmarini für ein halbes Jahr in Bhutan auf – mehr dazu im Zweittext zu diesem Thema. Über den 3140 Meter hohen Pass Dochu-La reist er jeweils von der Hauptstadt Thimphu ins Punakha-Tal und dort zum Dzong von Wangdue Phodrang. Dessen Wiederaufbau hat unterdessen begonnen. Der Eindruck der seismischen Aktivität in der Himalaya-Region, wo sich zwei tektonische Platten gegeneinander schieben, bestärkt Andreas Galmarini in seinem Beschluss: Der neue Turm des Dzong von Wangdue Phodrang muss gegen Erschütterungen isoliert und elastisch gelagert werden. Gemeinsam mit dem väterlichen Ingenieurbüro WaltGalmarini in Zürich initiiert er erste technische Abklärungen.

## Die Tatkraft von Freunden

Vater Carlo Galmarini wird ebenfalls aktiv und kontaktiert Christof Domeisen, den Chief Executive Officer der Angst+Pfister Gruppe. Die beiden sind Mitglieder im selben Serviceclub. So kommen die technischen Arbeiten

ins Rollen. Arno Vinzens, bei Angst+Pfister auf Schwingungsisolierung spezialisiert, wählt aus der breiten APSOPUR®-Palette die passenden Platten aus. Sie weisen genau die Dichte auf, welche die Ingenieure von WaltGalmarini errechnet haben, um den Turm des Dzongs von Wangdue Phodrang vor Erdbeben zu schützen. Auf Mass zugeschnitten, werden die Platten an das beauftragte Stahlbau-Unternehmen in der Schweiz geliefert. Dieses spannt die Antivibrationsplatten zwischen zwei Stahlplatten vor, sodass sie auf ihrer ganzen Fläche einfedern. Danach werden sie per Schiff in dreimonatiger Reise nach Asien gebracht. Lastwagen transportieren sie über hohe Bergpässe und schmale, teils unbefestigte Strassen zur Baustelle des Dzongs von Wangdue Phodrang.

## Die Sensation der Baustelle

Im Februar 2016 wird die Schwingungsisolierung eingebaut. Zusätzlich werden Gleitlager installiert, bei denen eine Teflonschicht auf einem rostfreien Stahlblech gleitet. Die Lagerung erinnert somit an einen Brückenbau. Andreas Galmarini reist nochmals nach Bhutan, um den Einbau zu überwachen. Die Installation ist für die Arbeiter, teils in ihrer



traditionellen Kleidung, dem Gho, eine Sensation, die sie mit ihren Smartphones festhalten. Tradition trifft, sowohl in der Isolationstechnik als auch in der Kommunikation, auf die Moderne. Buddhistische Mönche sprechen in einer Zeremonie ihren Segen. Dawa Gyaltsen, der Innenminister von Bhutan, hat sich zuvor schon in einem

offiziellen Brief bei Angst+Pfister für die Elastomer-Matten bedankt: „Diese Isolation ist eine der ersten ihrer Art in Bhutan. Ihr Geschenk ist für uns ein Meilenstein. Es trägt dazu bei, den Bau traditioneller Strukturen in Bhutan zu verbessern.“ Die APSOPUR®-Isolationsmatten lagern inzwischen unter der betonierten Bodenplatte

und den darauf gemauerten Bruchsteinwänden. Ihre Vorspannung wird gelöst werden, sobald der vierstöckige Turm des neuen Dzongs von Wangdue Phodrang fertig gebaut ist. Gemäss heutigem Stand der Arbeiten sollte der gesamte Dzong von Wangdue Phodrang bis 2018 wieder errichtet sein. >>



Der Schweizer Bauingenieur Andreas Galmarini unterstützt den Wiederaufbau eines Baudenkmals in Bhutan. Für den Fototermin hat er den Gho angezogen, die traditionelle Bekleidung der bhutanischen Männer. Jigme Choden, eine Bauingenieurin der bhutanischen Denkmalpflege und auf dem Bild in der traditionellen Kira, hat er zu einem Praktikum in die Schweiz eingeladen.



Zwei Stahlplatten spannen die Dämmplatten vor, die den Turm des Baudenkmals vor Erdbeben schützen werden. Sobald die vier Geschosse des Turms errichtet sind, wird die Vorspannung gelöst.

# Ingenieurkunst, Leidenschaft und Menschenliebe

Sie entscheiden spontan und packen die Koffer: Andreas und Nathalie Galmarini reisen im Februar 2015 mit ihren drei kleinen Kindern für ein halbes Jahr nach Bhutan. Der Himalaya-Staat hat weder Eisenbahn noch Autobahn – auch kein einziges Lichtsignal. Der internationale Flughafen liegt zwischen Fünftausendern und kann nur tagsüber und bei Sicht angefliegen werden. Er gehört zu den zehn gefährlichsten weltweit. Aber da ist dieser Bezug zu Bhutan, der auf Vater Carlo Galmarini zurückgeht. Eine Art Liebe zum abgeschiedenen Land und seinen Menschen. Und ganz viel Mut.





### Am Anfang die Holzbrücke

Nachdem ein gewaltiges Unwetter eine wichtige Holzbrücke in Bhutan weggespült hatte, wurde Vater Carlo Galmarini vor rund zehn Jahren von einem Hilfswerk kontaktiert – und er machte sich ans Planen: Er erhöhte die Spannweite der Brücke von 35 auf 55 Meter für den Fall, dass der Fluss wieder einmal anschwellen sollte. Und er konzipierte die Brücke nach modernsten Erkenntnissen der Ingenieurskunst, ohne deren originales Aussehen zu verändern. Als einer der ersten schritt am 6. November 2008 der jetzige König für seine Krönung darüber. Die Brücke führt zu einem der bedeutendsten Bauwerke Bhutans: zum Punakha-Dzong.

### Kindergarten in Thimphu

Zurück ins Jetzt: Andreas und Nathalie Galmarini wohnen in Bhutans Hauptstadt Thimphu, mit rund 100'000 Einwohnerinnen und Einwohnern der grösste und pulsierendste Ort des Landes. Die sechsjährige Tochter und der vierjährige Sohn gehen in den Kindergarten, der dreijährige Jüngste besucht den Kinderhort – ohne dass sie zu Beginn ein Wort verstehen würden. Bhutans Landessprache ist Dzongkha, und die meisten sprechen auch Englisch. Andreas Galmarini geht bei der staatlichen Denkmalpflege ein und aus. Er kümmert sich um den Wiederaufbau des Dzongs von Wangdue Phodrang. Eine Feu-

ersbrunst hat ihn in Schutt und Asche gelegt – mehr dazu im Haupttext.

### Vision für eine ganze Region

Wie sein Vater kombiniert Andreas Galmarini die traditionelle Baukunst Bhutans mit heutigen Methoden und wird von der „Division for Conservation of Heritage Sites“ (DCHS) auch in weiteren Projekten zu Rate gezogen. Zudem packt er eine noch grössere Arbeit an, „die Verwirklichung einer Vision“, wie er sagt: Er will zusammen mit der DCHS an der Universität in Thimphu ein Labor aufbauen, um, auch im Hinblick auf Erdbeben, grossmassstäbliche Tests mit Bruchsteinmauerwerk zu machen. Die Resultate der Forschungsarbeit, für die er auch internationale Unterstützung sucht, könnten dem gesamten Himalaya-Bogen von immensem Nutzen sein: „Da sich Bruchsteinmauerwerk, wie es in dieser Region üblich ist, aus heterogenen Materialien zusammensetzt, verhält es sich anders als ein homogener Baustoff“, erklärt Andreas Galmarini. „Zudem bauen die Menschen in Bhutan und in weiteren Himalaya-Ländern mit Lehm- und nicht mit Zementmörtel. Das erhöht zwar die Flexibilität, aber gleichzeitig ist Lehm im Vergleich zu den modernen Materialien viel weniger fest, was die Vorhersage des Erdbebenwiderstands erschwert.“ Hier tut Forschungsarbeit not, denn „will man die traditionelle Technik

über die Zeit retten, muss man der Bevölkerung zeigen können, wie sich traditionelle Häuser erdbebensicher bauen lassen“.

### Der persönliche Wissenstransfer

Andreas Galmarini formuliert es ganz einfach: „Wir wollen unterstützen und fördern.“ Dazu gehört auch der persönliche Wissenstransfer. Das Ingenieurunternehmen WaltGalmarini hat die junge Bauingenieurin Jigme Choden von der DCHS, der staatlichen Denkmalpflege Bhutans, für ein viermonatiges Praktikum in die Schweiz eingeladen. Auch der Schweizer Architekt Fritz Baumgartner, der seit Jahren in Bhutan lebt, gibt auf der Baustelle des Dzongs von Wangdue Phodrang sein Wissen weiter.

Den 36-jährigen König von Bhutan, Jigme Khesar Namgyel Wangchuck, hat Andreas Galmarini übrigens persönlich getroffen: In einer Audienz hat er ihm dargelegt, wie der Turm des Dzongs von Wangdue Phodrang gelagert werden kann, um allfälligen Erschütterungen standzuhalten. Der König hat ihm gedankt und die Realisierung des Konzepts gutgeheissen.



Das einstige Baudenkmal von Wangdue Phodrang sollte, auch dank Hilfe von Andreas Galmarini, bis 2018 wiederhergestellt sein. Dann können hier, wie an anderen Orten in Bhutan, wieder buddhistische Feste stattfinden und Tänze aufgeführt werden.

# Angst + Pfister fertigt ASSIWELL®-Schlauchleitungen ASME- und DGRL-konform

Internationale Projekte und international tätige Unternehmen halten sich heute nicht mehr nur an die Europäische Druckgeräterichtlinie (DGRL), sondern genauso an die Standards der „American Society of Mechanical Engineers“ (ASME). Angst+Pfister kennt sich in beiden Regelwerken aus und hat eigens für die Fertigung seiner Schlauchleitungen einen ASME Manufacturing Standard entwickelt.

Die „ASME-Welt“ ist vielen europäischen Firmen noch fast gänzlich unbekannt. Die Amerikanische Gesellschaft der Maschinen-Ingenieure, 1880 gegründet und in New York beheimatet, vereint heute als Berufsverband mehr als 120'000 Mitglieder. Der Verband erarbeitet technische Richtlinien und Standards und gibt diese auch heraus. Viele dieser Dokumente haben in den USA den Stellenwert eines Gesetzes, sind also bindend. Eine der 37 Fachgesellschaften der ASME beschäftigt sich mit Druckbehältern und Rohrleitungen. Die erste industrielle Revolution – übrigens auch die Gründerzeit für zahlreiche, der ASME ähnliche Organisationen in weiteren Industrieländern – brachte neue Gefahren mit sich: Unter Druck stehende Behälter konnten explodieren, und es stellte sich die Frage, wie diese Gefahr in den Griff zu bekommen sei. Genau diese Frage bewog denn auch einige Maschineningenieure, die ASME zu gründen. Zu viele Unfälle mit Druckbehältern forderten Menschenleben – und verschlangen überdies Unmengen an Geld.

## Grosse Unterschiede zur Europäischen Druckgeräterichtlinie

Der ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) ist noch heute der grösste und umfangreichste aller ASME-Standards. Er regelt die Entwicklung, Herstellung und Wartung sowie den Betrieb von Druckgeräten aller Art. Der Aufbau dieses US-amerikanischen

Regelwerks unterscheidet sich signifikant von der Europäischen Druckgeräterichtlinie (DGRL), auf Englisch: Pressure Equipment Directive (PED). Wer an die europäische Herangehensweise gewöhnt ist, muss sich auf die amerikanische Denkweise einlassen und sich zuerst einleben.

Doch wer sich mit dem ASME-System erst einmal vertraut gemacht hat, entdeckt darin auch eindeutige Vorteile. Zum einen wird dem Hersteller, um ein Beispiel herauszugreifen, viel mehr Verantwortung auferlegt. Dafür kann er zahlreiche Qualifikationen selber durchführen und braucht dazu, nicht wie im europäischen System üblich, einen externen Experten.

## Der ASME Manufacturing Standard gibt Sicherheit

In Zusammenarbeit mit dem TÜV Thüringen hat Angst+Pfister für die Fertigung seiner ASSIWELL®-Schlauchleitungen einen ASME Manufacturing Standard etabliert. Er regelt, wie Produkte gemäss ASME Code zu bewerten sind, wie sie gekennzeichnet werden und wie sie der Kunde anwenden darf.

Dem „ASME Manufacturing Standard“ von Angst+Pfister liegt eine ganze Reihe von Dokumenten und Prüfungen zu Grunde:

### Schweissverfahren

Sowohl die manuellen als auch die mechani-

sierten Schweissverfahren von Angst+Pfister sind nach ASME Section IX qualifiziert und in einer Dokumentation (WPS, WPQ usw.) festgehalten.

### Manufacturing Standard

Dieses Dokument hält die Rahmenbedingungen fest und legt die Basis für die Herstellung.

### Berstprüfungen

Zur Qualifikation der Druckstufe und der Einsatztemperatur des Schlauchs werden repräsentative Berstversuche an allen ASSIWELL®-Schlauchtypen durchgeführt, die für ASME-konforme Anlagen verwendet werden. Diese Berstprüfungen folgen einer ASME-konformen Prüfanweisung und werden von einem ASME-Inspektor überwacht.

### Montageanweisungen / Prüfanweisungen

Diese ergänzenden Unterlagen dokumentieren die werksinternen, auf spezifischem Know-how beruhenden Parameter von Angst+Pfister für das Schweißen und Montieren von ASME-konformen ASSIWELL®-Metallschlauchleitungen.

### ASME-Standardteile

Drucktragende Teile wie Rohre, Flansche oder Rohrbogen werden nach einem im ASME Code erwähnten Standard verwendet.



### Kein zusätzlicher Aufwand für den Kunden

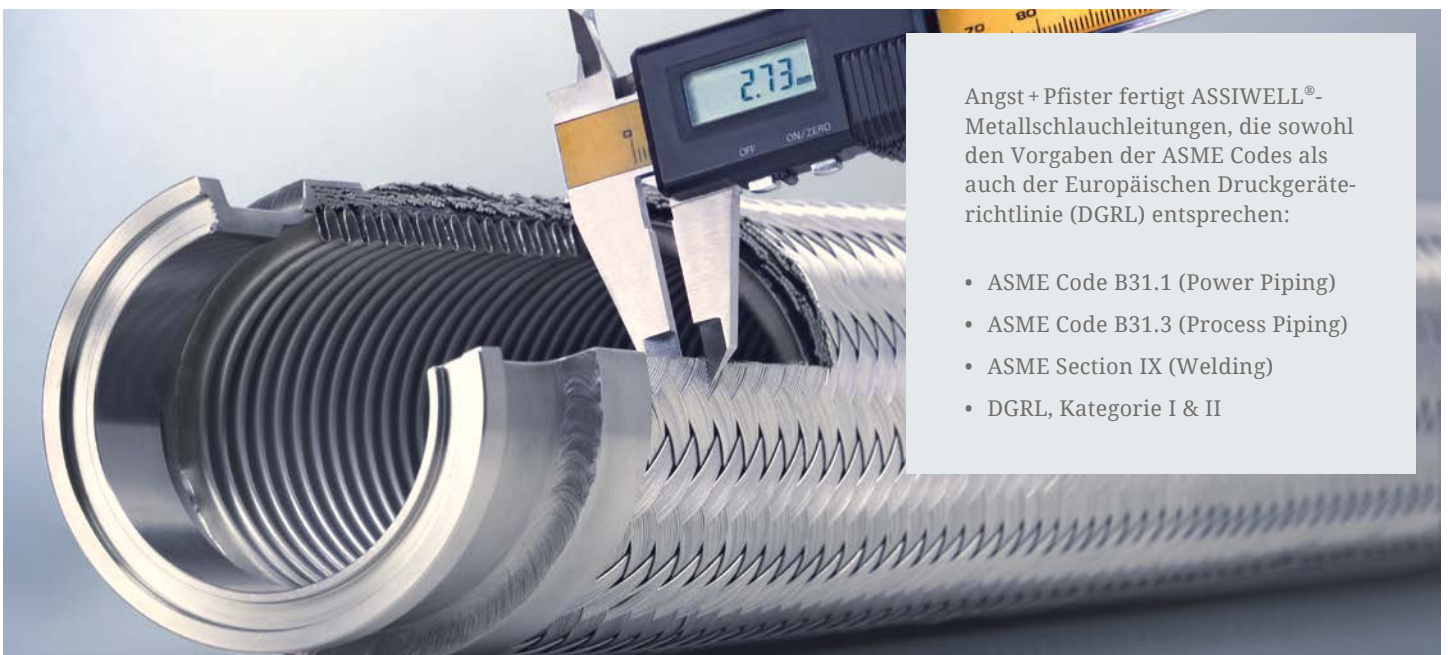
Angst+Pfister prüft intern, ob die Schlauchleitung auf Grund der Anforderungen kategorisiert werden kann. Wenn ja, wird eine Fertigungszeichnung erstellt. Die ASME-konformen ASSIWELL®-Schlauchleitungen werden daraufhin gemäss Manufacturing Standard und gemäss den ergänzenden Dokumenten hergestellt. Der Kunde erhält

von Angst+Pfister eine schriftliche Konformitätserklärung, dass die Leitung gemäss ASME-Vorgaben produziert worden ist.

### ASME-Standards werden international immer wichtiger

Die Bedeutung des ASME Boiler and Pressure Vessel Code wächst. Er ist längst nicht nur in Nordamerika ein Thema, sondern vor allem auch in der Öl- und Gas-Industrie im

Nahen Osten oder bei Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlageanlagen im Fernen Osten. Grosse internationale Projekte sowie international ausgerichtete Unternehmen, deren Produkte global anerkannt sein müssen, kommen heute unweigerlich in Berührung mit den ASME-Anforderungen. Angst+Pfister ist bereit zu unterstützen.



Angst+Pfister fertigt ASSIWELL®-Metallschlauchleitungen, die sowohl den Vorgaben der ASME Codes als auch der Europäischen Druckgeräterichtlinie (DGRL) entsprechen:

- ASME Code B31.1 (Power Piping)
- ASME Code B31.3 (Process Piping)
- ASME Section IX (Welding)
- DGRL, Kategorie I & II



## Damit der Landwirt seine Felder besser bestellen kann

Wenn der Landwirt den Boden mit den Scheibeneggen nicht mehr richtig lockern kann, ist er nicht zufrieden. Aber das ändert sich jetzt: Angst+Pfister hat eine spezielle Gummimischung für Gummischnüre entwickelt, welche die Scheibeneggen stabil in ihrer Arbeitsposition halten. Das Interesse der Unternehmen, die landwirtschaftliche Geräte für die Bodenbearbeitung herstellen, ist europaweit hoch.



Ein Jahr lang, manchmal etwas länger, geht alles gut. Der Landwirt koppelt die Egge an seinen Traktor und fährt aufs Feld, um die Erde zu schneiden und zu lockern. Doch dann bleiben die Scheibeneggen nicht mehr stabil in der Spur. Zudem ändern sich Schnittwinkel und Schnitttiefe scheinbar nach Belieben. Was ist passiert? Im Drehgelenk der Arme, welche die Scheibeneggen halten, sind die Gummischnüre ermüdet. Sie haben sich plastisch verformt und erfüllen ihre Funktion als Federgelenk nicht mehr.

„Das muss nicht sein“, sagt sich Raphael Friedli von Angst + Pfister. Der Senior Engineer ist auf Schwingungstechnik spezialisiert, und er setzt sich mit seinen Kollegen von Laspar Angst + Pfister in der Türkei zusammen, denn diese kennen sich im Entwickeln neuer Elastomer-Mischungen aus. Innerhalb weniger Wochen erstellen die Compounding-Fachleute im türkischen Bursa eine komplett neue Rezeptur. Welche Rohgummis und Zusätze sie in welchen Mengen dafür verwenden, bleibt natürlich ihr Geheimnis. Doch Tests beweisen, dass ihr neuer Compound witterungs- und UV-beständig ist und dass ihm auch eine raue Umgebung nichts anhaben kann.

#### **Mehrfach höhere Lebensdauer**

Auch der Alterungsprozess wird simuliert – nicht nur der neuen Gummimischung, sondern auch von Vergleichsmischungen. Der neue Compound lässt dabei jede Elastomer-Mischung, die in den Vergleich einbezogen worden ist, weit hinter sich. Mit anderen Worten: Seine Lebensdauer ist um ein Mehrfaches höher als die Mischung der Gummischnüre, die bisher in die Bodenbearbeitungsgeräte eingebaut worden sind.

#### **„Unvergleichbare Stabilität“**

Lediglich vier Wochen dauert es, bis das Prototypenwerkzeug bereit ist, und wenige Tage später liegen die Prototypen der neuen Gummischnüre vor. Der erste Kunde, der sie in seine Scheibeneggen einbaut, ist überrascht von seinen Testresultaten im 1:1-Umfeld. Die Stabilität, mit der die Scheibeneggen jetzt arbeiten würden, sagt er, sei „unvergleichbar“. Und er kann davon ausgehen, dass die Gummischnüre als Federelemente über Jahre hinaus in Form bleiben werden.

#### **Auch individuelle Formen möglich**

Angst + Pfister produziert die Gummischnüre unterdessen in Serie. Namhafte Hersteller von landwirtschaftlichen Geräten für die Bodenbearbeitung in ganz Europa interessieren sich dafür – etliche von ihnen setzen das neue Produkt auch schon ein. Zu Gunsten höherer Formgenauigkeit stellt es Angst + Pfister nicht im Extrusions-, sondern im Spritzverfahren her. Diese Fertigungsmethode erlaubt auch individuelle Formen, die vom üblicherweise runden Querschnitt abweichen. Für einen deutschen Hersteller zum Beispiel produziert Angst + Pfister Gummischnüre mit kleinen Noppen, welche die Montage einfacher und sicherer machen.

Landwirte können sorgloser arbeiten. Und sollten ihre Scheibeneggen einmal einen Stein treffen, weichen sie nach oben aus. Die neuen Gummischnüre federn den Schlag ab, ohne schnell zu ermüden.

# Compounding, das bisherige Grenzen verschiebt

Auf die richtige Gummimischung kommt es an. Das ist einfacher gesagt als getan. Es braucht dazu die Spezialisten, die nicht nur das Know-how haben, sondern auch die Erfahrung. Sie bringen einen Fluorkautschuk zustande, nahezu so temperaturbeständig und leistungsfähig wie ein Perfluorkautschuk, preislich aber um ein Vielfaches günstiger. ABB Turbo Systems benützt Dichtungsringe aus diesem FKM.



ABB Turbo Systems verwendet für Turbolader O-Ringe aus FKM.

Ein O-Ring aus FKM, der Temperaturen bis zu 280 °C aushält und unempfindlich auf Hochleistungsturbinenöl reagiert – das ist weit entfernt von jeglichem Standard. „Aber es ist möglich“, sagt Giovanni Valente, bei Angst + Pfister Senior Engineer für Dichtungstechnik. Im gleichen Atemzug weist er auf die grosse preisliche Differenz zwischen FKM und FFKM hin, das sonst für Hochleistungskomponenten verwendet wird.

## Das Machbare erkennen

Eine Fluorelastomer-Mischung, deren Leistungsfähigkeit nahezu so hoch ist wie die einer Perfluorelastomer-Mischung, setzt

allerdings einiges an Know-how voraus: Zum einen gilt es, genau hinzuhören und bis ins letzte Detail zu verstehen, was der Kunde genau wünscht. Zum andern ist Erfahrung verlangt, um das Machbare, so unrealistisch es im ersten Moment scheinen mag, zu erkennen.

## Im Labor und im Feld getestet

Zusammen mit einem strategischen Produktionspartner von Angst + Pfister, der auf Compounding spezialisiert ist, hat Giovanni Valente die neue Elastomer-Mischung entwickelt. Sie erfüllt exakt oder übertrifft sogar die Anforderungen, die er zuvor im Pflichten-

heft definiert hat. Auf die Produktion der O-Ring-Prototypen folgten ausführliche Hochtemperaturtests in unterschiedlich langen Zeiträumen. Sie nahmen rund anderthalb Jahre in Anspruch, denn Giovanni Valente wollte zu 100 Prozent sichergehen: „Für die Turbolader, wie sie ABB Turbo Systems herstellt, sind diese O-Ringe wohl eine verhältnismässig kleine, aber strategisch relevante Komponente. Fällt ein Turbolader aus, geht das sehr schnell ins Geld.“ ABB entwickelt und produziert Turbolader für Diesel- und Gasmotoren. Die Turbolader sind weltweit im Betrieb – auf Schiffen, in Kraftwerken, auf Lokomotiven sowie auf grossen, geländegängigen Fahrzeugen.

Die erfolgreichen Tests unter Laborbedingungen waren noch nicht alles. Um die Dauerhaftigkeit der neuen FKM-Mischung auch unter realen, teils äusserst rauen Bedingungen zu bestätigen, wurde mit drei Turbinen bzw. mit den eingebauten O-Ring-Prototypen ein einjähriger Feldversuch durchgeführt. Sämtliche Resultate überzeugten.

ABB Turbo Systems gab die neue Gummimischung darauf nicht nur für eine einzige Anwendung, sondern gleich für ein ganzes Anwendungsfeld frei. Giovanni Valente seinerseits schrieb die abschliessende Spezifikation für dieses gesamte Anwendungsfeld. Die Serienproduktion konnte beginnen.



### Die richtige Gummimischung und die richtigen Partner machen den Unterschied

Die Gummimischung entscheidet, welche Leistung eine Dichtung oder eine Schwingungsisolation erbringt. Angst + Pfister hat eine strategische Allianz mit TSF, dem globalen Marktführer in der Entwicklung und Herstellung von Hightechmischungen, abgeschlossen. Die TSF wird neben der bestehenden Produktionsplattform der Angst + Pfister Gruppe in Bursa eine weitere Produktionshalle mit zu Beginn zwei hochmodernen Compounding-Linien einrichten. Kunden profitieren von erweitertem Know-how.

Die Rohstoffentwicklung legt die Basis für innovative Lösungen und diese Basis wird nun noch breiter: Angst + Pfister geht eine strategische Allianz ein mit der TSF S.p.A. aus Italien. Die Allianz sichert und erweitert die Compounding-Fähigkeiten der Angst + Pfister Gruppe und gewährt Zugang zum Know-how eines Unternehmens, das auf diesem Gebiet zu den weltweit führenden zählt. TSF, 1984 gegründet, ist zu einem Referenzunternehmen geworden für die Entwicklung, Herstellung und Vermarktung spezieller Gummimischungen. Zu erwähnen sind Silikone wie VMQ, Fluorsilikone wie FVMQ, Fluorelastomere wie FKM und Perfluorelastomere wie FFKM.

### TSF investiert in der Türkei

Im Rahmen der strategischen Allianz gründet TSF das türkische Compounding-Unternehmen TSF Performance Compounds Kaucuk AS und richtet zwei hoch effiziente Compounding-Linien ein. Laspar Angst + Pfister seinerseits erstellt dazu auf dem Grundstück neben dem Werk in Bursa ein Produktionsgebäude, das TSF Performance mieten wird. Die Produktion von Kautschukmischungen wird im neuen Werk zusammengelegt.

Gian Petro Manenti, Eigentümer und Geschäftsführer von TSF, sieht beim Compounding einen Trend zur Spezialisierung: „Statt im eigenen Haus zu produzieren, beziehen mehr und mehr Unternehmen ihre Mischungen von spezialisierten Compounding-Unternehmen und lassen sie auch von ihnen entwickeln.“ Eray Ulugül, der CEO von Laspar Angst + Pfister, ist deshalb überzeugt, dass die Kunden von der Allianz profitieren werden, denn: „Wir werden weiter an Know-how gewinnen und zugleich Forschung und Entwicklung weiter beschleunigen.“ Sobald TSF 2017 das Compounding in der Türkei gestartet hat, wird Laspar Angst + Pfister sein Produktionsvolumen auf die neuen Anlagen verschieben.

# 100.000 Mal genau das passende Produkt

Es muss nicht immer eine Spezifikation sein. Für Entwickler und vor allem für Einkäufer lohnt sich auch ein Blick in das umfangreiche Gesamtsortiment von Angst+Pfister auf [www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com) – oder ein Besuch im Onlineshop [www.apsoparts.com](http://www.apsoparts.com).

## APSdrive® SYNCHROFLEX Polyurethan Zahnriemen



Für eine Neukonstruktion einer Verpackungsmaschine war unser Kunde auf der Suche nach einer leistungsfähigen Antriebslösung mit einem biegefesten/steifen Hochleistungszahnriemen. Dank der engen Zusammenarbeit der Konstrukteure und unseren Produkt-Applikations-Ingenieuren resultierte eine in die Praxis umgesetzte Lösung mit SYNCHROFLEX Polyurethan Zahnriemen aus dem Standardsortiment von Angst + Pfister.

Anwendung:



## APSOseal® HITEC® O-Ringe



Dichtungen für Trinkwasserrohrleitungen unterliegen nicht nur technischen Ansprüchen. Die Herausforderung liegt vielmehr darin, mit einem Standardprodukt alle Zulassungen für die verschiedenen Märkte zu erfüllen. HITEC® steht bei Angst + Pfister für sehr hochwertige O-Ringe mit Zulassungen für die Trinkwasser-, Lebensmittel-, Pharma- und Medizinindustrien. Unser Kunde kann sich somit aus unserem umfangreichen Standardsortiment bedienen und von kurzen Lieferzeiten profitieren.

Anwendung:



## APSOseal® Radial-Wellendichtringe



Bei Maschinen in der Landwirtschaft gibt es eine Vielzahl von Wellen, die abgedichtet werden müssen. Nur durch ein breites Standardsortiment kann der Kunde kurzfristig alle von ihm benötigten Produkte aus einer Hand beziehen. Angst + Pfister verfügt über ein breites Sortiment an Radial-Wellendichtringen. Die Vielseitigkeit an verschiedenen Bauformen und Werkstoffen wird durch unser neuestes Produkt „Form AS“ (mit Staublippe) in FKM erweitert. Ergänzend bieten wir auch APSOseal® SLEEVE (Wellenschutzhülsen) und APSOseal® END CAPS (Endkappen) an.

Anwendung:



## APSOPUR® Dämmende Schaumplatten



Unser Kunde, ein führender Hersteller von Zugwaggons, hat immer höhere Anforderungen an die Verbesserung des Fahrkomforts für die Passagiere. Elastische Lagerungen im Unterflur einerseits und Spanplattenabdeckung andererseits ermöglichen es, Unebenheiten der Räder oder Schienen abzufedern. Um diesen hohen Anforderungen gerecht zu werden, haben wir kundenspezifische APSOPUR® Bodenträger für schwimmende Böden entwickelt, die auch durch Verwendung spezieller Materialien feuerbeständig nach EN 45 545 verfügbar sind (R9 - HL3, R 10 - HL 2). Die Polyurethanschäume werden in unserem Werk in den Niederlanden gemäss DIN EN 3701-2 (A2) auf Aluminiumstreifen geklebt.

Anwendung:





Ob O-Ring oder Schlauch, ein Konus-Lager zur Schwingungsisolierung, ein Kunststoff-Profil oder ein Zahnriemen: Das Sortiment von Angst+Pfister zählt mehr als 100.000 Standardprodukte. Sie sind online bestellbar und grösstenteils sofort lieferbar. Standardprodukte und individuelle Beratung schliessen sich nicht aus. Das internationale Engineering-Team, das für die Kunden teils hochkomplexe Lösungen konzipiert, steht bei Bedarf unterstützend zur Seite. Zum einen sind etliche der Standardprodukte direkt aus dem Engineering von Angst+Pfister hervorgegangen, sodass der Kunde heute wohl für das Produkt, aber nicht für dessen Design bezahlt. Und zum andern ziehen die Fachleute von Angst+Pfister auch für ihre kundenspezifischen Designs immer wieder Standardprodukte bei, die sie weiter spezifizieren.

Zum unkomplizierten Bestellvorgang kommt die schlanke Logistik. Sie ist imstande, sich komplett in die Supply Chain des Kunden zu integrieren, und sie kann damit weitere Kosten senken.



### APSOvib® Konische Lagerungselemente HD (High Deflection)



APSOvib® Konische Lagerungselemente HD (High Deflection) sind speziell für den Fahrkomfort in Traktor- oder Baumaschinenkabinen konstruiert. Dank des hohen Biegegrades in Kombination mit stufenweisem Federungs-effekt können sogar tiefste Frequenzen absorbiert werden. Wir konnten unser Angebot für Stossdämpfung sowie die Isolierung von Fahrkabinen gegen Motorvibrationen erfolgreich einem führenden Hersteller für Landwirtschafts- und Baumaschinen anbieten.

Anwendung:



### APSOfluid® CHEMOLIT® PTFE Chemieschlauch



Der Universalschlauch CHEMOLIT® PTFE Chemieschlauch ist in seiner Anwendbarkeit einzigartig. Seine glatte, nahtlose PTFE-Innenschicht (Teflon®) ist fast gegen sämtliche chemischen Substanzen beständig, konform nach FDA und USP class VI und somit auch in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie optimal einsetzbar. Einer unserer langjährigen Kunden setzt den Schlauch bei der Produktion von Duftstoffen und Parfums ein. Da die PTFE-Innenschicht weder Gerüche aufnimmt noch abgibt, ist dies das perfekte Produkt für seine Anwendung.

Anwendung:



### APSOplast® PTFE N100



Unser Kunde hat das traditionelle Know-how für das Design und die Herstellung von Teilen für Espressomaschinen. Da er seine Maschinen auf dem US-Markt vertreiben, benötigte er unsere Unterstützung mit NSF/ANSI 61 homologierten Komponenten. Angst+Pfister hat sich die neuen Verordnungen sofort zu eigen gemacht und stellt alle Teile, die in Kontakt mit Trinkwasser kommen, nur noch mit APSOplast® PTFE N100 her, das nach NSF/ANSI 61 homologiert ist.

Anwendung:



#### Logistik, Qualitätssicherung und Kundenfokus weltweit

Dreh- und Angelpunkt der Logistikleistungen von Angst+Pfister ist ein hochmodernes Logistikcenter: Auf etwa 23 000 m<sup>2</sup> Gebäudefläche mit 140 000 Artikelpositionen auf Lager wird ein Tagesauftragsvolumen von über 1500 Artikeln zuverlässig abgewickelt. Ein hervorragendes C-Teile-Management, gekoppelt an ein weltweit gespanntes Beschaffungsnetzwerk, gewährleistet hohe Verfügbarkeit, auch von Spezialartikeln – bei kürzesten Lieferzeiten. Mit Logistikkonzepten wie Just-in-Time, Kanban oder Supply Management bietet Angst+Pfister seinen Kunden die Möglichkeit, ihre Lieferungen exakt auf den Produktionstakt abzustimmen und Lagerhaltungskosten zu minimieren. Unser nach ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 und ISO/TS 16949:2009 zertifiziertes Qualitätssicherungssystem ermöglicht dem Kunden zusätzlich eine wesentlich vereinfachte Wareneingangskontrolle.

# Neue Sauerstoffsensoren von Pewatron für kontrollierte Atmosphäre

In vielen industriellen Prozessen wird eine konstante, kontrollierte Sauerstoffatmosphäre gefordert, die durch Sensoren ständig überwacht werden muss. Denn schon geringe Schwankungen können schwerwiegende Folgen haben.

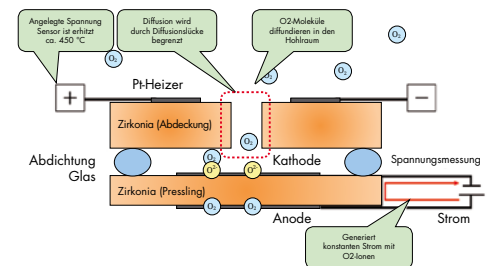
Sauerstoffsensoren sorgen dafür, dass industrielle Prozesse korrekt ablaufen. Wenn beispielsweise beim 3D-Druck Metalle, Legierungen oder technische Keramik Schicht auf Schicht zusammengefügt werden, muss der Sauerstoffanteil in der Umgebung absolut konstant sein. Ähnliches gilt für Zellkulturen in einem Inkubator, für die Konservierung von Nahrungsmitteln oder die Lagerung und Reifung von Früchten und Gemüse. Auch in Feuerschutzgeräten, in Gasanalyseinstrumenten, medizinischen Sauerstoffkonzentratoren und Messumformern kommen Sauerstoffsensoren zum Einsatz.

## Messung, Steuerung und Regelung durch Zirkonoxid-Sensoren

Das Herzstück der Sensormodule von Pewatron ist ein präziser, schneller und langlebiger Sauerstoffsensor, der sich von einigen wenigen ppm bis zu 98 % Sauerstoffanteil konfigurieren lässt. Die Information wird in einem elektrochemischen Prozess gewonnen: An einem festen, keramischen Elektrolyt aus Zirkonoxid – er dient als Sauerstoffionen leitende Membran – entsteht je nach Sauerstoffgehalt des gemessenen Gases ein kleinerer oder grösserer Strom. So kann die chemische Information in ein elektrisch nutzbares Signal umgewandelt werden.

## Eine breite Palette an Sauerstoffsensoren

Pewatron vertreibt eine breite Palette von Sensoren und Sensormodulen mit verschiedenen analogen und digitalen Standard-Ausgangssignalformaten. Die Sauerstoffsensoren der FCX-Serie sind für vier verschiedene Messbereiche erhältlich: 0–1000 ppm, 0–5 %, 0–25 % und 0–95 (98) %. Das Ausgangssignal liegt jeweils im  $\mu\text{A}$ -Bereich und folgt mit zunehmendem Sauerstoffgehalt einer logarithmischen Kurve. Die FCX-ULL-Sauerstoffsensoren messen Sauerstoffpartialdrücke von 0 bis 1000 ppm  $\text{pO}_2$ . Im Messbereich zwischen 0 und 5 %  $\text{O}_2$  bieten die neuen Sauerstoffsensoren FCX-UL bei Sauerstoffkonzentrationen zwischen 0 und 10 000 ppm eine sehr hohe Präzision. Die Sauerstoffsensoren vom Typ FCX-UC mit quasilinearer Messkurve bestimmen den Sauerstoffpartialdruck im Bereich von 0 bis 25 %  $\text{O}_2$ . Die FCX-UWC-Sauerstoffsensoren sind ideal für die Messung im Bereich von 0 bis 95 %  $\text{O}_2$  – vorwiegend in Anwendungen mit hohem Sauerstoffgehalt. Zwei weitere Module mit standardisiertem Ausgang, FCX-ML und FCX-MC, sind in verschiedenen Konfigurationen erhältlich: als Standalone-Sensor, mit oder ohne integriertes Sensor-/Durchflussgehäuse auf der Platine – oder mit Sensor-/Durchflussgehäuse, das über ein Kabel an die Platine angeschlossen wird.



## Kundenspezifische Lösungen

Pewatron bietet auch kundenspezifisch angepasste Varianten an – meist Module, bei denen der Sensor über ein Kabel an die Platine angeschlossen wird und die in der Regel bis zu einer Betriebstemperatur von rund 100 °C eingesetzt werden. Darüber hinaus hat Pewatron zwei Sensorköpfe entwickelt, die direkt auf der Anwendung montiert werden können und so eine Betriebstemperatur von bis zu 200 °C erlauben. Für noch anspruchsvollere Anwendungen entwickelt Pewatron die Sensoren laufend weiter. Besonderes Gewicht liegt auf Langzeitstabilität, Genauigkeit, Ansprechzeit und Einsatz im Bereich der Feuchtigkeitssensoren. Bald werden Sensormodule für praktisch alle Bereiche zur Verfügung stehen, in denen eine kontrollierte sauerstoffhaltige Atmosphäre erforderlich ist.


Bild 1  FCX-Sauerstoffsensormodul und Funktionsprinzip.


Bild 2  FCX-MC-Modul mit standardisierten Ausgängen.


Bild 3  Massgeschneidertes Zirkonoxid-Modul für eine Anwendung im Vakuum.

Bild 1

Bild 2

Bild 3

# Messen mit Gefühl: Sensoren von Pewartron

Die Pewartron AG, eine 100%ige Tochtergesellschaft der Angst+Pfister Gruppe, ist spezialisiert auf hochwertige Sensoren und Stromversorgungs-lösungen. Neben Standardprodukten liefert Pewartron auch Semi-Custom-Produkte – und häufig auch individuelle Massanfertigungen.

Bei der Produktion in anspruchsvollen Umgebungen sind Präzision und Sicherheit gefragt: bei der Konservierung von Nahrungsmitteln, der Bereitstellung sauberer Energie, im Bereich Heizung/Lüftung/Klima, bei der Zustands- und Funktionsüberwachung von Industrieanlagen oder auch bei der Diagnose und Therapie in der Medizin. Pewartron bietet ein breites Sortiment an eigenen Sensoren und Produkten namhafter Hersteller. Für spezielle Anforderungen entwickelt Pewartron individuelle Lösungen.

## Druck-, Durchfluss- und Kraftsensoren

Pewartron Sensorlösungen messen und überwachen Druckveränderungen in der Luft, in Flüssigkeiten, auch in aggressiven Medien: Modelle für Drücke von 0 bis 2000 Bar, Messzellen, einschraubbare oder Sensoren für die Leiterplattenmontage. Bestimmte Drucksensoren werden platzsparend und günstig auf kundenspezifische Flexmodule vormontiert oder konfigurierbare Sensoren für kleine Drücke in kundenspezifischen, kompakten Gehäusen untergebracht.

## Gassensoren und -sensormodule

Muss in der Lebensmittelindustrie, in Bioinkubatoren oder bei medizinischen Beatmungsgeräten die exakte Zusammensetzung eines Gasgemischs eingehalten werden,

können sich Fehler verheerend auswirken. Pewartron führt ein breites Programm von Gassensoren und Gassensormodulen zur Bestimmung von Sauerstoff, CO<sub>2</sub> und brennbaren Gasen – zum Einsatz in Sicherheitsanwendungen oder in der Lüftungs- und Klimatechnik.

## Beschleunigungssensoren und Gyroskope

Pewartron liefert Beschleunigungsmesser für Erschütterungs-, Vibrations-, Neigungs- oder Inertialmessungen: MEMS-Beschleunigungsmesser für Navigationssysteme, Drehratensensoren für den Einsatz bei hoher Vibrationsbelastung, Hochleistungs-Gyrometer mit MEMS-Sensoren statt Faserkreisel – und inertielle Messeinheiten (IMU) mit kombiniertem Gyrometer und Beschleunigungssensoren.

## Weg- und Winkelsensoren

Das Angebot umfasst Absolutsensoren – als Potentiometer, kontaktlos mit Hall-Effekt, mit magnetoresistivem, induktivem, optischem oder magnetischem Messprinzip, dazu kostenoptimierte Kit-Encoder mit MEMS- oder Elektrolyttechnologie zur Winkelmessung, dazu Neigungssensoren mit einer oder zwei Achsen und Seilzugsensoren für die Messung grosser Längen bis zu 50 m.

## Stromversorgung

Pewartron liefert die aktuellsten AC/DC-Netzgeräte, DC/DC-Wandler und DC/AC-Inverter – Standardprodukte oder kundenspezifische Lösungen für Industrie, Medizintechnik, Haushaltsgeräte, Telekommunikation, Messtechnik, LED-Beleuchtungstechnik und Bahnindustrie.

## Stromsensoren

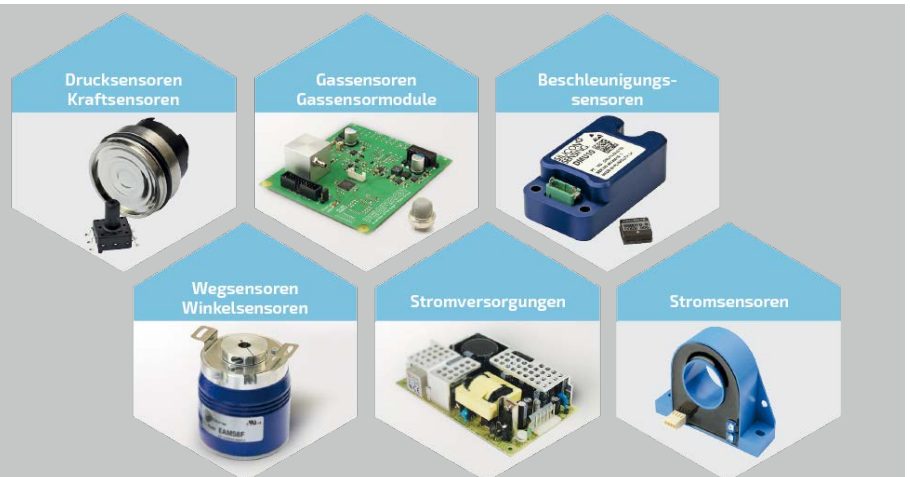
Pewartron bietet Stromsensoren und Stromwandler für die Detektion, Überwachung und präzise Messung von Strömen in Energy Metering und Management (Netzüberwachung / Solar / Eolik / Hydro / Brennstoffzellen), Antriebstechnik (Servo- und DC-Motoren), Bahntechnik (Bordsysteme, Track-Überwachung), Elektromobilität (Ladestufen, Batteriemangementsysteme), HLK und Industrie (Lötautomaten, Pumpen, Schaltetzgeräte, USV-Systeme und Inverter).

### Zentrale Schweiz: Pewartron AG

Thurgauerstrasse 66  
CH-8052 Zürich  
Fon + 41 44 877 35 00  
info@pewartron.com  
www.pewartron.com

### Niederlassung Deutschland:

Pewartron AG  
Neumarkter Straße 86a  
D-81673 München  
Fon + 49 89 260 38 47  
infode@pewartron.com  
www.pewartron.com

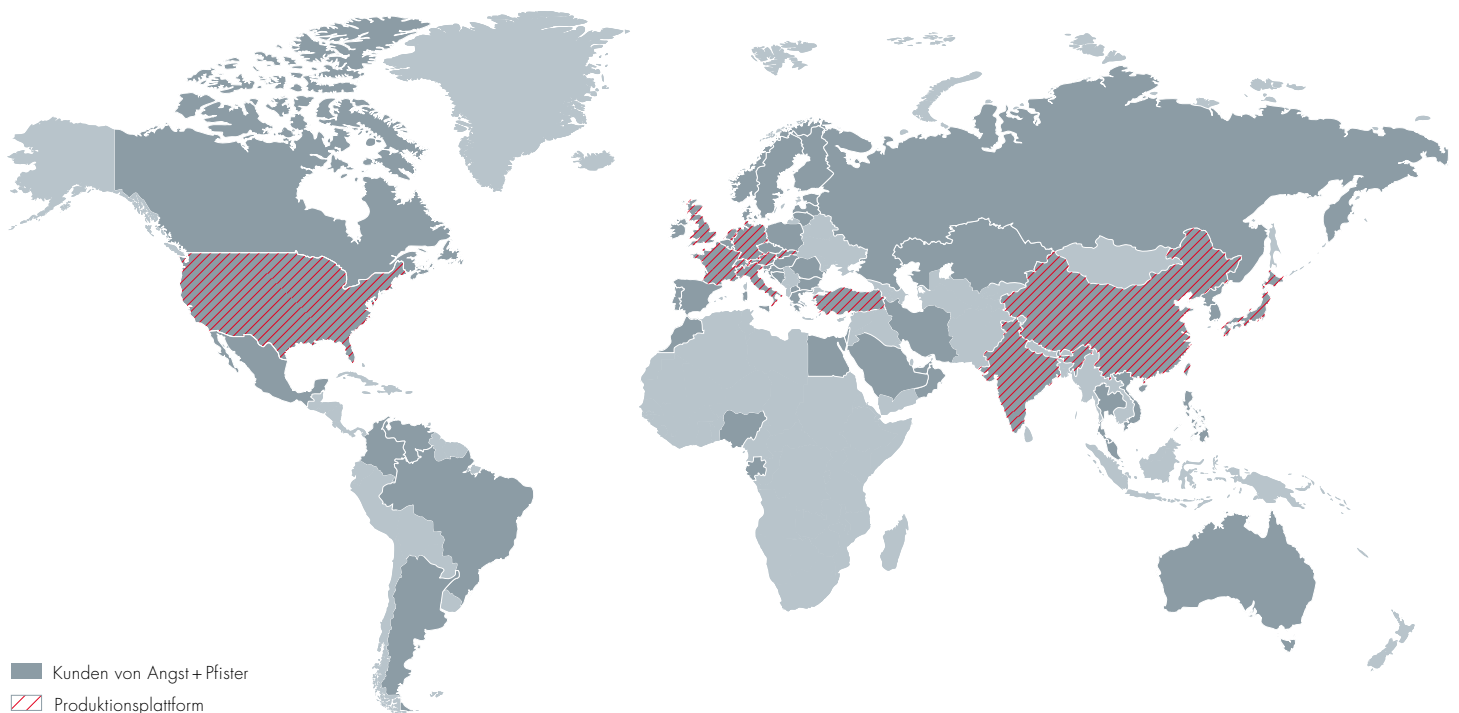


## Dienstleistungen

Unsere Kunden können praktisch weltweit von unseren Dienstleistungen profitieren. Mit unseren Anwendungsspezialisten vor Ort bieten wir Lösungen an, die auf die speziellen Anforderungen unserer Kunden zugeschnitten sind. Wir entwickeln erstklassige technische Lösungen für Tausende von Originalgeräteherstellern in mehr als 50 Ländern.

## Produktionsplattform

Unsere globale Produktionsplattform erstreckt sich über 15 Länder. Neben unserer unternehmenseigenen, hochmodernen Produktion verfügen wir über garantierte Kapazitäten bei renommierten Produktionspartnern. So können wir – basierend auf den Anforderungen unserer Kunden bezüglich Qualität, Quantität und Lieferbedingungen – stets den besten Produktionsstandort wählen.



Wo immer Sie sich befinden – Ihr Portal  
zu den Produkten und Dienstleistungen von Angst + Pfister:  
[www.angst-pfister.com](http://www.angst-pfister.com)

### Ihre Vorteile bei **apsoparts.com**

- Standardsortiment mit über 100 000 Artikeln
- Echtzeit-Verfügbarkeitsanzeige
- Onlinezuschnittskonfiguratoren
- Upload der eigenen ERP-Bestellung

APSOparts® bedient über 12 000 zufriedene Kunden.



**APSOparts®**

the Online Shop of Angst + Pfister  
[www.apsoparts.com](http://www.apsoparts.com)  
[support@apsoparts.com](mailto:support@apsoparts.com)