

Gute Reise Ressource



Für Akkus, Elektromobilität und höheren Lebensstandard brauchen wir Kupfer, Lithium, Kohle und Seltene Erden. Sie kommen meist nicht aus Deutschland, aber sie reisen das erste Stück ihres Weges auf Gurten made in Germany, geprüft im PZH.

Das Ei zum Frühstück ist am offenen Feuer gebraten, denn die Stromversorgung im letzten kleinen Berggasthof auf knapp 4000 Metern Höhe ist nicht sehr verlässlich. Der Blick geht übers Dorf in die Anden. Ein Schwerlasttransporter donnert vorbei. Kein Wunder, dies ist kein Urlaub.

Tobias Wennekamp ist regelmäßig in Chile, weil er sich – unter anderem – mit Zeitfestigkeitsprüfungen, dem Eindrückrollwiderstand und der Norm DIN 22123 gut auskennt. Diese Begriffe manifestieren sich in bis zu 17 Kilometer langen Fördergurtanlagen, die sich durch unwirtliche Landschaften in Chile, aber auch in Brasilien, China, Indonesien und Indien winden, rauf und runter, und ihre wertvolle Fracht, die in Minen oder im Tagebau weltweit gewonnenen Ressourcen, bei Wind und Wetter an den nächsten Umschlagplatz transportieren. Oft jahrzehntelang.

„Gurte sind die Lebenslinien der Minen“, sagt Wennekamp, der 2008 am Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) promoviert hat und heute als Leiter der Anwendungstechnik bei Phoenix Conveyor Belts arbeitet. Gerade ist er von seiner vierten Reise nach Chile zurückgekehrt, wo er

Dieser Prüfstand des Instituts für Transport- und Automatisierungstechnik am PZH misst den Eindrückrollwiderstand eines Gurtes.

Je kleiner dieser Widerstand, desto energieeffizienter der Gurt.



Fotos: Sliwonik (5)

den Kupfertagebau El Abra besucht hat. „Jede Minute Stillstand kostet Unsummen.“ Das erzeugt bei allen Beteiligten hohen Druck. Beim Überwinden der Strecke zwischen Abbauort und Weiterverarbeitung oder Verschiffung zählen neben Zeit und Geld aber auch Sicherheit und ein ressourcensparendes und möglichst umweltfreundliches Vorgehen.

Stärker, länger, besser: Gurt-Weltrekorde

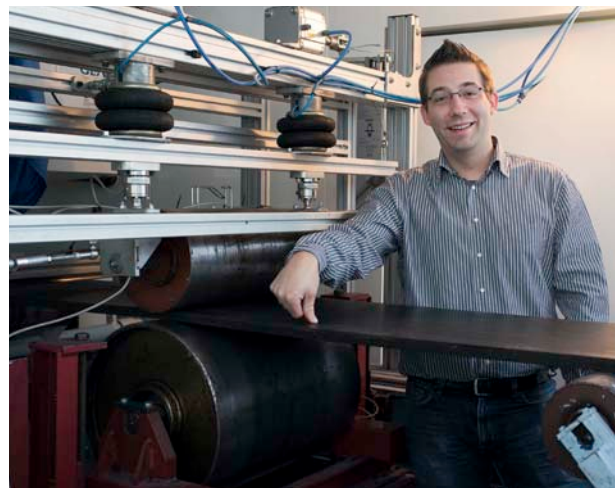
Tobias Wennekamp ist gewissermaßen der Vorgänger der beiden aktuellen ITA-Fördergurt-Experten Stephan Hötte und Stephan von Daacke. Von Daacke betreut und entwickelt als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITA den Prüfstand, an dem der Eindrückrollwiderstand von Fördergurten gemessen wird. Stephan Hötte ist unter anderem verantwortlich für den sogenannten MegaGUPS, zu beiden später mehr. Zunächst noch einmal in die Welt der Minen, staubigen Pisten und begehrten Rohstoffe, die kilometerweit unterwegs sind.

Der Phoenix-Gurt in der Mine Los Pelambres, er hält den Weltrekord in der Rubrik „Stärkster Gurt“, wurde vor zwei Jahren ausgetauscht, der erste war seit 1999 im Einsatz. Wen-

Stephan von Daacke betreut den Prüfstand: „Wir variieren hier

Ladung, Geschwindigkeit, Temperatur und Durchmesser der Tragrolle.“

Messverfahren nach dem Prinzip „Pi mal Daumen“ gibt’s nur fürs Foto.



nekamp erzählt, wie der neue, 24 Kilometer lange Gurt für die zwölf Kilometer lange Anlage in Los Pelambres an die Mine gebracht wurde: „320 Meter lange Gurstücke wurden jeweils aufgewickelt, mehr als 70 solcher Wickel, je 55 Tonnen schwer und zu groß für Frachtcontainer, sind per Schiff nach Chile und dann per Schwerlasttransporter zur Mine gebracht worden.“

Wenn solche Gurte neu auf eine Anlage aufgezogen oder erneuert werden, arbeiten 20 bis 30 Männer und durchaus auch Frauen zusammen. Vor allem die sogenannten Splicer sind gefragt: In einem klimatisierten Zelt verbinden sie die langen, schweren Gurtelemente miteinander, indem sie die Gummischichten der Verbindungsstücke neu vulkanisieren (siehe Kasten Seite 53)). Die Arbeit ist hart, insbesondere in fast 4000 Metern Höhe.

Warum aber, könnte man fragen, bringen Schwerlastler überhaupt teure Fördergurte an die Mine und transportieren nicht gleich selbst das geförderte Material? Schwerlasttransporter haben zwar einen Vorteil – sie sind flexibler als eine starr montierte Förderanlage –,

Der 3500 kN-Gurtumlaufprüfstand füllt eine halbe Halle und prüft Gurte bis zur neuen Festigkeitsklasse St10.000: An diese neuen Gurte dürfte man theoretisch pro Millimeter Gurtbreite einen Kleinwagen hängen.



aber sonst viele Nachteile: Sie zerstören mit ihrem Gewicht auf Dauer Straßen und Wege und verbrauchen im Vergleich wesentlich mehr Energie, insbesondere weil sie die Hälfte der zurückgelegten Strecke leer unterwegs sind. Aber auch die Gurte verbrauchen natürlich viel Energie: Wenn man 40.000 Tonnen pro Stunde transportiert, das ist die zurzeit höchste mit einem Gurt geförderte Menge weltweit, dann würde der für den Antrieb benötigte Strom für eine Kleinstadt reichen.

Das Maß der Dinge: der Eindrückrollwiderstand

An dieser Stelle nun kommen das ITA und seine Fördergurt-Aktivitäten ins Spiel: Seit vielen Jahren arbeiten die Mitarbeiter daran, Fördergurte im Sinne der Energieeffizienz zu optimieren beziehungsweise deren energierelevante Eigenschaften verlässlich zu bestimmen. Zum Beispiel über einen reduzierten Eindrückrollwiderstand: Immer wenn eine beliebige Stelle des beladenen Gurts mit der Lauffläche über eine Tragrolle gezogen wird, gibt das Gummi etwas nach, vergrößert damit die Reibung und in Folge dessen die erforderliche Antriebskraft. „Bis zu 60 Prozent der aufgebrauchten Energie

Stephan Hötte (links) und Stephan von Daacke „zu Hause“ am PZH vor der Klimakammer mit Prüfstand. Die Fördergurte haben sie schon nach Australien, Indien und ins Rheinland geführt.



einer horizontalen Gurtförderanlage geht für diese innere Reibung drauf“, erklärt Stephan van Daacke, „das sind bei einer der großen Anlagen locker 5 MW.

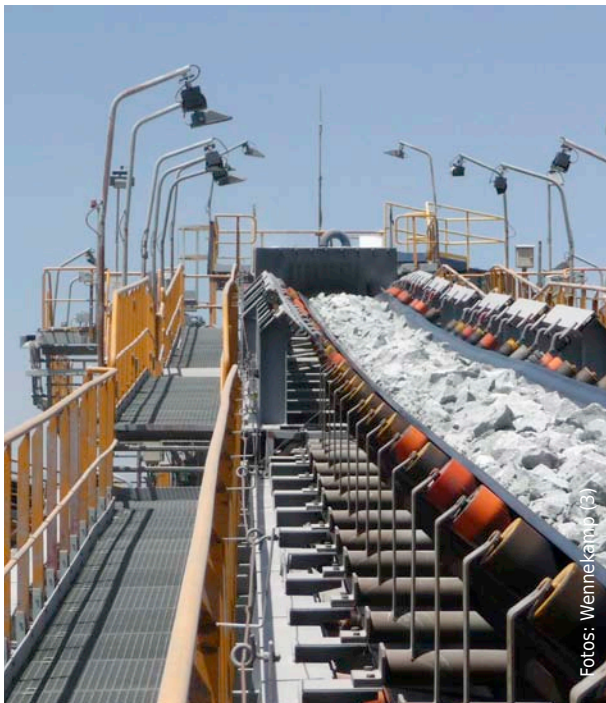
Während etwa Phoenix daran arbeitet, die Zusammensetzung der Gummimischung zu optimieren, beschäftigen sich von Daacke und Hötte mit einem Prüfstand, der den Eindrückrollwiderstand nicht nur qualitativ – also im Vergleich zu anderen Gurten – messen kann, sondern auch quantitativ. Von Daacke: „Wir variieren auf dem Prüfstand Ladung, Geschwindigkeit, Temperatur und Durchmesser der Tragrolle. Und aus den Ergebnissen der Eindrückrollwiderstands-Messungen einzelner Gurtsegmente können wir dann sehr genaue Aussagen über den gesamten Laufwiderstand des Gurts in der Anlage treffen. Und angeben, welche Energie die gesamte Anlage verbrauchen wird.“

Die Verlässlichkeit der unter Laborbedingungen gemessenen Daten sind unter anderem in ausgedehnten Feldversuchen im Tagebau im Rheinland bestätigt worden. Im Oktober 2012 sind diese Ergebnisse schließlich zur Norm DIN 22123 „Eindrückrollwiderstand von Fördergurten“ geworden. Diese Norm findet Eingang in die DIN 22101 zur grundlegenden Berechnung von Fördergurten. „Man kann auf diese Weise die kostenintensive Über- oder Unterdimensionierungen von Gurtförderern vermeiden, auch das spart Energie“, sagt Stephan Hötte und weist damit auf einen positiven Nebeneffekt hin.

Ein GUPS in neuen Dimensionen

„Überdimensioniert“ ist ein Begriff, der gut zum MegaGUPS zu passen scheint: Der 3500 kN-Gurtumlaufprüfstand füllt

Der Kupfertagebau in El Abra in Chile, siehe auch Foto Seite 51. Links: Das geförderte Material nähert sich dem Ziel. Rechts: Der Gurt ist für eine Wartung leergelaufen. Tobias Wennekamp, am Institut für Transport- und Automatisierungstechnik promovierter Ingenieur und Leiter der Anwendungstechnik bei Phoenix Conveyor Belts, begleitet die Wartungsarbeiten.



eine halbe Halle. Er braucht diese Abmessungen, denn er prüft Gurte bis zur neuen Festigkeitsklasse St10.000, einer Klasse, die zurzeit noch gar nicht im Einsatz ist. Als absehbar war, dass dieser nächste große „Festigkeits-Quantensprung“ bei den Fördergurten vor der Tür steht, hatte das ITA für dessen Prüfung auch diese nächste Generation der Umlaufprüfstände gemeinsam mit Partnern entwickelt. Seit Dezember 2009 steht der weltweit größte und herstellerunabhängige Prüfstand in einer der PZH-Hallen. In dieser Anlage werden Gurtsegmente, die zu einem geschlossenen Gurt verbunden wurden, um zwei Trommeln gespannt und angetrieben, um zu prüfen, ob die Stahlseilverbinding im Innern des Gurts (siehe Kasten) die vorgegebenen Belastungszyklen – der Abstand der Trommeln wird periodisch verändert –, aushalten. Denn die Schwachstelle für die Festigkeitseigenschaften eines Gurtes sind die Verbindungen zwischen den Segmenten.

Es kommt natürlich vor, dass auf einem Prüfstand Gurtverbindungen der Belastung nicht standhalten. „Da sollte man besser

nicht danebenstehen“, sagt Stephan Hötte und zeigt Aufnahmen der Videoüberwachung: Ein Gurt reißt, das tonnenschwere, vorgespannte und 400 mm breite Gurtsegment donnert gegen

25 %

Bei minimiertem Eindrückrollwiderstand reduziert sich der Energiebedarf um bis zu 25 Prozent. Bei ebener, fünf Kilometer langer Förderstrecke und 20.000 Tonnen Material pro Stunde entspricht diese Einsparung dem Energiebedarf von rund 3000 Haushalten.

den Aufprallschutz vor der Hallenwand. Immerhin 3,5 Millionen Newton kann der Mega-GUPS für die Tests aufbringen – übersetzt in eine statische Belastung ist das etwa so viel, als würde man einen A380 an den Fördergurt hängen. Die hochfesten Gurte halten eben auch einiges aus: Festigkeitsklasse

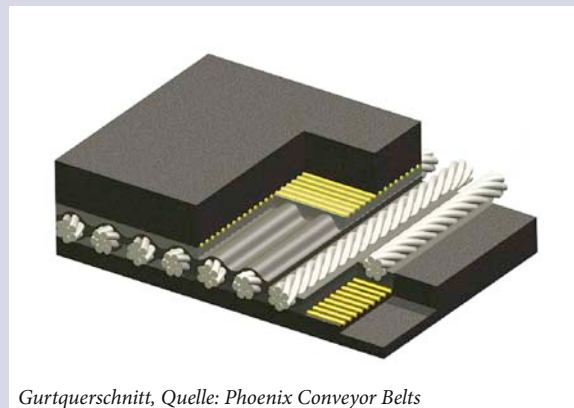
Wie funktioniert ein Gurt?

In der Regel wird der Fördergurt an nur einer Stelle angetrieben – am Ziel, dort also, wo das Material abgeworfen wird. Beim Transport über kilometerlange Strecken entstehen auf diese Weise enorme Zugkräfte.

Übertragen werden die Kräfte über die im Gurt verlaufenden Stahlseile (gelegentlich auch textile Gewebeeinlagen), die von Deckplatten aus Gummi umgeben sind. Diese Stahlseile sind allerdings nicht geschlossen: Wenn ein neuer, endlos umlaufender Gurt aus Gurtsegmenten zusammengefügt werden muss, die jeweils mehrere hundert Meter lang sein können, entfernt man an den beiden aufeinandertreffenden Segment-Enden die Gummischichten und legt die Stahlseile neben- beziehungsweise ineinander und vulkanisiert sie dann gemeinsam.

Das bedeutet: An den bis zu mehrere Meter langen Verbindungsstellen können die Zugkräfte nicht über die Stahl-

seile direkt weitergegeben werden, sondern müssen lokal durch die Gummischichten von einem Stahlseil auf das nächste übertragen werden. Diese Verbindungsstellen sind daher die Schwachstellen des Gurts.



Gurtquerschnitt, Quelle: Phoenix Conveyor Belts

St10.000 bedeutet, dass an einem Gurt pro Millimeter Breite ein Kleinwagen hängen dürfte.

Nicht auszudenken, welche Folgen ein Auseinanderreißen der Verbindungen im laufenden Förderbetrieb hätte. „Abgesehen davon, dass so ein herumschleudernder Gurt für Menschen tödlich sein kann – das Schüttgut, das auf ihm transportiert wird, würde die ganze Anlage blockieren, im schlimmsten Fall Tunnelabschnitte unpassierbar machen und die Anlage für Wochen stilllegen.“ Die mit dem Mega-GUPS ermittelte dynamische Verbindungsfestigkeit ist letztlich ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit des Gurtes. Alle hochfesten Gurte für die größeren Projekte weltweit unterziehen sich am Institut für Transport- und Automatisierungstechnik der Prüfung.

In der Zukunft? Noch mehr Energie sparen.

Je fester die Gurte sind, desto größer sind die maximal möglichen Längen der Anlagen und desto größer ist der Höhenunterschied, der mit einer einzelnen Anlage überwunden werden

kann. Dadurch lässt sich die Anzahl von kostspieligen und verschleißfördernden Übergabestationen reduzieren. Das ist der Gewinn der neuen Klasse hochfester Gurte. Über einen verminderten Eindrückrollwiderstand lassen sich bei horizontalen Gurtförderern bis zu 25 Prozent Energie sparen. Das ist, unter Ressourcen-Gesichtspunkten, trotzdem nicht das Ende der Fahnenstange. Wenn Wennekamp, Hötte und von Daacke in die Zukunft blicken, sehen sie flexiblere Anlagen, die dem Tagebau noch besser folgen können, sie sehen weiter verbesserte Antriebskonzepte. Die Möglichkeiten generatorisch laufender Anlagen, die talabwärts selbst Strom erzeugen, werden noch stärker ausgeschöpft. Und auch die Frage nach einer möglichst sinnvollen Weiterverwendung gebrauchter Gurte stellt sich seit einigen Jahren bei Herstellern und Minenbetreibern. „Das ist am Ende nicht nur eine Frage der Umweltverträglichkeit“, fasst Stephan von Daacke diese Bemühungen zusammen. „So ein kilometerlanger Gurt hat, allein vom Material her gesehen, natürlich einen immensen Wert. Und es lohnt sich immer mehr, gute Konzepte zu entwickeln, um diese Werte weiter nutzbar zu machen.“

