

**MULTIFUNKTIONAL:** Prallwand der Verladeanlage in einem Kieswerk aus PU-Elementen, wobei sich die Noppenausführung im direkten Prallbereich zusätzlich selbst durch einen Materialpuffer schützt.



# Richtig rechnen und dimensionieren im Verschleißschutz

Anhand zweier Beispiele werden in diesem Artikel Möglichkeiten aufgezeigt, wie sich mithilfe der richtigen Dimensionierung von Verschleißschutzelementen die Verschleißkosten nachhaltig und signifikant senken lassen. Ausgewählt wurden dafür eine Materialübergaberutsche und eine Prallwand an einer Lkw-Verladung. Beide Anwendungen sind typisch für sehr viele Verschleißsituationen in Betrieben der Gesteinsindustrie.

Über eine Materialübergaberutsche in einem Kies- und Betonwerk in der Nähe von Lübeck läuft sortenreines, gewaschenes und teilweise gebrochenes Gesteinszuschlagmaterial auf ein Förderband, welches die definierten Zuschläge in die Silos des Betonwerkes

transportiert. Diese Betriebssituation zeichnet sich durch quantitativ stark unterschiedlichen Verschleiß aus. Die Steine werden nach unten hin deutlich schneller und durch die Neigung der Rutsche gegenüber der Förderrichtung wird diese auch in der Breite nicht gleichmäßig beansprucht.

Die Prallwand an der Lkw-Verladung in einem Kieswerk nahe Köln bremst den sortenrein aufbereiteten und gewaschenen Kies, bevor er in den Verlade-Trichter fällt. Auch hier ist der Verschleiß quantitativ stark unterschiedlich. In der Mitte der Wand trifft das meiste Material auf; mit zunehmender Entfernung vom Mittelpunkt immer weniger. Was bedeutet das in beiden Fällen für die Dimensionierung?

## Modellannahmen als Berechnungsgrundlage

Da es sich bei den weiteren Betrachtungen eher um theoretische Überlegungen handelt, bedarf es einiger Modellannahmen, auf denen die Rechnungen basieren:

- sukzessiver Verschleiß linear zur durchgesetzten Menge
- Nutzungsdauer und durchgesetzte Menge sind unabhängig von der Verschleißauskleidung, d. h. Stillstandszeiten werden nur über ausbleibende Deckungsbeiträge berücksichtigt
- Nutzungsdauer der Anlage ist sehr groß im Verhältnis zu den betrachteten Standzeiten der Verschleißauskleidung, damit entfallen Ganzzahligkeitsüberlegungen



**HARTGUSSKACHELN** im Format 200 x 200 mm halben die Verschleißkosten einer Rutsche in einem Kieswerk in der Nähe von Lübeck deutlich zu reduzieren. Fotos und Grafiken: M. Biermann/RWEV

- Havarien o. Ä. werden nicht berücksichtigt
- ausschließliche Nutzung als Verschleißschutz, d. h. keine Einschränkung der Nutzung bis zur Verschleißgrenze und keine Güteverringering des Produktes, keine Lenkungs- oder ähnliche Funktion.

Für die beiden Beispiele lassen sich etwaige Verschleißverteilungen anneh-

men, die den grafischen Abbildungen (modifizierte zweidimensionale Normalverteilungen) entsprechen. Die Werte an der vertikalen z-Achse stellen die Ausfallwahrscheinlichkeit in einem bestimmten Zeitintervall dar.

Weiterhin ist zu betrachten, mit welcher Strategie der Wechsel von Verschleißelementen optimiert werden kann. Die Reparatur bzw. der Austausch ist geboten, wenn ein Stück in einer mindestens bestimmten Größe G mit bestimmter Wahrscheinlichkeit p innerhalb des nächsten Kontrollintervalls mit der Länge KI seine Funktion verliert. Oftmals bedeutet das in Gleichungen  $KI = 0, p = 0, G = 0$ . In manchen Betrieben ist das Kontrollintervall auch gleichzeitig das Wechselintervall.

Das betrachtete Kostenmodell hat folgendes Aussehen:

$$K_{ges} = \text{Gesamtkosten}$$

Die Gesamtkosten wiederum resultieren aus Einzelkosten, die sich in der Formel so darstellen:

$$K_{ges} = K_{mat} + K_{rep} + K_{still}$$

Dabei steht  $K_{mat}$  für die Materialkosten der Verschleißauskleidung,  $K_{rep}$  für die Reparaturkosten, also Wechsel- und Kontrollkosten der Verschleißauskleidung, und  $K_{still}$  für die Stillstandskosten inklusive der Kosten für Instandsetzung an zu schützenden Anlagenteilen.

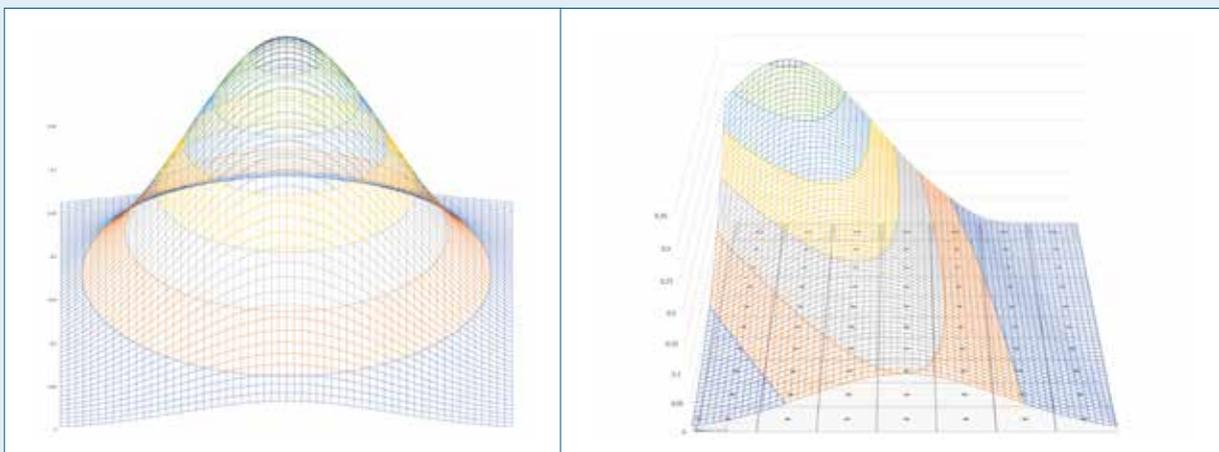
Die jeweiligen Kostenarten lassen sich durch Verändern der Parameter KI, p, G beeinflussen, schließlich bestehen für unterschiedliche Betriebssituationen, Betriebsteile und -stellen jeweils andere optimale Parameterkonstellationen im

Hinblick auf die Gesamtverschleißkosten des jeweiligen Anlagenteils.

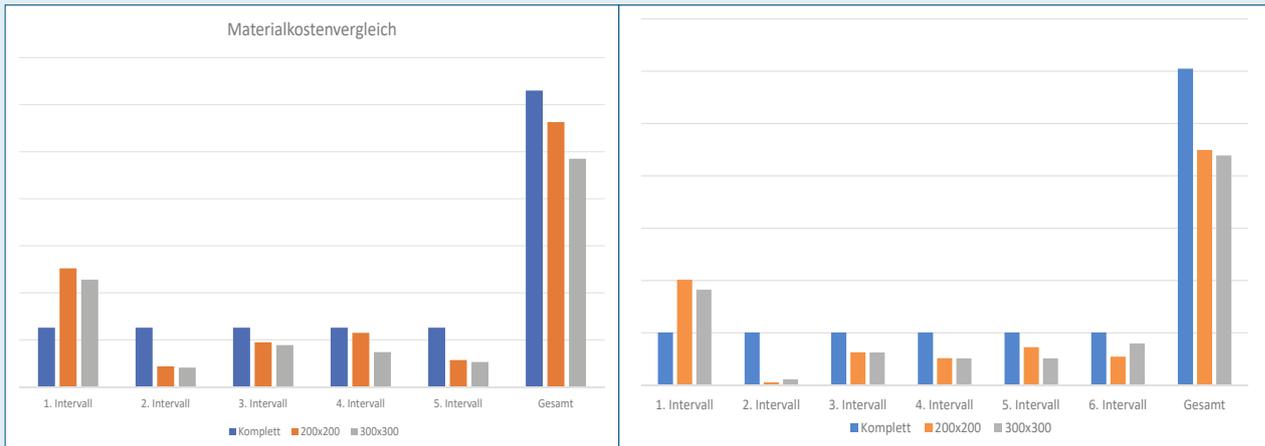
### Werkstoffe und Dimensionierung

Was kann, wenn diese Strategie festgelegt ist, außerdem verändert werden? Unter anderem das Wechselintervall. Es wird nach Ausfall, nach einem definierten Zeitfenster oder nach Erreichen einer bestimmten Verschleißgrenze bemessen. Auch der Umfang des Austausches bzw. der Reparatur bietet Gestaltungsspielraum. Er kann als Ganzes, in Form von kleinen definierten Stücken je nach Belastungsstärke, mittels Flicker oder beliebig in Form von Spachtelmasse Spielraum bieten. Weiter ist der gewählte Werkstoff für den Verschleißschutz eine flexible Größe. Eingesetzt werden beispielsweise neben Elementen, die es ermöglichen, einen Materialpuffer zu nutzen, Keramik, Hartguss, PU, Gummi u. v. m. Zu berücksichtigen ist auch die Befestigungsart (Schrauben, Kleben oder Klemmen) sowie die jeweils sinnvollste Geometrie.

Bei beiden eingangs erwähnten Beispielen war das Kontrollintervall recht kurz gewählt. Die betreffenden Anlagenteile waren gut sicht- und erreichbar, was sich positiv auf die Stillstands- und Reparaturkosten auswirkte. In beiden Fällen hätten sich unterschiedliche Werkstoffe zur Verschleißauskleidung angeboten, die Befestigungsart war frei wählbar, lediglich die Geometrie des Verschleißschutzes war durch die



**EINDRUCKSVOLL:** So sieht die grafische Verschleißverteilung auf einer Prallwand (l.) und auf einer Rutsche (r.) aus.



**MATERIALKOSTEN** im Zeitverlauf auf einer Rutsche (l.) und auf einer Prallwand bei geringer Varianz.

Betriebssituation vorgegeben. In beiden Fällen war der Verschleißschutz bislang mittels eines großen, die jeweilige Stelle komplett in einem Stück bedeckenden Verschleißschutzelementes realisiert worden. Aufgrund der tatsächlichen Belastungssituation schien es jedoch angebracht, auf kleinere, einzeln austauschbare Verschleißschutzelemente zu wechseln. Die daraufhin gewählte Aufteilung ist in den Fotos zu erkennen.

Nun stellt sich die Frage, inwieweit sich die Verschleißkosten über die unterschiedliche Dimensionierung der Verschleißschutzelemente minimieren und damit optimieren lassen.

**Ergebnisbetrachtung und Fazit**

Ergebnisse lassen sich bei diesen Überlegungen nur in theoretischer Form unter Zugrundelegung von marktüblichen Preisen und üblichen Verschleiß- und

Betriebssituationen gewinnen bzw. berechnen. Die Berechnungen gehen von folgenden Annahmen aus: Der Quadratmeter-Preis bei kompletter Auskleidung des Bauteils in einem Stück liegt etwa bei 50 % vom Kachelpreis 200 x 200 und bei 60 % vom Kachelpreis für 300 x 300 mm. Das Kontrollintervall KI ist deutlich kürzer als das potenzielle Wechselintervall und die stärkste Abnutzung auf einem Bauteil wird berücksichtigt. Wechselnotwendigkeit besteht bei einer Ausfallwahrscheinlichkeit von 0,3 bis zum nächsten potenziellen Wechsel. Wechselkosten sind in den Modellrechnungen nicht berücksichtigt, sollten aber ebenfalls eher für eine Verwendung von Kacheln sprechen.

Die Verantwortlichen gut geführter Betriebe der Steine- und Erdenindustrie streben jeweils ein Minimum bei den Verschleißkosten an. Dabei gilt es, viele Nebenbedingungen zu berücksichtigen, die das dargestellte Kostenmodell

nicht komplett abbilden kann. Allerdings lassen sich die Verschleißkosten durch entsprechende, auf den jeweiligen Einsatz abgestimmte Dimensionierungen meist noch weiter erheblich reduzieren. Bei den Verschleißkosten der Rutsche ergab sich durch den Einsatz von Hartgusskacheln im Format 200 x 200 mm eine Senkung um 25 %. Bei der Prallwand und einer geringen Varianz (d. h. einer kleinen Streuung) ergaben sich nach der Auskleidung mit Polyurethankacheln im Format 200 x 200 mm mehr als 30 % Einsparung gegenüber der früheren Situation.

In beiden Fällen, die sich nunmehr bereits seit Jahren bewähren, fiel das Ergebnis zur vollsten Zufriedenheit der Anwender aus.

*Ein Beitrag von Mathias Biermann, Geschäftsführer RWEV GmbH und u. a. Diplom-Mathematiker*

■ [www.rwev.de](http://www.rwev.de)



**INTELLIGENTE | BAGGER**

Lesen Sie mehr über unsere Produkte und Philosophie [www.rohr-idreco.com](http://www.rohr-idreco.com)

