

Schon mehrfach amortisiert

Schwerlast-Sicherheitskupplung optimiert Fahrwerksantrieb im Stahlwerk

*Christopher Monka
Die Technik in Stahlwerken ist oft massiven Kräften und Umweltbedingungen ausgesetzt. Ein Ausfall ist daher, gerade bei alten Anlagen, keine Seltenheit. Das lässt sich verhindern. Z. B. können neue Kupplungen den Stand der Technik herstellen – und für Ausfallsicherheit sorgen.*



Aktuell werden in Deutschland rund 43 Mio. t Rohstahl jährlich produziert. Dies entspricht etwa 25 % der EU-Gesamtleistung von rund 174 Mio. t und knapp 5 % im Vergleich zur Ausbringungsmenge der Volksrepublik China mit über 810 Mio. t. Um sich dennoch erfolgreich am Weltmarkt behaupten zu können sind neben der Entwicklung und Produktion hochqualitativer Spezialstähle auch betriebsinterne Optimierungen erforderlich. Nicht selten sind Maschinen und Anlagen eines Stahlwerks seit mehreren Dekaden im Betrieb. Ein hervorragender Ansatz ist daher die Ausrichtung einzelner Maschinen- und Anlagenkomponenten an den gegenwärtigen Stand der Technik. Dabei müssen es nicht immer die großen Einzelprojekte sein. Die Vielzahl

kleiner, oft unbedeutend erscheinender Verbesserungen im alltäglichen Betriebsablauf, bietet hier enormes Einsparpotenzial.

Besondere Bedingungen

Ein Beispiel: Ein führender Stahlproduzent konnte seine Betriebskosten am Stahlentnahmewagen um einige 10 000 EUR in den vergangenen fünf Jahren senken. Der Wagen ist ein schienengebundenes Fahrzeug, welches eine Pfanne unter den Konverter fährt, die dort mit flüssigem Rohstahl befüllt wird. Im Anschluss daran fährt dieser die Pfanne mit dem Rohstahl zur SME (Sekundärmetallurgische Einrichtung, auch: Pfannenmetallurgie). Dort wird der Stahl mit Hilfe eines Krans z. B. in die Vakuumanlage gegossen. Der Stahlentnahmewagen hat ein Eigengewicht von 340 t. Eine befüllte Pfanne wiegt rund 385 t. Das Gesamtgewicht von rund 725 t wird angetrieben von acht Schleifringläufermotoren mit einer Einzelleistung von jeweils 30 KW. Jeder dieser Motoren wird über eine einfache Bolzenkupplung mit einem Stirnradgetriebe verbunden. Nach einer Untersetzung von $i=36,8$ erzeugt das Getriebe an seiner Abtriebswelle ein Nenndrehmoment von rund 14,85 kNm. Die Abtriebswelle wird erneut

über eine Bolzenkupplung mit einer gelagerten Welle verbunden, an deren Ende sich ein Ritzel befindet. Dieses Ritzel wiederum greift in den Außenzahnkranz des Radsatzes, der das Fahrzeug über die Gleise bewegt.

Bei einem 24/7-Einsatz, bei dem die Pfanne täglich bis zu 30 mal befüllt wird, wird schnell deutlich welchen Stellenwert dieses Betriebsmittel für den Gesamtprozess hat und was ein Ausfall des Wagens bedeutet.

Ausfall-Ursachen

Durch Getriebeabrisse kam es in der Vergangenheit jedoch immer wieder zu Ausfällen des Wagens. Dies hatte zur Folge, dass der Wagen mit beträchtlichem Aufwand aus dem laufenden Produktionsprozess herausgehoben werden musste. Dabei gestaltete sich dies als besonders schwierig, wenn die Pfanne zusätzlich mit dem über 1000 °C heißen Rohstahl befüllt war. Dieser musste nach seiner Erstarrung zudem noch aufwendig aus der Pfanne herausgelöst werden. Die Folge waren enorme Kosten, bestehend aus der Beschaffung eines neuen Getriebes und des damit verbundenen Austausches sowie der Instandsetzung der Stahlpfanne. Von den Kosten des allgemeinen Produktionsausfalls ganz zu schweigen.

Christopher Monka ist Gebietsverkaufsleiter bei der R+W Antriebselemente GmbH in Klingenberg

Für die Getriebeausfälle gab es verschiedene Gründe, die ursächlich aber immer identisch waren: zu hohe Belastung durch zu hoch anliegende Drehmomente. Diese resultierten zum einen durch Blockaden auf dem Schienenweg. Unachtsam bediente Fremdfahrzeuge, falsch abgestelltes Material oder einfach nur stark verschmutzte Wege sind nämlich in den riesigen, nur spärlich beleuchteten Hallen trotz höchster Sicherheitsvorkehrungen keine Seltenheit. Eine weitere Ursache ist Schlacke und Schmutz auf der Verzahnung.

Prozesssicherheit erhöhen

An dieser Stelle konnte der Klingenberger Kupplungsspezialist R+W Antriebs-elemente helfen. Der offensichtlichste Lösungsansatz war die Integration einer Überlast- bzw. Sicherheitskupplung. Diese hat zur

Aufgabe, das im Antriebsstrang anliegende Drehmoment bei einem definierten Wert mechanisch kontrolliert abzuschalten. Die großen Herausforderungen waren hierbei jedoch:

- der extrem beengte Einbauraum im Verhältnis zur Leistungsdichte der Kupplung
- die extremen Umweltbedingungen
- das schwer definierbare Abschaltmoment
- die einfache Bedienung bzw. schnelle Wiederverfügbarkeit im Schadensfall

Für den beengten Einbauraum entwickelte R+W daher eine Sondervariante der seit Jahren bewährten Torqset ST4 Schwerlast-Sicherheitskupplung. Diese ersetzte die zwischen Getriebe und Antriebsritzelwelle befindliche Bolzenkupplung. Die ST4 hat nicht nur die Funktion der Überlastsicherung sondern übernimmt auch

01 Der Stahlentnahmewagen hat ein Eigengewicht von 340 t

02 So sieht ein Getriebe nach einer Dienstzeit von etwa 6 Monaten aus

03 Für den beengten Einbauraum wurde eine Sondervariante der Torqset ST4 Schwerlast-Sicherheitskupplung entwickelt



gleichzeitig die Funktion einer versatzausgleichenden Welle-Welle-Verbindung. Doch statt einer elastischen Bolzenkupplung entschied sich R+W für den Einsatz einer spielarmen Zahnkupplung. Diese hatte den Vorteil bei geringerer Baugröße höhere Drehmomente übertragen zu können. Hierdurch wurde freier Einbauraum für den Funktionsbereich der Sicherheitskupplung gewonnen. Durch die niedrige Drehzahl von nicht einmal 20 min^{-1} konnte auf ein elastisches Dämpfungselement verzichtet werden.

Einfach anpassen

Es gab aber noch eine weitere Herausforderung: Bei welchem Drehmoment soll die Kupplung abschalten? Eine Maschine, die so lange im Einsatz ist, an der schon Generationen ihre handwerklichen Fähigkeiten im Betriebsalltag unter Beweis stellten, verfügt einfach nicht über die erforderliche Dokumentation, welche exakte Berechnungen zulässt. Anhand überschlägiger Berechnungen und Erfahrungswerte einigte man sich schließlich auf den Wert von 42 000 Nm. Sobald nun ein solches Drehmoment im Antrieb anliegt, trennt die Kupplung den Kraftfluss im Bereich weniger Millisekunden. Doch bereits beim ersten Anfahren mit befüllter Pfanne löste die Kupplung zur Überraschung aller Beteiligten aus. Der Grund: Das Anfahrmoment bei voller Beladung war



offensichtlich doch erheblich größer als von allen vermutet. Hier offenbarte sich die einfache und vorteilhafte Handhabung der ST-Baureihe. Mit einem Stirnlochschlüssel und wenigen Handgriffen konnte das voreingestellte Ausrückmoment angepasst werden. Mit Schritten im 1 kNm Bereich näherte man sich letztlich präzise der erforderlichen Zielmarke. Heute ist die Kupplung auf ein Ausrückmoment von 57 000 Nm eingestellt und schaltet nur noch im Falle eines echten Crashes. Wenn dies dann einmal geschieht, beseitigt ein Mitarbeiter die Störung im Fahrweg oder befreit händisch das Getriebe von seiner Schlackeschicht. Im Anschluss muss er die Kupplung nur wieder aktiv schalten und schon kann die Produktion weiterlaufen.

Dabei wird ein weiterer Vorteil der ST-Baureihe deutlich. Für die Wiederinbetriebnahme wird keinerlei Spezialwerkzeug benötigt. Anders als bei den in der Vergangenheit üblichen Brechbolzenkupplungen müssen auch keine besonderen Ersatzteile bevorratet werden. Die Kupplung arbeitet nach dem bewährten spielfreien Kugel-Rast-Prinzip. Die zwei Hälften einer ST-Kupplung werden über eine definierte Anzahl von Schaltelementen miteinander formschlüssig verbunden. Im Innern jedes Schaltelements wird über Tellerfederpakete

eine Kugel axial vorgespannt. Eine Hälfte der Kugel schaut aus dem Element heraus und sitzt auf der zweiten Kupplungshälfte in einer passenden Kalotte. Über diesen Kraft-Formschluss wird das Drehmoment spielfrei und zuverlässig übertragen. Sobald die auf die Kugeln einwirkende Tangentialkraft, erzeugt durch das anliegende Drehmoment, so groß ist, dass die Federpakete die Kugel nicht mehr vorspannen können, rutscht die Kugel im Millisekundenbereich komplett in das Innere des Schaltelements zurück. Die Kugel wird innerhalb des Schaltelements durch einen Bolzen geführt, der sich beim Schaltvorgang entsprechend axial bewegt. Zur Wiederinbetriebnahme der Kupplung müssen die beiden Kupplungshälften lediglich in die korrekte Position verdreht werden und mit der Kraft eines Schonhammers auf den Bolzen eines jeden Elements wird die Kugel dann in ihre Kalotte zurückgedrückt um den Kraftfluss wieder herzustellen.

Nach Aussage der Mitarbeiter im Stahlwerk hat die Kupplung bereits mehrfach zuverlässig geschaltet. Einen Ausfall wie eingangs beschrieben, hat es seither nicht mehr gegeben. Die Kupplung hat sich demnach schon um ein Vielfaches amortisiert.