

Der Zwei-Walzen-Plastifizierer (TRP)

Neuartige Verfahrenstechnik schließt Lücke in der Aufarbeitung von Rückläufermaterialien in der Reifenindustrie

Der Zwei-Walzen-Plastifizierer (two-roll plasticiser – TRP) mit integrierter roll-ex-Zahnradpumpe ist eine neuartige Verfahrenstechnik zur Aufarbeitung von Rückläufermaterialien in der Reifenindustrie. Dabei werden in einem automatischen Prozess unvulkanisierte Kautschukmischungen besonders schonend und kontinuierlich verarbeitet, um dieses Material in den Produktionsprozess zurückzuführen. Bei der Produktion von Reifen fallen prozessbedingt und unvermeidbar Mischungsreste an. Diese sollten im Hinblick auf Nachhaltigkeit und den wirtschaftlichen Umgang mit wertvollen Ressourcen – nicht zuletzt auch wegen der hohen Rohstoffkosten – wiederverwertet werden. Auf Basis der Uth TRP-Technologie hat die Firma den TRP Reworker entwickelt. Diese neuartige Verfahrenstechnik vereint die in der Kautschukverarbeitung bewährten Verfahren wie Brechen, Homogenisieren und Austragen und schließt damit eine Lücke in der Aufarbeitung von Rückläufermaterialien. Das Konzept basiert auf der TRP-Technologie und umfasst drei Zonen auf der Walzenlänge, wodurch sich ein kontinuierlicher, reproduzierbarer und vollständig automatisierter Prozess ergibt.

The TRP Reworker is a resource-saving technology for the economical processing of rework materials based on the two-roll plasticiser (TRP) with integrated roll-ex gear pump. In an automatic process, unvulcanised rubber compounds are processed particularly gently and continuously in order to return this rework material to the production process. In tyre production compound waste is unavoidable due to the process. This material should be reworked with regard to the issues of sustainability and the economical handling of valuable resources, and not least because of the high raw material costs. Based on the Uth TRP technology, the company has developed the TRP Reworker. This new process technology combines the proven methods in rubber processing such as cracking, homogenising and discharging, thus closing a gap in the processing of rework materials. The concept is based on TRP technology and comprises three zones along the length of the roll, resulting in a continuous, reproducible and fully automated process.

Einleitung

Der Reifen ist ein komplexes Hightech-Produkt, bestehend aus über zehn verschiedenen Kautschukmischungen und mehr als zwanzig Bauteilen. Die Herstellung von Reifen ist ein sehr diffiziler Prozess, der eine hohe Präzision erfordert. In den einzelnen Prozessschritten fällt dabei eine verfahrensbedingt nicht unerhebliche Menge an Materialresten des Vorproduktes an. Dieses sogenannte Reworkmaterial setzt sich aus

Abb. 1: Innenmischerlinie

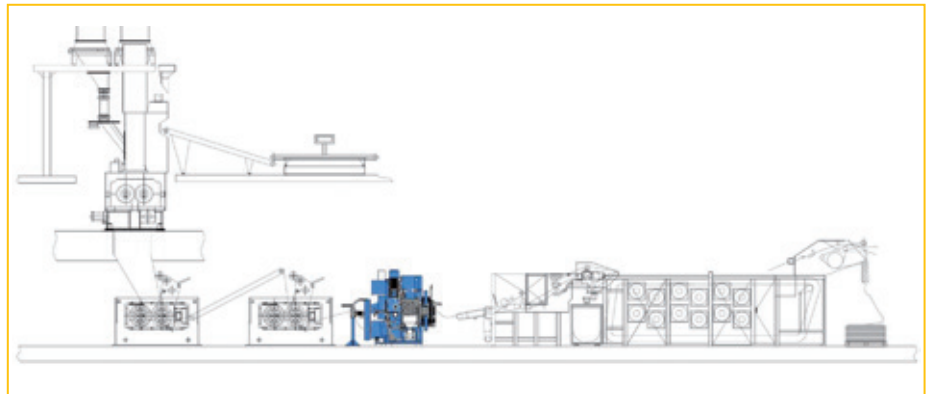
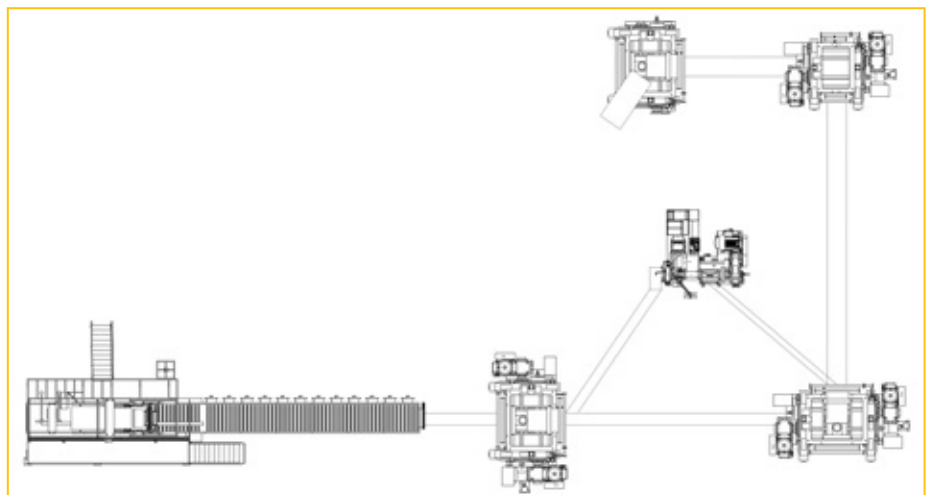


Abb. 2: Walzwerklinie



Peter J. Uth
Geschäftsführer

Julia Uth
Assistenz der Geschäftsführung

Manuel Beßler
Leiter Vertrieb und Projektmanagement
mbessler@uth-gmbh.com

Uth GmbH, Fulda
www.uth-gmbh.com

Alle Abbildungen und Tabellen wurden, sofern nicht anders angegeben, freundlicherweise von den Autoren zur Verfügung gestellt.

hochwertigen Rohstoffen zusammen und sollte im Hinblick auf Nachhaltigkeit und den wirtschaftlichen Umgang mit wertvollen Ressourcen – nicht zuletzt auch wegen der

hohen Rohstoffkosten – wiederverwendet werden. Ein erstrebenswertes Ziel der Reifenhersteller ist es, dieses Material möglichst schonend zu einem hochwertigen Zwischen-

produkt aufzuarbeiten, damit es dem Produktionsprozess zurückgeführt werden kann. Entscheidend dabei ist ein materialschonender Aufarbeitungsprozess, je besser die Qualität, umso höher fällt die Rückführungsquote aus. Bei immer kleineren Losgrößen für eine größere Anzahl an spezialisierten Reifen steigt die absolute Menge an Reworkmaterialien weltweit an. Dadurch wächst der Bedarf in der Reifenproduktion, diese Mengen zu sammeln und in einen reproduzierbaren und wirtschaftlichen Aufarbeitungsprozess rückführen zu können.

Stand der Technik

Im Aufarbeitungsprozess wird das Reworkmaterial zunächst plastifiziert, homogenisiert und anschließend so ausgeformt, dass es wieder mit neuem Material zusammen eingesetzt werden kann. Die Wiederaufarbeitungsschritte erfolgen heute oft zyklisch in den gleichen Produktionslinien, in denen auch die Vorprodukte hergestellt werden. Das können Innenmischer- oder auch Walzwerklinien sein (**Abb. 1** und **Abb. 2**).

Die Verwendung von Produktionswalzwerken gewährleistet bekanntermaßen eine gute Temperaturführung und ist daher verfahrenstechnisch besonders gut für einen materialschonenden Wiederaufbereitungsprozess geeignet. Durch den zyklischen Anfall der Materialreste muss der gesamte Prozess manuell durchgeführt werden, dadurch erhöht sich das Gefahrenpotenzial für den Bediener. Weiterhin kann ein konstantes Qualitätsniveau schwer sichergestellt werden, da es der Erfahrung und der Ausbildung des Personals obliegt, den Walzenprozess zu steuern. Die Wiederaufarbeitung von Kautschukmischungen im Innenmischer ist im Vergleich zu Walzwerklinien besser kontrollierbar und ungefährlicher für den Bediener. Aus verfahrenstechnischer Sicht erfährt das Reworkmaterial im Innenmischer jedoch relativ hohe Scherkräfte und damit erhöhte Temperaturen. Dadurch besteht die Gefahr, das bereits strapazierte Material zusätzlich zu beschädigen. Um einen schonenden Prozess zu gewährleisten, sind niedrige Rotordrehzahlen im Innenmischer zu wählen, daraus resultieren vergleichsweise lange Mischzeiten. Die Wirtschaftlichkeit des zyklischen Wiederaufbereitungsprozesses wird zudem

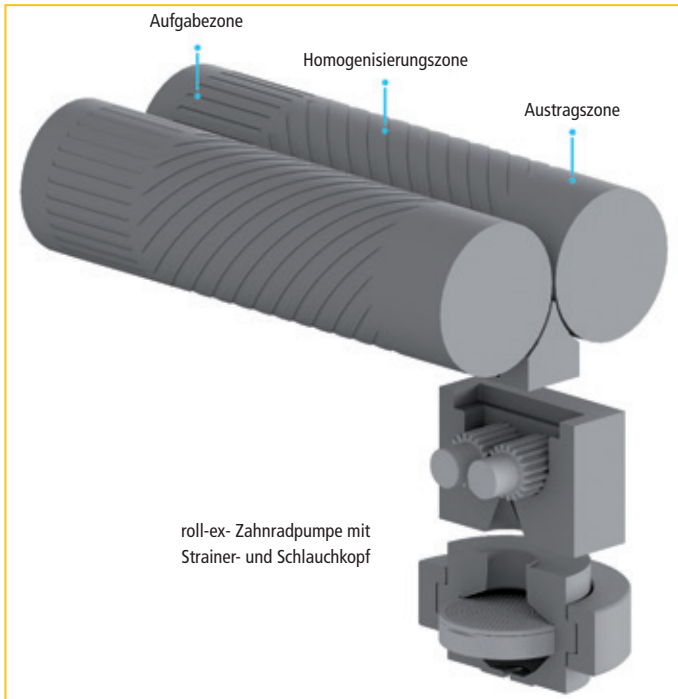


Abb. 3:
Das Grundprinzip der TRP-Technologie

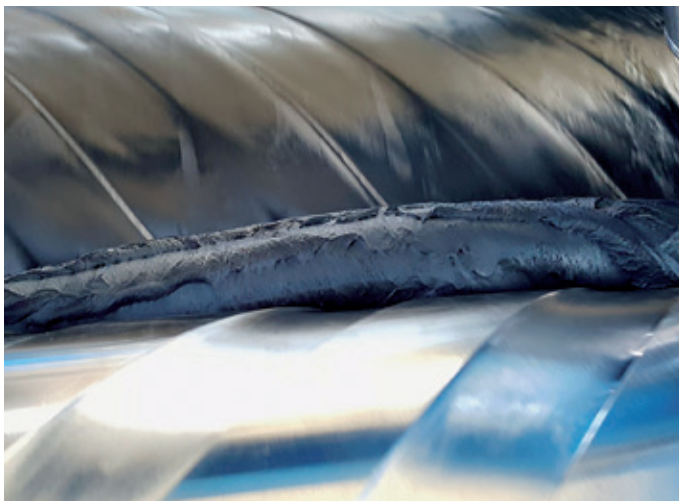


Abb. 4:
Fellbildung und Umformung in der Homogenisierungszone

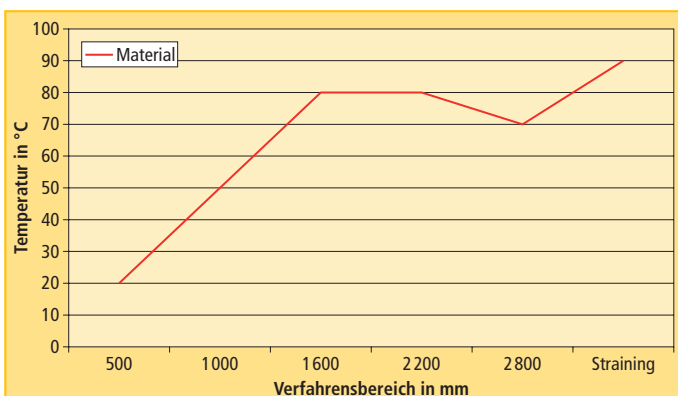


Abb. 5:
Temperaturprofil entlang der Walzenlänge

durch einen hohen Energie- und Platzbedarf sowie die Kosten für Maschinenminuten einer gesamten Mischlinie belastet. Die Einschränkungen der bestehenden Verfahren intensivieren den Bedarf an einer neuen Technologie, die verfahrenstechnische und wirtschaftliche Vorteile für den Reworkprozess bringt.

Grundprinzipien der TRP-Technologie

Der Zwei-Walzen-Plastifizierer (two-roll plasticiser – TRP) mit integrierter Zahnradpumpe von Uth hat sich als Lösung etabliert, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Der automatisierte, kontinuierliche Prozess vereint in der Kautschukverarbeitung bewährte Verfahren wie Brechen, Homogenisieren und Austragen. Das Grundprinzip basiert auf einem offenen Walzenpaar kombiniert mit der roll-ex-Zahnradpumpentechnologie.

Das kompakte System umfasst drei Zonen entlang der Walzenlänge (Abb. 3). In der Beschickungszone können durch eine Fördereinrichtung Materialien unterschiedlichster Arten und Formen, z. B. Felle, Platten oder ausgeformte Profile, aufgegeben werden. In der Homogenisierungszone findet systembedingt eine mechanische Zwangsumformung statt, in der das Material plastifiziert und homogenisiert wird (Abb. 4). In der Austragszone wird das Material anschließend automatisch nach dem roll-ex TRF-Prinzip ausgeformt. Das manuelle Eingreifen eines Bedieners in den Verfahrensbereich ist somit nicht erforderlich und wird durch eine

vollständige Umhausung des Verfahrensreiches zusätzlich verhindert. Das Ergebnis ist ein sicherer, kontrollierter und kontinuierlicher Homogenisierungsprozess mit reproduzierbaren Ergebnissen. Zusätzlich kann das Material mit einer am TRP integrierten Zahnradpumpe schonend feingestrainert werden und erfährt so eine weitere Qualitätsverbesserung.

Die Basis für einen schonenden Aufbereitungsprozess ist eine kontrollierte Temperaturentwicklung (Abb. 5). Diese wird in der TRP-Verfahrenstechnik durch unterschiedlich einstellbare Temperierzonen über die gesamte Walzenlänge gewährleistet. Die gute Homogenisier- und Plastifizierleistung wird über eine mechanische Zwangsumformung

erreicht. Die erforderliche Friktion, die die Plastifizierleistung verstärkt, kann durch unterschiedliche Walzengeschwindigkeiten und Spaltverstellungen für den jeweiligen Prozess optimiert werden. Eine auf den Reworkprozess abgestimmte Walzengeometrie ermöglicht zusätzlich einen axialen Weitertransport des Materials von der Aufgabe- zur Austragszone.

Aufbau des TRP Reworkers

Auf Basis des Zwei-Walzen-Plastifizierers wurde eine Systemlösung entwickelt, um den Wiederaufbereitungsprozess von Rückläufermischungen abzubilden (Abb. 6). Das modulare Konzept besteht neben der Kernkomponente, der Plastifiziereinheit, aus mehreren

Abb. 6: Systemlösung TRP Reworker

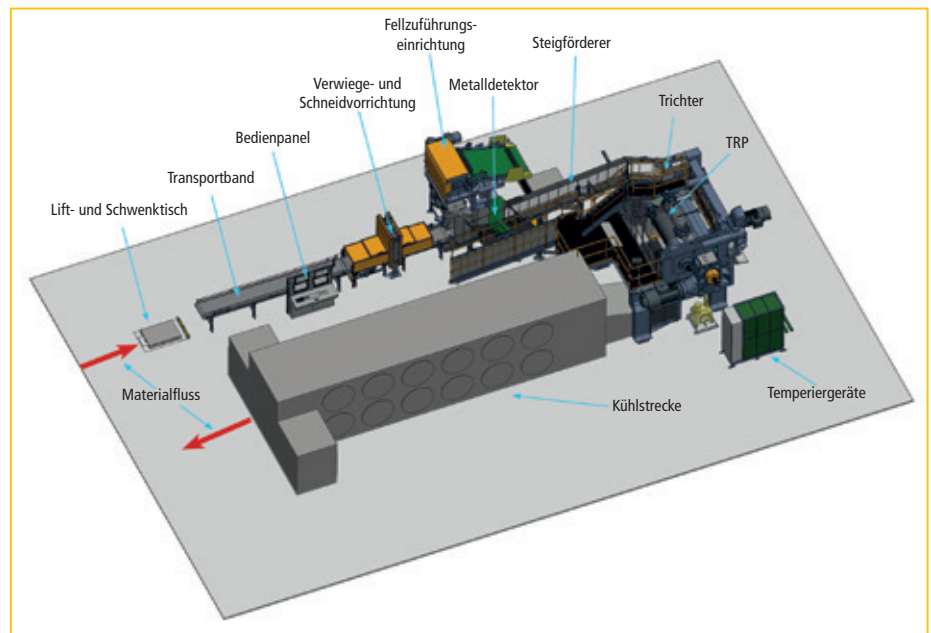
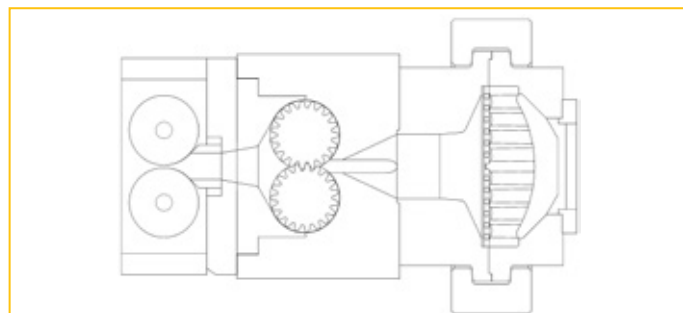


Abb. 7: Zahnradextruder mit Walzenfütterung



Was ist Feinstrainern

Als Feinstrainern bezeichnet man das Feinfiltrieren von Kautschuk- oder Silikonmischungen. Verunreinigungen werden dabei im Sieb zurückgehalten und so aus dem Materialstrom entfernt. Je nach Mischungsqualität und Siebweite werden für dieses Verfahren Drücke von mehreren hundert Bar benötigt.

Abb. 8: TRP Reworker 2800 mit integrierter Zahnradpumpe



Systemkomponenten und ermöglicht damit anwendungsspezifische Ausführungen.

Zuführungseinheit

Die Reworkmaterialien wie Laufstreifen, Seitenwände oder Profile liegen meist in unterschiedlichen Geometrien und Stückgewichten vor. Für einen kontrollierten Prozess

Anforderungen an den Prozess

- Zuführung von Reworkmaterial oder frischem Compound in unterschiedlichen Formen
- Ausreichende Plastifizierung und Homogenisierung bei schonender Materialbehandlung
- Guter Zugang zum Verarbeitungsbereich für Reinigung und Materialwechsel
- Reproduzierbare und automatisierte Abläufe mit einem geringen Arbeitsaufwand

Vorteile der TRP-Anlage

- Im Aufarbeitungsprozess wird das Material bei sehr guter Temperaturführung besonders schonend und gleichmäßig verarbeitet.
- Automatisierte Abläufe sorgen für reproduzierbare Ergebnisse.
- Das System ist modular aufgebaut. So kann durch eine integrierte roll-ex-Zahnradpumpe mit der Option des Feinstrainers das Material nahezu beliebig ausgeformt werden.
- Der Verfahrensbereich ist vollständig gekapselt und gewährleistet damit eine hohe Arbeitssicherheit.
- Durch die kompakte, platzsparende Konstruktion lassen sich Raumkosten einsparen.
- Anlagenteile sind für Reinigung und Mischungswechsel gut zugänglich.
- Bis zu 50 % Energieeinsparung im Vergleich zu bestehenden technischen Verfahren sind möglich.
- 98 % des prozessbedingten Abfalls können dem Reifenherstellungsprozess wieder zugeführt werden.
- Mindestens 5 % der Rohstoffe können bei der Reifenherstellung durch das TRP-Verfahren eingespart werden.

und reproduzierbare Ergebnisse ist jedoch ein kontinuierliches Homogenisierungsverfahren notwendig. Durch die Zuführungseinheit wird die diskontinuierliche Beschickung mit einem kontinuierlichen Verfahrensprozess gekoppelt. Die Materialien werden zunächst über einen Horizontalförderer der Verwiege- und Schneideinrichtung zugeführt, bevor sie anschließend den Metalldetektor passieren und über einen Steigförderer der Plastifiziereinheit zugeführt werden. Zusätzlich können Felle direkt von einer Palette über eine Fellzuführungs- und Schneideinrichtung (slab feeder) aufgegeben werden.

Die Plastifiziereinheit

Die Plastifiziereinheit des TRP Reworkers basiert auf der Verfahrenstechnik des Zwei-Walzen-Plastifizierers. Wie bereits für den Reifenproduktionsprozess erwähnt, werden für die unterschiedlichen Reifenarten sehr unterschiedliche und anspruchsvolle Mischungen verwendet, darunter z. B.: Lkw- oder Pkw-Laufstreifenmischungen mit einer Härte 60–70 Shore A und Viskositäten zwischen 50–60 Mooney-Einheiten, Mischungen für Seitenwände mit einer Härte von 40–55 Shore A und einer Viskosität von 50–60 Mooney-Einheiten oder Kernreitermischungen mit einer Härte von 60 Shore A und einer Viskosität von 75 Mooney-Einheiten. Durch eine speziell auf den Reworkprozess abgestimmte Auslegung der Aufgabezone wird die Verarbeitung von Rücklaufmaterialien mit unterschiedlichen rheologischen Eigenschaften ermöglicht. Gleiches gilt auch für Textil- oder Innerlinermischungen.

TRP-Austragszone

Die Austragszone der Plastifiziereinheit basiert auf dem roll-ex TRF-Prinzip (Zweiwalzen-Fütteraggregat). Dabei wird die nachgeschaltete Zahnradpumpe von zwei temperierten Walzen aktiv beschickt. Beim Austritt des Materials aus dem Walzenspalt wird der Fütterdruck erzeugt, der notwendig ist, um die Zähne der nachfolgenden Zahnradpumpe vollständig zu füllen. In der Materialaustragszone kann dem Material durch eine separate Temperierzone Temperatur entzogen werden (**Abb. 5**), dies ermöglicht ein zusätzliches Temperaturfenster für Nachfolgeprozesse.

Strainer-Zahnradpumpeneinheit

In der Standardkonfiguration ist unter der TRP-Austragszone eine roll-ex-Strainer-Zahnradpumpeneinheit angeordnet. Die Zahnradpumpe sowie der Strainerkopf können zum Reinigen und zum Wechseln der Siebe vom TRP hydraulisch abgeschwenkt werden. Temperatursensoren überwachen die Temperatur an der Austragszone des Plastifizieraggregats (vor der Zahnradpumpe) und im Strainerkopf.

Die Zahnradextruder arbeiten nach dem Prinzip der Verdrängerpumpen. Im Verfahrensteil der Zahnradpumpe sind zwei Zahnräder (Rotoren) als drehendes, miteinander kämmendes Zahnradpaar angeordnet. In diesem wird das Material schonend transportiert und dann durch das Ineingreifen der Zähne auf der Austrittsseite aus diesen Lücken verdrängt. Die Verdrängung bewirkt den Weitertransport und Druckaufbau (**Abb. 7**).

Kühlstrecke

Die Abkühlung der Mischung kann in üblichen Fellkühlanlagen realisiert werden. Abhängig von der Geometrie des Austrages eignen sich bspw. Cantilever-Kühlstrecken oder klassische Batch-off-Anlagen zum Palettieren der Felle. Da sich die Temperaturen im Bereich von ca. 100 °C bewegen und die Metergeschwindigkeiten lediglich 5–9 m/min (abhängig von der Fellbreite, z. B. 800 mm oder bis 1200 mm Breite) betragen, können die Kühlstrecken relativ kompakt dimensioniert werden.

Stand der Entwicklung und Ausblick

Die TRP-Technologie hat sich in der Reifenindustrie als alternative Lösung für die Aufbereitung von Rückläufermaterialien etabliert. Der TRP Reworker in der Baugröße 2800 hat einen Durchsatz von 2 500 kg/h und deckt damit den in einer Reifenfabrik üblichen Bedarf an Rework ab (**Abb. 8**). Weitere Baugrößen und Ausführungen bieten Optionen für andere verfahrenstechnische Aufgaben in der Kautschuk- und Siliconverarbeitung, wie Vorwärmen, Mischen und Austragen.