

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50450/2017
(22) Anmeldetag: 29.05.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2018

(51) Int. Cl.: **C21D 1/00** (2006.01)
C21D 9/52 (2006.01)
B21B 37/46 (2006.01)
G05D 23/00 (2006.01)

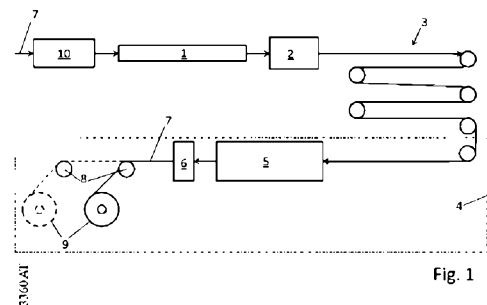
(71) Patentanmelder:
Andritz AG
8045 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Hofbauer Thomas Dipl.Ing. (FH)
2340 Mödling (AT)
Leeber Florian
1020 Wien (AT)
Kautz Walter
3040 Neulengbach (AT)
Fein Martin Dipl.Ing.
1020 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Tschinder Thomas Dr.
8045 Graz (AT)

(54) **Verfahren zur Regelung der Aufwickeltemperatur eines Metallbandes**

(57) Den Gegenstand dieser Erfindung bildet ein Verfahren zum Aufwickeln eines Metallbandes (7), wobei das Metallband (7) direkt vor dem Aufwickeln in einem Ofen (5) wärmebehandelt und mit einer Auslaufgeschwindigkeit einer Aufhaspel (9) zugeführt und dort mit einer festgelegten Temperatur warm aufgewickelt wird. Erfindungsgemäß werden über ein prädiktives Modell die zukünftige Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes (7) und die Wärmeverluste des Metallbandes (7) zwischen dem Ofen (5) und der Aufhaspel (9) berechnet und der Ofen (5) damit so geregelt dass das Metallband (7) bei der festgelegten Temperatur mit einer maximalen Abweichung von +/- 5°C aufgewickelt wird.



Zusammenfassung

Den Gegenstand dieser Erfindung bildet ein Verfahren zum Aufwickeln eines Metallbandes (7), wobei das Metallband (7) 5 direkt vor dem Aufwickeln in einem Ofen (5) wärmebehandelt und mit einer Auslaufgeschwindigkeit einer Aufhaspel (9) zugeführt und dort mit einer festgelegten Temperatur warm aufgewickelt wird. Erfindungsgemäß werden über ein prädiktives Modell die zukünftige Auslaufgeschwindigkeit 10 des Metallbandes (7) und die Wärmeverluste des Metallbandes (7) zwischen dem Ofen (5) und der Aufhaspel (9) berechnet und der Ofen (5) damit so geregelt, dass das Metallband (7) bei der festgelegten Temperatur mit einer maximalen Abweichung von +/- 5°C aufgewickelt wird.

15

VERFAHREN ZUR REGELUNG DER AUFWICKELTEMPERATUR EINES METALLBANDES

Den Gegenstand dieser Erfindung bildet ein Verfahren zum
5 Aufwickeln eines Metallbandes, wobei das Metallband direkt
vor dem Aufwickeln in einem Ofen wärmebehandelt, mit einer
Auslaufgeschwindigkeit einer Aufhaspel zugeführt und dort
mit einer festgelegten Temperatur warm aufgewickelt wird.

10 Bei der Herstellung von Metallbändern hat es sich für
gewisse Metalle und Metalllegierungen als sehr nützlich
erwiesen, wenn diese warm aufgewickelt werden. Dieser
Bandbehandlungsschritt, auch als Preaging bezeichnet,
erfolgt beispielsweise am Ende von modernen Glühlinien für
15 Aluminiumbänder. Dabei werden die Bänder durch Nachheizen
in einem Preaging-Ofen erwärmt. Dies ermöglicht so ein
temperiertes Aufwickeln. Durch das temperierte Aufwickeln
und durch das langsame Abkühlen des Bundes lassen sich die
Materialeigenschaften des Metallbandes verbessern, dabei
20 ist es sehr wichtig, dass das Metallband bei einer
möglichst exakt mit der definierten Temperatur aufgewickelt
wird.

Die Metallbänder werden in der Regel in Form von Bündeln der
25 Glühlinie zugeführt, abgewickelt und am Ende der Linie
wieder aufgewickelt. Damit in der Glühlinie ein
kontinuierlicher Betrieb ermöglicht wird, wird das Ende des
vorherigen Bandes mit dem Anfang des nachfolgenden Bandes
verbunden, nachfolgend als Bandverbindung bezeichnet zum
30 Beispiel verschweißt oder zusammengeheftet (gestitcht). Das
Aufwickeln der Metallbänder am Ende der Linie kann mit
einer hohen Geschwindigkeit erfolgen, hier sind
Auslaufgeschwindigkeiten im Bereich von 200 m/min möglich,

für einen Bundwechsel und für das Durchtrennen des Metallbandes muss die Auslaufgeschwindigkeit jedoch erheblich reduziert werden, teilweise müssen die Metallbänder auch kurzzeitig angehalten werden, zum
5 Beispiel zum Einstellen der Besäumschere. Damit das Metallband den Glühofen trotzdem kontinuierlich mit einer konstanten Geschwindigkeit durchlaufen kann, ist vor und nach dem Glühofen ein Bandspeicher (Looper) angeordnet, der die unterschiedlichen Ein- und Auslaufgeschwindigkeiten des
10 Metallbandes abpuffert.

Wie bereits oben erwähnt, ist in der Auslaufsektion häufig auch ein weiterer Ofen angeordnet, der auch Preaging Ofen genannt wird. Dieser Ofen wird in Fachkreisen auch als
15 Bake-hardening Furnace, Pre-Bake Furnace, Reheating Furnace oder als Paint-bake Furnace bezeichnet. Dort wird das Metallband erwärmt, beispielsweise auf eine Temperatur zwischen 50°C und 150°C, sodass es mit einer festgelegten Temperatur aufgewickelt werden kann. Durch die wechselnde
20 Auslaufgeschwindigkeit ändern sich auch die Verweilzeiten des Metallbandes im Preaging Ofen und somit auch dessen Temperatur. In existierenden Anlagen wird daher die Bandtemperatur kurz vor der Aufhaspel gemessen und anhand der dort gemessenen Temperatur wird der Preaging-Ofen
25 geregelt, sodass die Bandtemperatur an der Aufhaspel möglichst konstant bleibt.

Mit dieser Regelung kann jedoch die Bandtemperatur nur auf +/- 10°C konstant gehalten werden, weil der Ofen recht träge reagiert. Die damit erreichbare
30 Bandtemperaturgenauigkeit ist jedoch für einige Anwendungen zu ungenau, da eine Abweichung von 1 bis 2 °C schon eine Auswirkung auf die Materialeigenschaften haben kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem die Bandtemperatur beim Aufwickeln genauer geregelt werden kann.

5 Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Aufwickelverfahren bei dem über ein prädiktives Modell die zukünftige Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes und die Wärmeverluste des Metallbandes zwischen dem Ofen und der Aufhaspel berechnet werden, wobei dann der Ofen so geregelt
10 wird, dass das Metallband bei der festgelegten Temperatur mit einer maximalen Abweichung von $\pm 5^{\circ}\text{C}$ aufgewickelt wird.

Durch diese vorrausschauende Modellierung wird also bereits
15 die zukünftige Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes und die von der Auslaufgeschwindigkeit abhängenden Wärmeverluste vor der Aufhaspel herangezogen, um den Ofen noch vor einer Änderung der Auslaufgeschwindigkeit anzusteuern. Durch dieses vorzeitige Eingreifen ins System,
20 lässt sich die Auslauftemperatur sehr genau einhalten, idealerweise sogar auf weniger als $\pm 2^{\circ}\text{C}$ genau.

Meist wird im Ofen das Metallband mit Hilfe von heißer Luft, die über Ventilatoren auf das Metallband geblasen
25 wird, erwärmt. Durch die Änderung der Lufttemperatur, beispielsweise durch die Änderung der Brennerleistung oder über die Änderung der Ventilatordrehzahl kann die gewünschte Wärmemenge auf das Band übertragen und somit die Bandtemperatur geregelt werden.

30 Es ist auch denkbar, dass der Ofen die Wärme durch Strahlung (z.B. Infrarotstrahler) oder über elektromagnetische Effekte (z.B. Wirbelströme, Induktion) auf das Metallband überträgt. Die Regelung dieser Öfen

könnte dann ganz einfach über die zugeführte elektrische Leistung erfolgen.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders gut
5 für Aluminiumbänder.

Vorzugsweise wird durch das prädiktive Modell auch die Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes gesteuert, sodass dadurch immer ein optimaler Füllstand im Bandspeicher
10 eingehalten wird.

Im prädiktiven Modell werden vorzugsweise folgende Parameter für die Regelung der Bandtemperatur berücksichtigt:

15

- die festgelegte Aufhaspeltemperatur
- die Produktionsgeschwindigkeit
- die Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes
- die Banddicke
- 20 - die Bandbreite
- der Auslaufbandspeicherfüllstand
- die Bandtemperatur am Eintritt in den Ofen (Preaging Ofen)

25

- die Bandtemperatur am Austritt des PMT (Peak Metal Temperature) -Trockners/Ofens
- die Umgebungslufttemperatur im Auslaufbereich
- die Bandlängen zwischen dem PMT-Trockner, dem Ofen und der Aufhaspel

30

- die Schrottlängen, die vor und nach der Bandverbindung herausgeschnitten werden müssen
- die Anzahl der Proben, die vor und nach der Bandverbindung herausgeschnitten werden müssen

- die Position der Bandverbindung
- die Temperatur an der Umlenkrolle vor dem Aufhaspel
- bei mehreren Aufhaspeln: welcher Aufhaspel in Verwendung ist

5

Selbstverständlich müssen nicht alle diese Parameter vom Modell berücksichtigt werden.

Zusätzlich zur Steuerung der Aufhaspeltemperatur des Metallbandes können vorzugsweise auch folgende Parameter durch das prädiktive Modell gesteuert werden:

- die Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes
- die Temperatur im Ofen
- 15 - der Wärmeübertrag im Ofen
- der Auslaufbandspeicherfüllstand
- die Bandtemperatur am Eintritt zum Ofen, wenn ein PMT-Trockner vorhanden ist
- die Bandtemperatur am Austritt des Ofens
- 20 - die Bandtemperatur am Austritt des PMT-Trockners, wenn vorhanden
- die Abkühlung des Ofens durch die Regelung der Zufuhr von Umgebungsluft zum Ofen

25 Im Folgenden wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel beschrieben.

In Fig. 1 ist ein Teil einer Glühlinie dargestellt. Das Metallband 7 durchläuft dabei einen Glühofen 10, eine chemische Behandlungssektion (Beizsektion) 1 und einen PMT-Trockner 2 (Peak Metal Temperature Trockner) mit konstanter Geschwindigkeit (Prozessgeschwindigkeit). Die Prozessgeschwindigkeit liegt im Bereich von 120 m/min. Dem

Bandspeicher 3 wird das Metallband 7 kontinuierlich mit konstanter Geschwindigkeit zugeführt und es verlässt diesen mit einer Auslaufgeschwindigkeit, die sich im Betrieb ändert. Im normalen Ablauf des Bundwechsels muss die

5 Bandgeschwindigkeit beispielsweise von Prozessgeschwindigkeit (120 m/min) auf Schneidgeschwindigkeit (30 m/min), Schrottschneidgeschwindigkeit (50 m/min) und auf Einfädelschwindigkeit (30 m/min) reduziert werden.

10 Während dieses Zeitraums wird der Auslaufbandspeicher 3 gefüllt. Im Anschluss wird der Auslaufbandspeicher 3 bei Überholgeschwindigkeit (160-200 m/min) geleert, bevor die Auslaufgeschwindigkeit wieder auf Prozessgeschwindigkeit (120 m /min) reduziert wird.

15 In der Auslaufsektion 4 wird das Metallband 7 in einem Ofen 5 erwärmt, über eine Umlenkrolle 8 geführt und der Aufhaspel 9 zugeführt. Dort wird das Metallband 7 bei einer festgelegten Temperatur warm aufgewickelt. Diese festgelegte Temperatur liegt im Bereich von 40°C bis 150°C,

20 vorzugsweise im Bereich von 50°C bis 130°C. Für einen Bundwechsel wird die Bandgeschwindigkeit reduziert und das Metallband mit der Auslaufschere 6 durchtrennt. Der neue Bandanfang wird dann über eine zweite Aufhaspel 9, die sich hinter der ersten Aufhaspel 9 befindet, warm aufgewickelt.

25 Um nun die festgelegte Temperatur bei der Aufhaspel möglichst genau einhalten zu können, wird über das prädiktive Modell die zukünftige Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes und die Wärmeverluste des Metallbandes zwischen dem Ofen 5 und der Aufhaspel 9 berechnet. Der Ofen 5 wird dann so

30 geregelt, dass das Metallband bei der festgelegten Temperatur mit einer maximalen Abweichung von +/- 5°C aufgewickelt wird. Die vorausschauende Betrachtung der

Bundverbindung (z.B. Heftnaht oder Schweißnaht) erlaubt eine vorrausschauende Modellierung der Auslaufgeschwindigkeit, des Auslaufspeicherfüllstandes, der Bandtemperatur am Austritt des Ofens 5 und der Aufhaspeltemperatur unter Berücksichtigung der Wärmeverluste zwischen Ofenaustritt und Aufhaspel 9.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufwickeln eines Metallbandes (7), wobei das Metallband (7) direkt vor dem Aufwickeln in einem Ofen
5 (5) wärmebehandelt und mit einer Auslaufgeschwindigkeit einer Aufhaspel (9) zugeführt und dort mit einer festgelegten Temperatur warm aufgewickelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** über ein prädiktives Modell die zukünftige Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes (7) und
10 die Wärmeverluste des Metallbandes (7) zwischen dem Ofen (5) und der Aufhaspel (9) berechnet werden und dass dann der Ofen (5) so geregelt wird, dass das Metallband (7) bei der festgelegten Temperatur mit einer maximalen Abweichung von +/- 5°C aufgewickelt wird.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (7) mit einer maximalen Abweichung von +/- 2°C von der festgelegten Temperatur aufgewickelt wird.

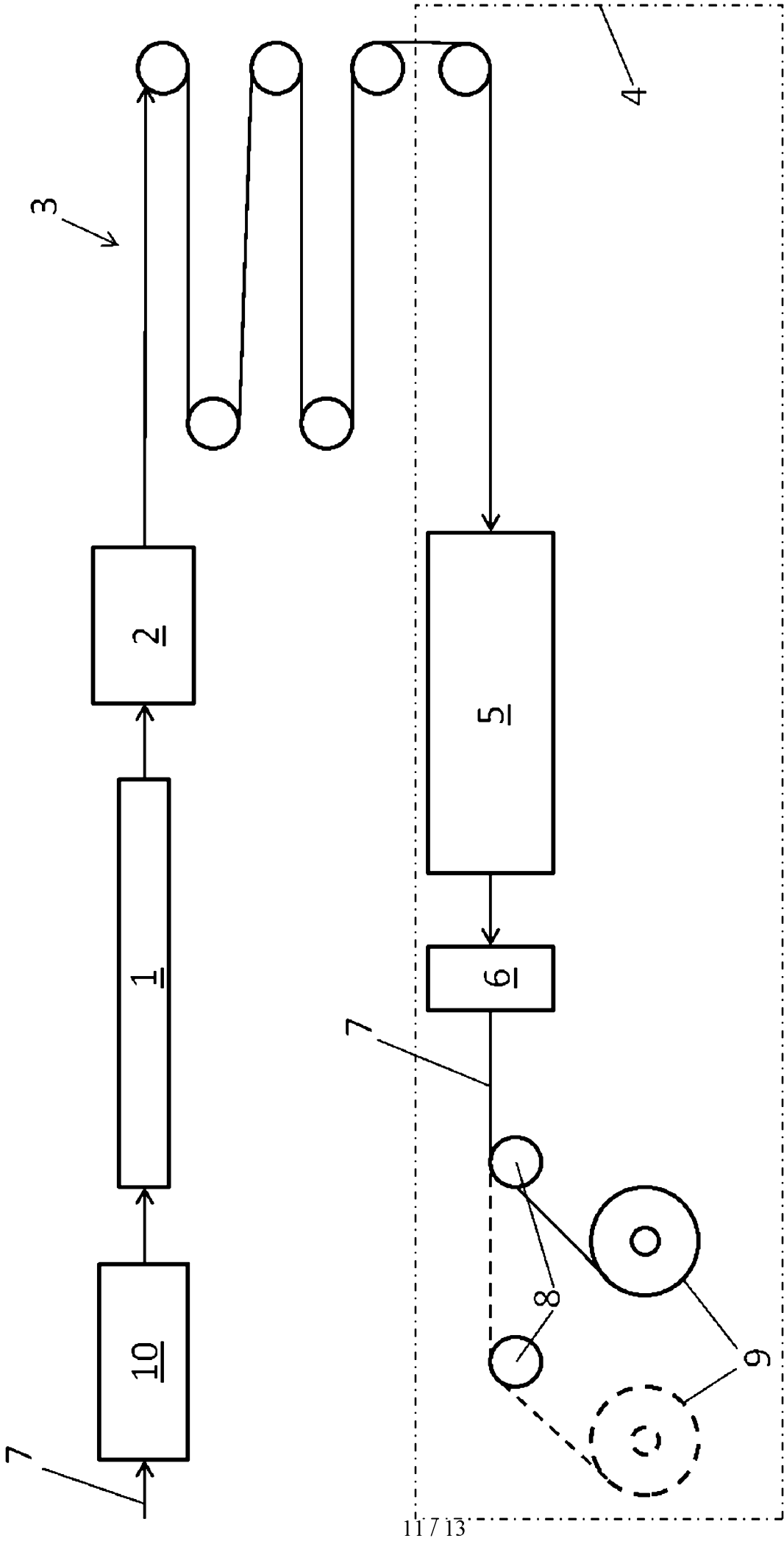
20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Ofen (5) das Metallband (7) mit Hilfe von heißer Luft, die über Ventilatoren auf das Metallband (7) geblasen wird, erwärmt wird und dass der Ofen (5) über die Änderung der Lufttemperatur oder über die
25 Änderung der Ventilator Drehzahl geregelt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Aluminiumband aufgewickelt wird.

30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die festgelegte Temperatur beim Aufwickeln im Bereich von 40°C bis 150°C, vorzugsweise im Bereich von 50°C bis 130°C festgelegt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das prädiktive Modell die Banddicke und die Bandbreite berücksichtigt.
- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufwickeltemperatur des Metallbandes (7) gemessen und vom prädiktiven Modell für die Regelung des Ofens (5) berücksichtigt wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umgebungslufttemperatur zwischen Ofen (5) und Aufhaspel (9) gemessen und vom prädiktiven Modell für die Regelung des Ofen (5) berücksichtigt wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandtemperatur vor dem Eintritt in den Ofen (5) und/oder nach dem Austritt aus dem Ofen (5) gemessen und vom prädiktiven Modell für die Regelung des Ofens (5) berücksichtigt wird.
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das prädiktive Modell die Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes (7) gesteuert wird.

25



3360 AT

Fig. 1

Neue Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufwickeln eines Metallbandes (7), wobei das Metallband (7) direkt vor dem Aufwickeln in einem Ofen
5 (5) wärmebehandelt und mit einer Auslaufgeschwindigkeit einer Aufhaspel (9) zugeführt und dort mit einer festgelegten Temperatur warm aufgewickelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** über eine vorausschauende Modellierung, welche zumindest die Position der
10 Bandverbindung und die Produktionsgeschwindigkeit berücksichtigt, die zukünftige Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes (7) und die Wärmeverluste des Metallbandes (7) zwischen dem Ofen (5) und der Aufhaspel (9) berechnet werden und dass dann die Temperatur des Ofens (5) so
15 geregelt wird, dass das Metallband (7) bei der festgelegten Temperatur mit einer maximalen Abweichung von +/- 5°C aufgewickelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (7) mit einer maximalen Abweichung von
20 +/- 2°C von der festgelegten Temperatur aufgewickelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Ofen (5) das Metallband (7) mit
25 Hilfe von heißer Luft, die über Ventilatoren auf das Metallband (7) geblasen wird, erwärmt wird und dass der Ofen (5) über die Änderung der Lufttemperatur oder über die Änderung der Ventilatordrehzahl geregelt wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Aluminiumband aufgewickelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die festgelegte Temperatur beim Aufwickeln im Bereich von 40°C bis 150°C, vorzugsweise im Bereich von 50°C bis 130°C festgelegt wird.

5

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorausschauende Modellierung die Banddicke und die Bandbreite berücksichtigt.

10

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufwickeltemperatur des Metallbandes (7) gemessen und von der vorausschauenden Modellierung für die Regelung des Ofens (5) berücksichtigt wird.

15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umgebungslufttemperatur zwischen Ofen (5) und Aufhaspel (9) gemessen und von der vorausschauenden Modellierung für die Regelung des Ofen (5) berücksichtigt wird.

20

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandtemperatur vor dem Eintritt in den Ofen (5) und/oder nach dem Austritt aus dem Ofen (5) gemessen und von der vorausschauenden Modellierung für die Regelung des Ofens (5) berücksichtigt wird.

25

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die vorausschauende Modellierung die Auslaufgeschwindigkeit des Metallbandes (7) gesteuert wird.

30