

Schweißtechnische Herausforderungen bei der Herstellung von Multilayer-Druckbehältern

Mein Kontakt zu den ML begann mit einer Fehlentscheidung.

Als unser Senior - Schweißtechniker in Pension ging und ich die Schweißtechnische Abteilung übernahm, beschloss ich aus Zeitmangel nicht - wie mein Vorgänger - im Normenausschuss mitzuarbeiten. Als dort das Thema Multilayer behandelt werden sollte wurde entschieden, dass diese Fertigung ohnehin kaum jemand anwendet und daher eine Normenüberarbeitung nicht notwendig sei. Nicht anwesend sein heißt, nicht dagegen stimmen zu können.

Na ja, das VdTÜV- Merkblatt 359 ist, wenn auch alt, nichts Schlechtes.

Sie müssen jetzt keine Angst haben, dass ich heute das Normblatt herunterbete, nein ich will Ihnen von den Dingen erzählen, wo wir bei SBN in dieser heiklen Fertigung in Schwierigkeiten gekommen sind.

Warum Multilayer – Bauweise???

Einsparung von Gewicht gegenüber geschmiedeten Mänteln

- wichtig wegen des Transportes
- der Gerüstauflegung auf der Baustelle
- des Hebens in das Gerüst
- oder im Falle eines Austauschgerätes mehr Volumen durch geringere Wanddicken

Schnellere Verfügbarkeit von Blechen für einen raschen Fertigungsstart gegenüber geschmiedeten Mänteln

- Bleche können auf Lager gelegt werden
- Schmiedeteile wegen der vorerst unbekanntenen Dimensionen nicht

Die Wärmebehandlung oder besser gesagt der Wegfall dieser bei den Rundnähten

wie entsteht ein ML-Mantel?

Zuschneiden und Puffern der Bleche



Einrollen eines Kernrohres



Schweißen



Wärmebehandeln



Kernrohre aussteifen und zusammenschweißen



Vorbereitung für Vorwärmung



Lagenbleche aufziehen



Heften



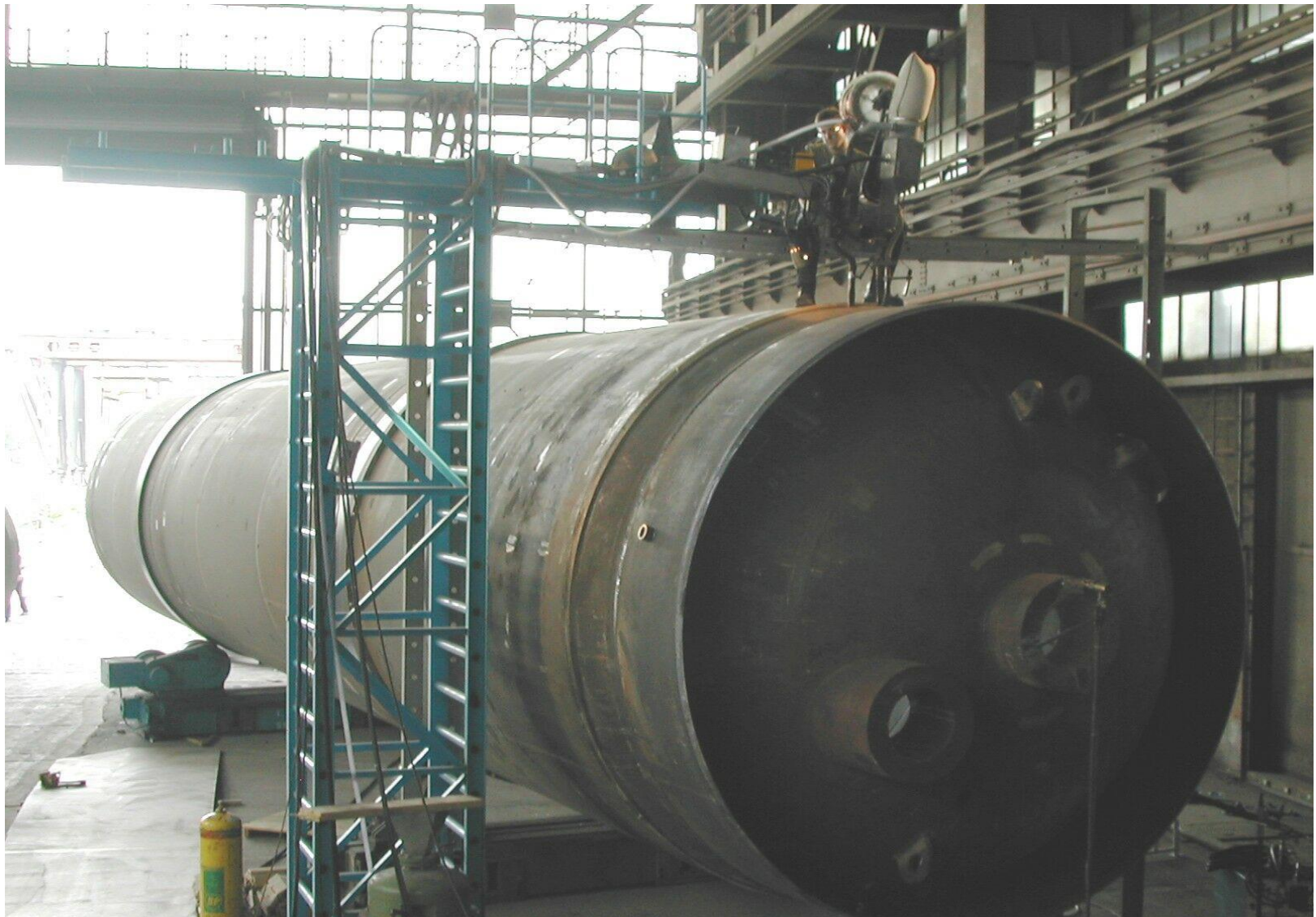
Schweißen und Verschleifen



Schweißkanten vorbereiten für die Rundnaht

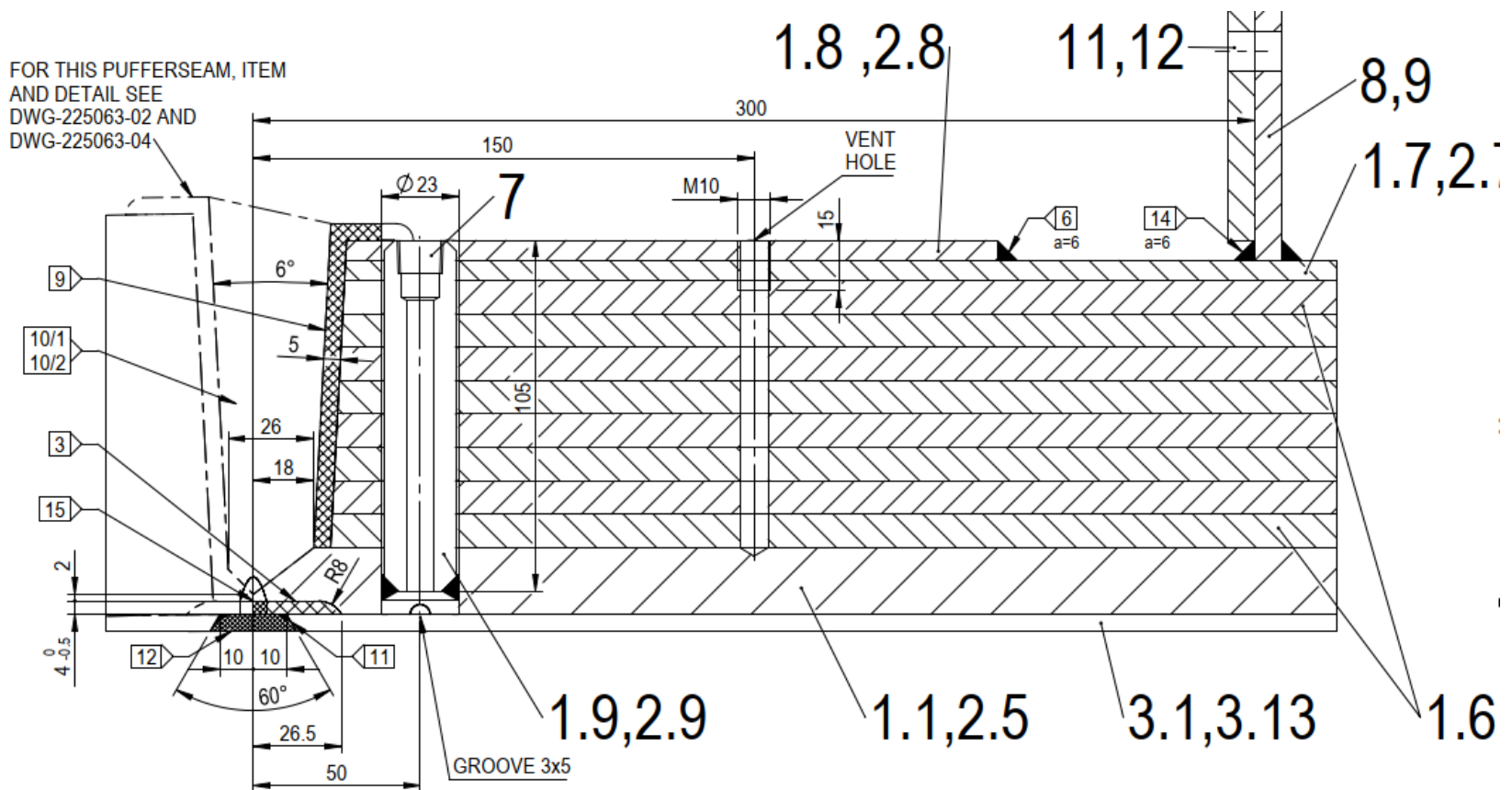


Rundnaht schweißen

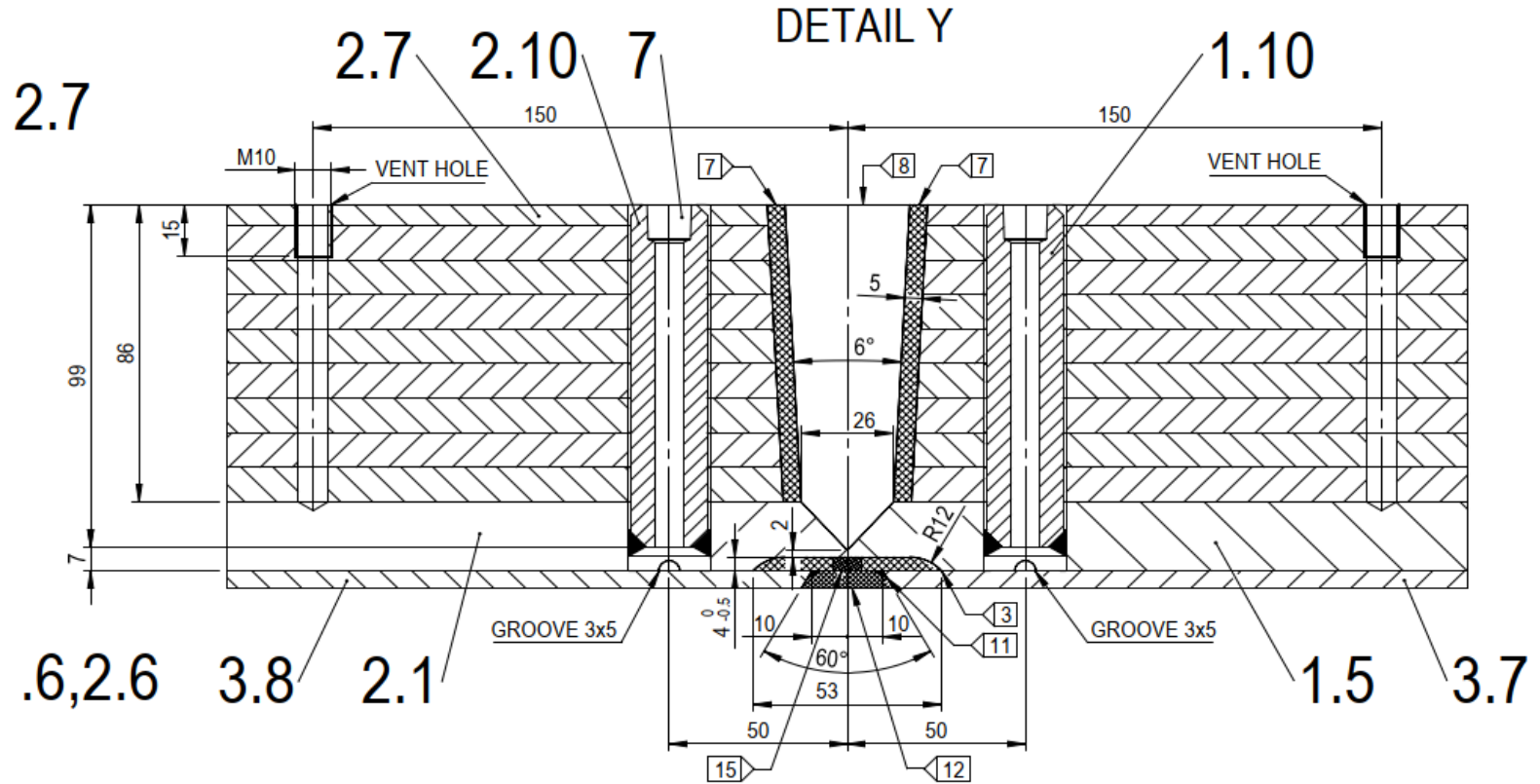


Betrachten wir nun die typische Zeichnung eines ML:
Wo können Probleme entstehen?
Vollständigkeitsgarantie gibt es natürlich nicht.....

Multilayer-Schmiedeteilverbindung



Multilayer-Multilayerverbindung



Kernrohr:

Häufige Fehlermöglichkeiten beim Herstellen eines Zylinderrohres:

- *fehlerhafte Kantenvorbereitung*
- *Nahtumgebung nicht rein geschliffen*
- *falscher Flankenwinkel*
- *falsche Steghöhe*
- *falsche Durchmessererrechnung*
- *konisches Rollen*
- *vergessene Pufferungen*
- *Pufferungen mit zu geringer Tiefe*
- *Fehler beim Gegenschleifen*
- *Überwalzung beim Rundrollen*
- *kein Ausspreizen des fertigen Kernrohres (Rundheit)*
- *Stütz- bzw. Laufringe ungenau gefertigt (Naturmaß nehmen)*

Auf zwei Punkte möchte ich aber besonders hinweisen:

- nicht oder zu wenig vorgepresste Blechenden erzeugen eine Spitze nach außen
diese Unrundheit ist schwer auszubessern und es entstehen Spalten im Multilayerverband
- zu wenig oder nicht nachgeschliffene autogengeschnittene Schweißkanten erzeugen undefiniertes Schweißgefüge
(die Aufkohlung war bei durchgeführten Probeschleifen bis 1,5mm deutlich erkennbar)

Vorbereitung und Heften der Lagenbleche:

mögliche Fehler:

- *ungenaueres Vorrollen*
- *Bleche nicht rechtwinkelig zugeschnitten*
- *Blechausbrüche nicht verschliffen*
- *Achtung auf die Lage der Schlagkante*
- *zu wenig oder zu viel Druck beim Montieren*
- *schräge Montage (Versatz)*
- *Luft zwischen den Blechen*
- *Spaltbreite zu gering oder zu groß*
- *ungenaueres Einrücken der Blechenden als Vorbereitung für die Schweißkante der Rundnaht*

Schweißen der Lagenbleche:

mögliche Fehler:

- fehlerhafte Ausführung der Vorwärmung
- *schlechte Ausführung der Heftschweißung*
- *falscher Anstellwinkel des Schweißdrahtes (Schwenken)*
- *zu wenig Nahtüberhöhung für das Verschleifen geschweißt (Überhöhung oder Unterschleifen erzeugt Spalten im Verband)*
- *Nahtzwischenreinigung nach jeder Raupe nicht durchgeführt*
- *Ausgleichsschweißungen nicht rechtzeitig ausgeführt*
- *100% MT Prüfung oder UT-TOFT übergangen*

Kantenvorbereitung der Rundnaht:

Aus dem stufigen Ende des ML-Mantels wird mittels MAG Schweißung und Schleifen eine glatte Flanke mit ca. 5 mm Schweißgutdicke erzeugt – Spaltverschluss (keine Pufferung).

mögliche Fehler:

- *Schichtdicke zu gering*
- *Schweißfehler im Flankenauflauf*
- *Schlackeneindringen zwischen den Lagenblechen (Bewertung der Rundnaht wird beeinflusst)*
- *fehlender Radius im Übergang zwischen vorstehendem Kernrohr und 1. Lagenblech*
- *MT und PT Prüfung nicht durchgeführt*

Halbkugelvorbereitung zur Rundnahtschweißung:

mögliche Fehler:

- *Pufferung vergessen*
- *WBH als Fehlerquelle*
- *zfP nicht durchgeführt*

Rundnahtschweißung:

mögliche Fehler:

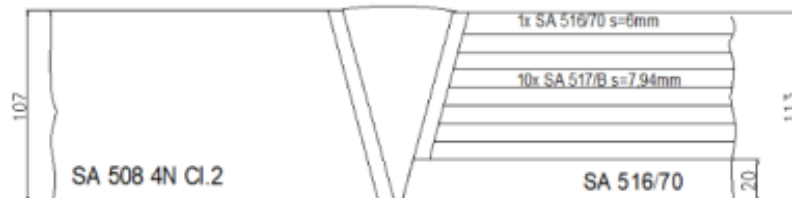
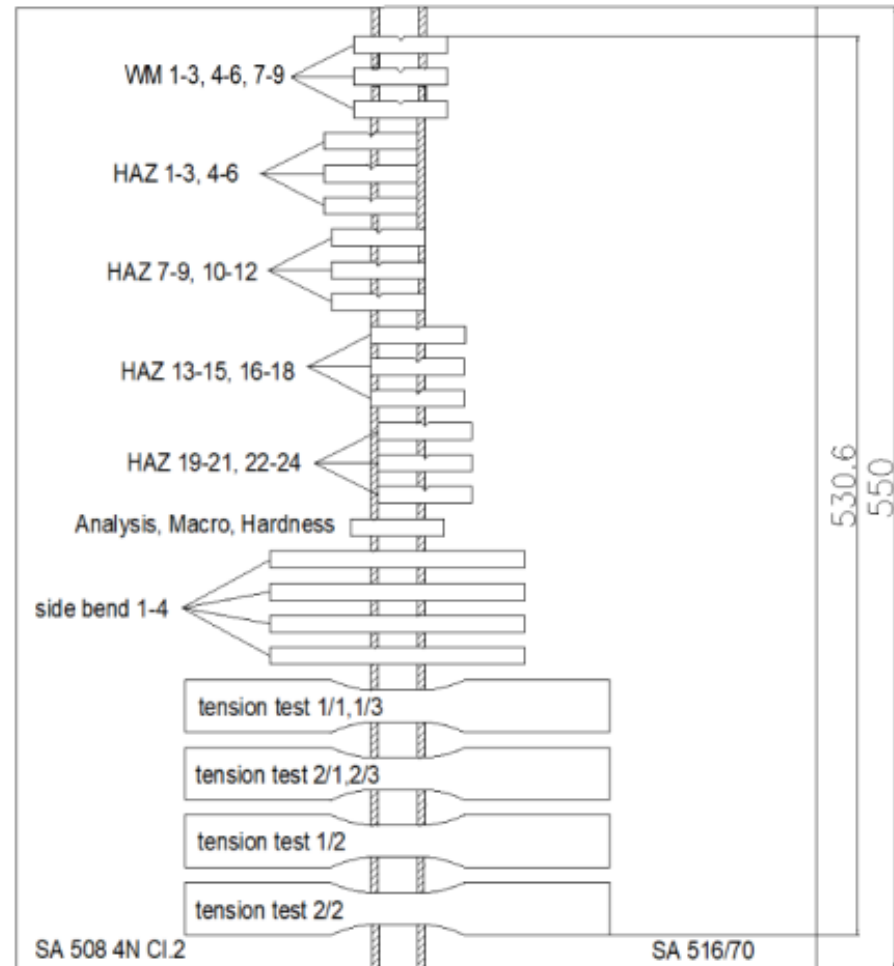
- *Versatz beim Heften (Unregelmäßigkeiten am Umfang verteilen)*
- *zu geringe Spaltbreite (Bewegungsfreiheit für die Stützlagenschweißung muss gegeben sein)*
- *Stützlagen zu schwach für die UP-Schweißung (Durchstechen)*
- *Schlackeneinschlüsse (geometriebedingt)*
- *vergessene Pufferungen an den wärmebehandelten Halbkugeln*

Reparatur der Rundnaht:

die Nahtgeometrie ist genau zu beachten, sonst kann die Fehlerentfernung viele weitere Fehler erzeugen

Benötigte Arbeitsproben – ein letzter heikler Punkt

Arbeitsprobe schweißen:
dazu habe ich Skizzen
mitgebracht, um die
Problematik der Probenanzahl
zeigen zu können:



Lagenblech Längsnähte:

separate Schweißung stellt hohe Anforderung bezüglich Vorwärmung und Abkühlung, daher werden die AP's während der Lagenaufbringung am Multilayer geschweißt - nur so erhält man repräsentative Materialwerte

Multilayer – Multilayer Rundnaht:

- die Größe der Arbeitsprobe ist zu ermitteln (Skizze)
- Anzahl der Zugproben von der Laboreinrichtung abhängig (versetzte Probenanordnung durch den kompletten Nahtquerschnitt)
- Achtung auf unterschiedliche Materialqualitäten
- die Anzahl der Kerbschlagproben ist bedingt durch die unterschiedlichen Grundmaterialien, die Pufferung und den Spaltverschluss enorm hoch
- die Biegeprobe wird als Seitenbiegeprobe über den gesamten Querschnitt ausgeführt
- wichtig ist, dass für diverse Ersatzproben genug Reservematerial vorhanden ist!

Schmiedeteile – Multilayer Nähte:

- WBH vergessen
- Pufferungen

Fertige Produkte – Gewicht zw. 200 und 500 Tonnen







Dies war mein Streifzug durch die Multilayer-Fertigung.

Diese kann dem Hersteller auf Grund der Komplexität jede Menge Ärger bereiten und hohe Kosten verursachen.

Vermieden werden kann das - meiner Meinung nach - am besten durch:

- ***viele Kontrollen***
- ***ständige Präsenz der Schweißaufsicht in der Fertigung und***
- ***intensive Schulung der Mitarbeiter***

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!