

VeraCAD Technology Chat

Title: Kaliberfolgen – Allgemeine Regeln – Praxistipp – Goldene Regel Nummer 2
Type: Basis Technologie
Version: alle Versionen
Language: Deutsch
Autor: Hermann Eratz, Dipl.-Ing. ERATZ-Ingenieurbüro (Deutschland)
Date: 16.4.2020

Dieser Artikel erläutert:

- Grundlegende Überlegungen zur Reduktion von Querschnitten
- Eignung von Kaliberfolgen
- Auswahl der Kaliberfolge in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme

Der Artikel gibt einen Einblick in die Technologischen Zusammenhänge von Kaliberfolgen und soll helfen, passende Kaliberfolgen für die Auslegung eines Walzteils zu finden.

1. Grundlegende Überlegungen zur Reduktion von Querschnitten

Das Reckwalzen dient im Allgemeinen dazu, vorprofilierte Stangen herzustellen, welche dann einer gewünschten Massenverteilung möglichst nah kommen. Daher eignet sich das Reckwalzen besonders gut zur Herstellung von Langteilen, mit harmonischen Übergängen. Diese Walzteile sind meist Vorformen und nur in seltenen Fällen Fertigteile mit geringen Toleranzen. Beim Reckwalzen geschehen in einem Querschnitt drei Dinge gleichzeitig:

- Die Querschnittsfläche nimmt ab – dies ist gewünscht.
- Das Walzteil wird länger – dies ist eine Folge aus der Volumenkonstanz.
- Der Querschnitt wird breiter (Breitung) – dies nehmen wir in Kauf.

Die Höhe der möglichen Abnahme liegt zwischen 0 und 40% (bei Stahl) oder 0 bis 45% (bei Aluminium). Ohne Zweifel hat die Querschnittsabnahme den größten Einfluss auf die Breitung. Unter Breitung verstehen wir die oval förmige Verformung des Querschnitts bei der Reduktion. Zahlenmäßig lässt sich die Breitung als Verhältnis von Breite zu Höhe erfassen.

$$\beta = \frac{B}{H}$$

Bei hoher Abnahme (40%), langen deformierten Abschnitten und großem Walzendurchmesser kann die Breitung Werte von $\beta > 3$ erreichen. Wenn der „breitende Stich“ (meist ein Oval) nicht genügend breit ausgelegt wird, dann kann das Material in den Gratspalt fließen und es entsteht ein Flügel. Um diesen häufig auftretenden Walzfehler zu vermeiden, muss die Querschnittsabnahme geringer sein. Hierzu wird sie in Schritte aufgeteilt, woraus sich mehrere Walzstiche ergeben.

Für den einzelnen Querschnitt bedeutet dies, dass er bis zum endgültigen Fertigprodukt eine Kaliberfolge durchläuft, welche mit der Form des Ausgangsmaterials beginnt und mit der Endform im Fertigprodukt endet. Beide Querschnittsformen und deren Abmessungen werden zu Beginn der Konstruktion festgelegt und sollten im späteren Verlauf nicht mehr verändert werden. Hierdurch ist auch die erforderliche Gesamtabnahme bereits zu Konstruktionsbeginn festgelegt. Damit ist auch die benötigte Anzahl der Walzstiche vorbestimmt. Die folgende Tabelle gibt einen Anhaltspunkt über die erzielbare Gesamtabnahme in Abhängigkeit von der Anzahl der Walzstiche. Grundsätzlich sind auch mehr als 5 Walzstiche möglich. Die hier gemachten Überlegungen decken das Hauptanwendungsfeld des Reckwalzens ab.

Walzstiche	1	2	3	4	5
Stahl	40%	60%	75%	83%	90%
Aluminium	45%	65%	80%	87%	93%

Tabelle 1: Erreichbare Gesamtabnahme abhängig von der Anzahl der Walzstiche

Als praxisgerecht haben sich dabei Kaliberfolgen bewährt, die eine Folge von „breitenden“ und „nicht breitenden“ Querschnittsformen durchlaufen (Bild 1).












Ausgangsmaterial	1	2	3	4	5
					
					

Bild1: Wechsel zwischen „breitenden“ und „nicht breitenden“ Kalibern

Bei der oben gezeigten Kaliberfolge ergibt sich für eine ungerade Anzahl von Walzstichen (1,3,5 Stiche) die Problematik, dass im Fertigprodukt ein Oval vorliegt. In wenigen Fällen ist dies für den weiteren Schmiedeprozess günstig. Wenn das Fertigprodukt ein Kreis oder Vierkant sein soll, führt dies meist zu einer geraden Anzahl von Stichen.

2. Eignung von Kaliberfolgen

Bevor die eigentliche Auswahl einer Kaliberfolge erfolgt, ist zu klären, wofür eine Kaliberfolge besonders geeignet ist. Das wesentliche Merkmal ist die minimale und maximale Abnahme.

Kaliberfolge für geringe oder keine Abnahme (0% bis 5%)

Wenn die Abnahme 0% oder nahe 0% ist, dann kann der Querschnittstyp nicht verändert werden. Ohne Abnahme bleibt ein Kreis ein Kreis und ein Vierkant ein Vierkant. Auch mit geringer Abnahme (bis 5%) ist es möglich, die Umformung bei gleichem Querschnittstyp zu realisieren. Der notwendige Platz zur Breitung an den Seiten wird durch Auszugsschrägen oder durch einen größeren Gravurkantenbruch erreicht.













Kaliberfolge 0% – 5%	Ausgangs- querschnitt	1	2
1			
2			
3			
4*			

Tabelle 2: Kaliberfolge 0% – 5%

*Eine Besonderheit stellt die Kaliberfolge 4, Kreis-Oval-Kreis dar. Hierbei ist das Oval fast ein Kreis. Die Breite ist nur ein wenig größer als die Höhe. Es handelt sich um ein „Dickes Oval“. Maßnahmen, um seitlich mehr Platz zu schaffen sind hier nicht nötig. Diese Kaliberfolge ist somit sehr universell einsetzbar.

Kaliberfolge für mittlere Abnahme (5% bis 12%)

Geht die Abnahme über 12% hinaus, so kann beidseitig allein durch eine Auszugsschräge nicht

mehr genügend Platz geschaffen werden. Es kommt zu einer deutlichen Deformation des Querschnitts und damit zur Breitung. Dies ist nur mit „breitenden Querschnittstypen“ möglich. Trotzdem ähnelt der Zielquerschnitt immer noch dem vorhergehenden Querschnitt. Tabelle 3 zeigt die möglichen Kaliberfolgen.










Kaliberfolge 5% – 12%	Ausgangs- querschnitt	1	2
1			
2			
3			

Tabelle 3: Kaliberfolge 5% – 12%

Da die Umformung noch gering ist (< 12%), ist der Ausgangsquerschnitt und der deformierte Querschnitt (Stich 1) immer noch sehr ähnlich. Das Oval in Stich 1 ist ein „dickes Oval“, der Rhombus hinter dem Quadrat hat Seitenschrägen, die bei geringer Abnahme fast noch 45° betragen, das liegende Rechteck wird umso breiter, je mehr Abnahme es bekommt und ist bei Abnahme 0% immer noch ein Quadrat.

Kaliberfolge für hohe Abnahme (12% bis 40% Stahl)

Bei höheren Abnahmen breitet der Querschnitt mehr. Dies lässt sich besonders gut durch ein Oval oder eine Linse erreichen. Sowohl das Oval als auch die Linse lassen sich gut in die entsprechenden „nicht breitenden“ Querschnitte zurückformen. Der Unterschied zwischen Oval und Linse ist eher gering. Das Oval hat neben einem Scheitelradius noch seitlich 2 kleinere Seitenradien, während die Linse nur einen durchgehenden Scheitelradius hat.































Kaliberfolge 12% – 40%	Ausgangs- querschnitt	1	2
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Ähnliche Querschnitte			
7			
8			
Mischformen			
9			
10			

Tabelle 4: Kaliberfolge 12% – 40 %

Grundsätzlich ist es auch möglich die „noch ähnlichen“ Querschnittsformen Rhombus und Rechteck für hohe Abnahmen einzusetzen. Der Vollständigkeit halber sind diese in Zeile 7 und 8 für hohe Abnahme aufgeführt. Jedoch ergibt sich dann meist das Problem, dass beim Rechteck die runden Ecken und beim Rhombus der obere und untere Radius nicht vollständig gefüllt werden. Daher muss man diese Radien deutlich erhöhen. In diesem Fall kann man aber gleich ein Oval oder eine Linse verwenden.

Mischformen, wobei im zweiten Stich nicht mehr der gleiche Querschnitt wie in der Ausgangsform erreicht wird, sind natürlich auch sinnvoll und haben spezifische Vorteile (s. unten). Zeilen 9 und 10 enthalten Kaliberformen mit Mischform, die häufig vorkommen.

Kaliberfolgen für sehr hohe Abnahme (> 40 % Stahl)

Es gibt Walzteile, wo sehr hohe Gesamtabnahmen erforderlich sind, aber gleichzeitig ist die Anzahl der Walzstiche begrenzt ist. Dann werden auch Abnahmen von mehr als 50 % in einem Walzstich benötigt oder es muss in allen aufeinanderfolgenden Stichen die maximale Abnahme genutzt werden. Dies funktioniert nur mit einer Kaliberfolge, bei der mehrere Ovale hintereinandergeschaltet sind.










Kaliberfolge > 40%	Ausgangs-querschnitt	1	2
1			
2			
3			

Tabelle 5: Kaliberfolge > 40%

Im zweiten Oval kann die Abnahme auch > 40% sein. Die Idee dabei ist, dass die Umformung (Stich 2) in 2 Teilschritten a, b erfolgt.

- Zunächst eine Umformung von Oval nach Kreis oder Oval nach Vierkant (2a).
- Die Umformung macht aber beim Erreichen des Kreises/Quadrats nicht halt, sondern geht noch deutlich weiter und es entsteht abermals ein Oval (2b).

Im ersten Teilschritt (2a) beträgt die Abnahme

$$P_{2a} = 0.8 \cdot P_1 \quad \text{bzw.} \quad P_{2a} = 0.85 \cdot P_1$$

Im zweiten Teilschritt (2b) geht die Umformung von Kreis/Vierkant weiter und es entsteht ein Oval. Diese Umformung P_{2b} sollte mindestens 12 % betragen (s. oben).

Es ist also in Stich 2 die Gesamtabnahme von $P_2 = P_{2a} + P_{2b}$ zu erreichen.

Beispiel:

Wenn für die Umformung P_1 der Maximalwert 40% genutzt wird, so ist im Stich 2a nach 32% Abnahme ein Kreis entstanden oder nach 36% ein Vierkant. Die Umformung wird sodann fortgesetzt und es entsteht ein Oval mit einer der Abnahme P_{2b} . P_{2b} sollte mindestens 12% betragen, woraus sich eine Gesamtabnahme $P_2 = P_{2a} + P_{2b} = 32\% + 12\% = 44\%$ (Stahl) oder $P_2 = 36\% + 12\% = 48\%$ (Aluminium) ergibt.

Ungültige Kaliberfolgen

Es gibt auch ungültige Kaliberfolgen, welche zwangsläufig zu Walzfehlern führen.








Ungültige Kaliberfolgen	Ausgangs- querschnitt	1
1		
2		
3		
4*		
5*		
6*		

Tabelle 6: Ungültige Kaliberfolgen

Ungültige Kaliberfolgen entstehen meist, wenn 2 „nicht breitende“ Querschnitte mit unterschiedlichem Querschnittstyp aufeinanderfolgen. Hier ist der Ausgangsquerschnitt meistens schon breiter als der Querschnitt im nächsten Stich. Er überdeckt also sofort den Gravurkantenbruch oder den Gratspalt und führt automatisch zur „Flügelbildung“.

*Eine Ausnahme bilden die Kaliberfolgen 4, 5 und 6. Hier folgen 2 „nicht breitende“ Querschnittsformen aufeinander, bei der Umformung existiert aber seitlich noch Platz für die Breitung, so dass es nicht zwangsläufig zu Walzfehlern kommt.

3. Auswahl der Kaliberfolge in Abhängigkeit von der Querschnittsabnahme

Ab VeraCAD 4.0 wird immer ein Kaliberplan erzeugt. Walzteile können nicht mehr ohne Kaliberplan existieren. Das Default-Walzprojekt (nach dem Kommando „Datei Neu“) hat rundes Ausgangsmaterial und besteht aus 2 Walzstichen.

Nachdem das Fertigprodukt vollständig eingegeben wurde besteht der Kaliberplan immer noch aus 2 Walzstichen. Dies kann dazu führen, dass die Abnahme in einzelnen Stichen viel zu hoch ist (> 40%). Solche Kaliberpläne funktionieren in der Praxis nicht und der Anwender muss die Anzahl der Walzstiche erhöhen. Dies geschieht mithilfe der Einstellungen bei Prozesskontrolle und anschließend dem Kommando „Kaliberplan neu erstellen“. Zukünftige Version von VeraCAD werden hier mehr Möglichkeiten bieten und zusätzlich eine automatische Optimierung.

Die Anzahl der Walzstiche sollte aufgrund der größten Gesamtabnahme festgelegt werden (s. Tabelle 1). Danach kann im Kaliberplan-Navigationsfenster überprüft werden, ob Walzstiche die maximale Abnahme überschreiten (Anzeigewert „Abnahme“). Diese Strategie entspricht der „Goldenen Regel 1“.

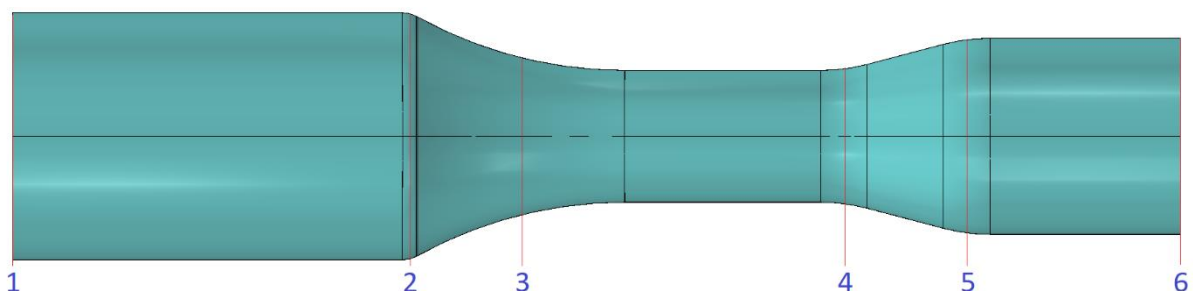


Bild 2: Walzteil für eine Pleuelstange mit 6 Querschnitten

Im nächsten Schritt werden die Kaliberfolgen festgelegt. Hierfür dient als Beispiel die Pleuelstange aus Bild 2. Diese hat 6 Querschnitte mit Gesamtabnahme nach Tabelle 7.

Querschnitt	1	2	3	4	5	6
Gesamtabnahme	0%	0%	72%	72%	38%	38%











Tabelle 7: Gesamtabnahme in den einzelnen Querschnitten der Pleuelstange

Da die größte Gesamtabnahme 72% beträgt (Querschnitt 3+4), kann das Walzteil auch mit 3 Stichen hergestellt werden. Hier werden beide Varianten mit 4 und 3 Stichen vorgestellt. Die Bearbeitung erfolgt für jeden Querschnitt der Reihenfolge nach von links nach rechts.

Variante mit 4 Stichen





















Querschnitte 1 + 2

Diese Querschnitte liegen nicht im Walzteil, sie können nicht umgeformt werden. Daher muss die Abnahme in jedem Stich 0% sein. Der Querschnittstyp entspricht dem Ausgangsmaterial Kreis oder Quadrat. Hier kommt nur die Tabelle 2 in Frage. Die einzige Kaliberfolge über alle 4 Stiche hinweg ist:

Querschnitt 1 + 2 0%	Ausgangs- querschnitt	1	2	3	4
1					
2					

Querschnitte 3 + 4

Diese Querschnitte werden stark reduziert. Für die Gesamtabnahme von 72% kommt die Tabelle 4 in Frage (hohe Abnahme).





















Querschnitt 3 + 4 72%	Ausgangs- querschnitt	1	2	3	4
1					
2					
3					
4					

Es ergeben sich abhängig vom Ausgangsmaterial und dem gewünschten Endquerschnitt je 2 Alternativen. Die günstigste Alternative sind die Kaliberfolgen 2 und 4. Hier ist der Stich 2 als Quadrat (spißkant) ausgeführt. Dies hat 2 Vorteile:

- Die Kaliberfolge Oval – Quadrat bietet eine größere Abnahme.
- Das Oval aus Stich 1 steht senkrecht in den Ecken des Quadrats, wodurch es sich nicht verdrehen kann (Verwindung des Querschnitts).

Querschnitte 5 + 6

Diese Querschnitte haben eine mittelhohe Gesamtabnahme von 38%. Es kommt die Tabelle 3 in Frage (mittlere Abnahme). Zunächst soll jedoch erläutert werden, warum die Kaliberfolgen wie sie für Querschnitt 3 und 4 (72%) verwendet wurden, jetzt nicht mehr sinnvoll sind.

Querschnitt 5 + 6 38%	Ausgangs- querschnitt	1	2	3	4
1					
2					
3					
4					

Die Umformung Oval – Quadrat und Quadrat – Oval benötigt mindestens eine Abnahme von 12%. Eine solche Kaliberfolge findet sich in Zeile 2,3 und 4 wieder. Wenn aber im Stich 2 mindestens 12% umgeformt werden müssen, dann muss auch die Abnahme davor über 12% sein. Aus den Formeln

$$P_2 = 0.8 \cdot P_1 \quad \text{bzw.} \quad P_2 = 0.85 \cdot P_1$$


























ergibt sich umgekehrt für den vorangehenden Stich

$$P_1 = \frac{P_2}{0.8} \quad \text{bzw.} \quad P_1 = \frac{P_2}{0.85}$$

Damit ist die Abnahme im vorangehenden Stich mindestens 15% bzw. 14.1%. Die Gesamt-
abnahme über alle 4 Stiche hinweg beträgt dann mindestens (14.1%, 12%, 14.1%, 12%). Sie liegt bereits bei 41% und der resultierende Querschnitt wird zu klein. Die Kaliberfolge in Zeile 3 schneidet noch schlechter ab (14.1%, 12%, 15%, 12%) und erreicht eine Gesamtabnahme von 43%.

Lediglich die Kaliberfolge aus Zeile 1 ist geeignet, weil die Kaliberfolge Kreis-Oval-Kreis auch in der Tabelle 2 (geringe Abnahme) und Tabelle 3 (mittlere Abnahme) vorkommt.

Abhilfe schafft eine Kombination aus Kaliberfolgen der Tabelle 2 und 4.

Querschnitt 5 + 6 38%	Ausgangs- querschnitt	1	2	3	4
1					
2					
3					
4					
5					

In Zeile 1 und 3 wird zunächst eine Kaliberfolge für hohe Abnahme verwendet. Fast die gesamte Abnahme von 38% wird in den ersten beiden Stichen erzeugt. Hier besteht kein Problem die benötigte Mindestabnahme von 12% zu erzielen. Danach bleibt allerdings keine Abnahme mehr übrig, um den Querschnitt in einen anderen Typ umzuformen. Es wird die Kaliberfolge Kreis-Kreis-Kreis bzw. Quadrat-Quadrat-Quadrat angefügt, welche auch mit einer Abnahme von 0 % zufrieden ist. In der Praxis hat sich allerdings bewährt, noch einen Rest Abnahme in Stich 1+2 übrig zu lassen. Also z.B. in Stich 1, 2 nur 32% zu reduzieren. Dann kann man in Stich 3+4 noch jeweils ca. 3% abnehmen. Hierdurch ergeben sich 2 Vorteile:

- Es wird ein Kontaktdruck zum Walzteil aufrechterhalten. Dieser sorgt für den notwendigen Transport des Walzteils.
- Die vollständige Formfüllung des Kalibers gelingt besser, wenn noch eine Reduktion vorhanden ist.

Eine Alternative könnte die Zeile 2 und 3 darstellen. Hier wird im Stich 1+2 zuerst keine Abnahme erzeugt. Der Querschnitt bleibt konstant. Die Abnahme ist nahe 0%. Der sichere Transport des Walzteils ist aber wieder zu berücksichtigen. Danach wird in Stich 3+4 die noch benötigte hohe Abnahme erzeugt, wobei wieder eine Kaliberfolge aus Tabelle 4 (hohe Abnahme) gewählt wird.

Obwohl diese Kaliberfolgen funktionieren, verursachen Sie jedoch 2 Nachteile:











- Die Stiche 1 + 2 haben gegenüber den Stichen 3 + 4 ein deutlich höheres Umformpotential. Dies bedeutet, in Stich 1 + 2 kann massiv umgeformt (hohe Abnahme erzeugt werden), ohne dass die Gefahr von „Flügel“ entsteht. In Stich 3+4 ist die Breitung β viel größer und es besteht eher die Gefahr der Flügelbildung. Daher muss in späteren Stichen die Abnahme meist geringer sein. Der Vorteil eines hohen Abnahmepotentials in Stich 1, 2 wird bei den Varianten aus Zeile 2 und 4 verschenkt.
- Bei der Auslegung von Walzprozessen muss versucht werden, die Breite des Walzteils möglichst konstant zu halten. Nachbarquerschnitte, die stark breiten, versuchen ihren Nachbarn mit in die Breite (Gratspalt) zu ziehen. Wenn der Nachbar selbst nicht breiten soll, weil er keine Abnahme hat, kann dies zur Flügelbildung führen. Dies vermeidet man mit einer konstanten Breite in der Draufsicht. Da im Querschnitt 3+4 aber bereits eine hohe Abnahme in Stich 1+2 erfolgen muss, ist mit der Variante aus Zeile 2+4 keine konstante Breite mehr zu erzielen.

Beste Kaliberfolge für Querschnitte 5 + 6

Die beste Kaliberfolge für Querschnitte 5+6 finden sich also in Zeilen 1 + 3. Sie nutzen das hohe Umformpotential der ersten Stiche und sorgen für eine konstante Breite in der Draufsicht aller Stiche (Goldene Regel 3). Eine mögliche Abnahmefolge wäre dann (Kreis: 21%, 16.8%, 3%, 3% bzw. Quadrat: 20.5%, 17.4%, 3%, 3%). Diese stellt den Transport und eine gute Füllung der Querschnitte in Stich 3 und 4 sicher.

Eine gute Alternative findet sich noch in Zeile 5. Hierbei übernehmen die beiden ersten Stiche die hohe Abnahme von bis 32% und die restliche geringe Abnahme wird auf die Kaliberfolge Kreis-Oval-Kreis der Stiche 3+4 verteilt. Die Abnahmefolge ist leicht verändert zu (Kreis: 21%, 16.8%, 3.5%, 2.8%).

Geht man strengt nach der Tabelle 3 (mittlere Abnahme) vor und möchte die Abnahme in allen Stichen gleich halten, so entstehen Kaliberfolgen wie unten.

Querschnitt 5 + 6 38 %	Ausgangs- querschnitt	1	2	3	4
1					
2					

Beide Kaliberfolgen versuchen die Abnahme über alle Stiche hinweg gleich zu halten. Die Abnahmefolgen könnten sein, Kreis: 12.5%, 10%, 12.5%, 10% bzw. Quadrat: 12.2%, 10.4%, 12.2%, 10.4%.









Diese Kaliberfolgen funktionieren, sie lassen aber die oben unter „Nachteile“ genannten Punkte außer Betracht. Sie sollten nur dann gewählt werden, wenn die Werkstoffe gar keine hohen Abnahmen ertragen können (z.B. Titan Stähle).

Variante mit 3 Stichen

Gemäß Tabelle 1 kann die größte Abnahme in Querschnitt 3+4 auch mit 3 Stichen realisiert werden. Dann wäre jedoch die Querschnittsform im Fertigprodukt ein Oval oder es muss eine Kaliberfolge Oval-Oval zwischendurch gewählt werden.

















Querschnitte 1 + 2

Analog zur Variante mit 4 Stichen gilt das gleiche. Es gibt keine Umformung und es ist eine Kaliberfolge mit konstantem Querschnitt gemäß Tabelle 2 zu wählen.

Querschnitt 1 + 2 0%	Ausgangs- querschnitt	1	2	3
1				
2				

Querschnitte 3 + 4

Um die hohe Abnahme 72% mit 3 Stichen zu erzielen gibt es folgende Varianten:

Querschnitt 3 + 4 72%	Ausgangs- querschnitt	1	2	3
1				
2				
3				
4				

In Zeilen 1 und 3 wird die geforderte hohe Abnahme durch die Kaliberfolge Oval-Oval erreicht (s. Tabelle 5).

In den Zeilen 2 und 4 gibt es 2-mal eine sehr hohe Abnahme (Stich 1 und Stich 3). Es verbleibt jedoch beim Oval im Fertigprodukt.

















Vorteile dieser Varianten sind die geringere Taktzeit und die geringeren Werkzeugkosten.

In einigen Fällen kann es auch von Vorteil sein, dass die Temperatur nicht so stark abfällt gegenüber der Variante mit 4 Stichen. Zum einen, weil der Prozess schneller abläuft, zum anderen entsteht in jedem Stich, wegen der höheren Umformung mehr Wärme.

Gelegentlich ist auch die Baubreite der Maschine zu gering und lässt keine 4 Stiche nebeneinander zu.

Querschnitte 5 + 6

Die geforderte Gesamtabnahme von 38% stellt für 3 Stiche kein Problem dar. Die Abnahme pro Stich wird weder zu groß noch zu gering.

Querschnitt 5 + 6 38 %	Ausgangs- querschnitt	1	2	3
1				
2				
3				
4				

Wieder wird zu Beginn das hohe Umformpotential der ersten Stiche genutzt und danach nur noch wenig umgeformt (Mitnehmer = konstante Kaliberfolge). Dargestellt ist dies in Zeilen 1 und 3. Die Abnahmefolgen hierfür sind Kreis: 22%, 17.6%, 3.5% bzw. Quadrat: 21.5%, 18.3%, 3.5%.

Die Zeilen 2 und 4 sind Alternativen. Wenn im Querschnitt 3+4, bedingt durch die hohe Abnahme von 72% die Kaliberfolge Oval-Oval verwendet wird, dann ergibt sich durch die Wahl gemäß Zeile 2 und 4 ein Walzstich, der von Querschnitt 3-6 die gleiche Querschnittsform besitzt. Beim Reckwalzen ist es günstig, wenn auf dem ganzen Walzprodukt der Querschnitt konstant bleibt. Die Querschnittsfläche ist im Allgemeinen nicht konstant, weil das Walzprodukt ja profiliert wird. Hat das ganze Produkt jedoch die gleiche Querschnittsform, so ergibt sich zum einen eine glatte harmonische Fläche für die Walzgravur, zum anderen lassen sich Walzfehler besser vermeiden. Eine mögliche Abnahmefolge für Zeile 2 ist Kreis: 12%, 20%, 9% bzw. Zeile 4 Quadrat: 14%, 20%, 10%.