

Produktionsoutput versus Ausbeute

Eine analytische Herangehensweise an die Sägewerksorganisation

HORST HERMAS¹⁾, SŁAWOMIR KRZOSEK²⁾

¹⁾ Vertriebs- und Planungsingenieur bei einem deutschen Anlagenhersteller - MBA International Marketing

²⁾ Fakultät für Holztechnologie, Warschauer Naturwissenschaftliche Universität - SGGW

Abstract: *Produktionsoutput versus Ausbeute. Eine analytische Herangehensweise an die Sägewerksorganisation.* In diesem Beitrag geht es um die Frage, ob bei der Sägewerksorganisation der quantitative Produktionsoutput oder die Schnittholzausbeute die wichtigere Betrachtungshinsicht darstellt. Dabei wird eine simplifizierende analytische Herangehensweise gewählt. Zur Veranschaulichung dienen 1) Schnittbilder mit guter Ausbeute und 2) mit reduzierter Stieligkeit. Diese werden einander in einer Bottleneck-/Produktionsmatrix gegenübergestellt. Von der Analyse sieht man dass in Anbetracht der endlichen Ressource Wald und der Preisentwicklung von Rundholz müsste man jedoch wohl den Weg der besseren Ausbeute wählen.

Schlüsselwörter: Bottleneck, Schnittholzausbeute, Produktionsoutput, Produktionsmatrix

EINFÜHRUNG

Ein oft sehr heiß diskutiertes Thema im Zuge einer Sägewerksorganisation zwischen der Produktionsleitung und dem betriebswirtschaftlichen Controlling ist die Frage, ob man das Hauptaugenmerk bei der Einschnittsproduktion auf den quantitativen Produktionsoutput, d.h. die Einschnittsleistung, oder auf die Ausbeute (Schnittholzausbeute) richten soll (Lohmann 1991, Diehl 2019). Auf den ersten Blick könnte man meinen, die Ausbeute wäre relevanter, solange der Preis von Sägenebenprodukten wie Sägemehl oder Hackschnitzel, hochgerechnet auf einen soliden Kubikmeter, niedriger ist als etwa der Kubikmeter Preis von Schnittware (Nöstler 2013, Dietz, Krzosek 2014, 2015). Bei genauerer Betrachtung stellt sich jedoch die Sachlage in der Sägewerkspraxis der industriellen Holzbearbeitung als etwas komplexer heraus.

Jede Wertschöpfungsstufe stellt als Black-Box (Hermas2009) einen wie auch immer gearteten Produktionsengpass („Bottleneck“) dar. „Bottleneck“ meint den Engpaß beim Transport von Waren, der maßgeblichen Einfluss auf die Abarbeitungsgeschwindigkeit hat. Optimierungsversuche an anderer Stelle führen oft nur zu geringen oder gar keinen messbaren Verbesserungen der Gesamtsituation. Je nach Schnittbildsituation bildet mal das eine oder andere Produktionsgewerk den Produktionsengpass. Dieser jeweilige schnittbildbedingte „Bottleneck“ kann die komplette Produktionskette einbremsen.

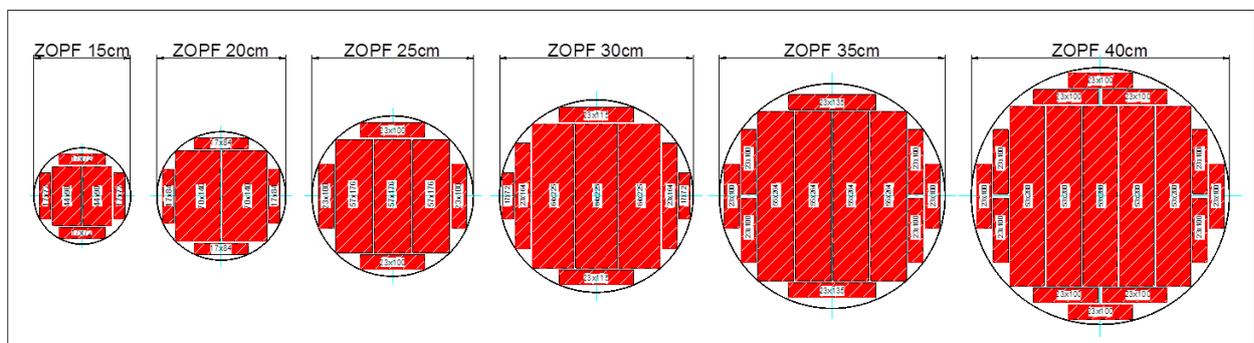


Bild 1: Ausbeuteorientierte Schnittbilder bei gewählter Zopfdurchmesser (Quelle: Hermas)

Zur Illustration dieser komplexen Fragestellung soll ein Anschauungsbeispiel dienen. Es werden dabei verschiedene Referenzschnittbilder: Schnittbilder mit guter Ausbeute (Bild 1) und Schnittbilder mit reduzierter Stieligkeit (Bild 2) verwendet, bei denen die Holzlänge 4 m und die Konizität 1cm/m beträgt.

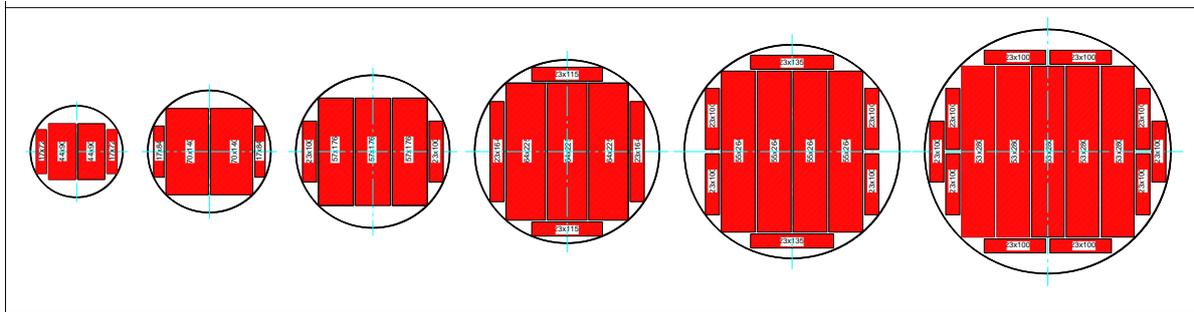


Bild 2: Schnittbilder mit reduzierter Stieligkeit bei gewählte Zopfdurchmesser (Quelle Hermas)

Das Anlagenkonzept-Layout (Blocklayout) sieht folgendermaßen aus (Bild 3):

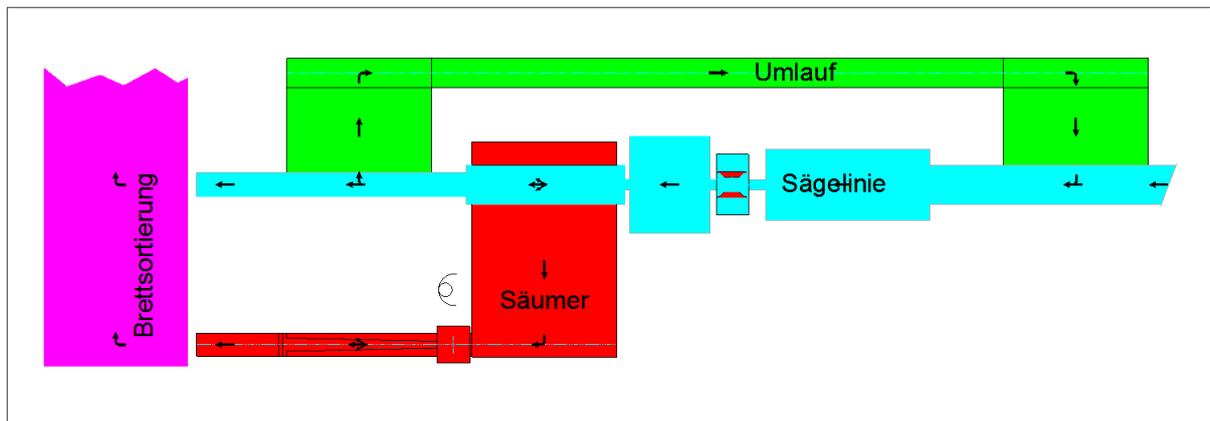


Bild 3: Blocklayout (Quelle Hermas)

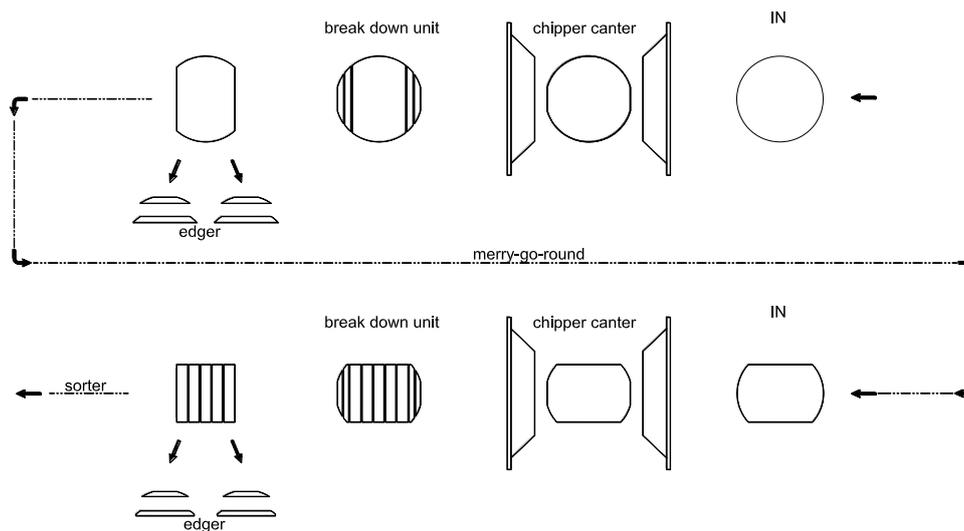


Bild 4: Einschnitts-Flowchart (Quelle Hermas)

Des Weiteren wird noch folgende Rundholzverteilung willkürlich angenommen, die in der einfachen Gaus'schen Verteilkurve abgebildet werden soll (Bild 5):

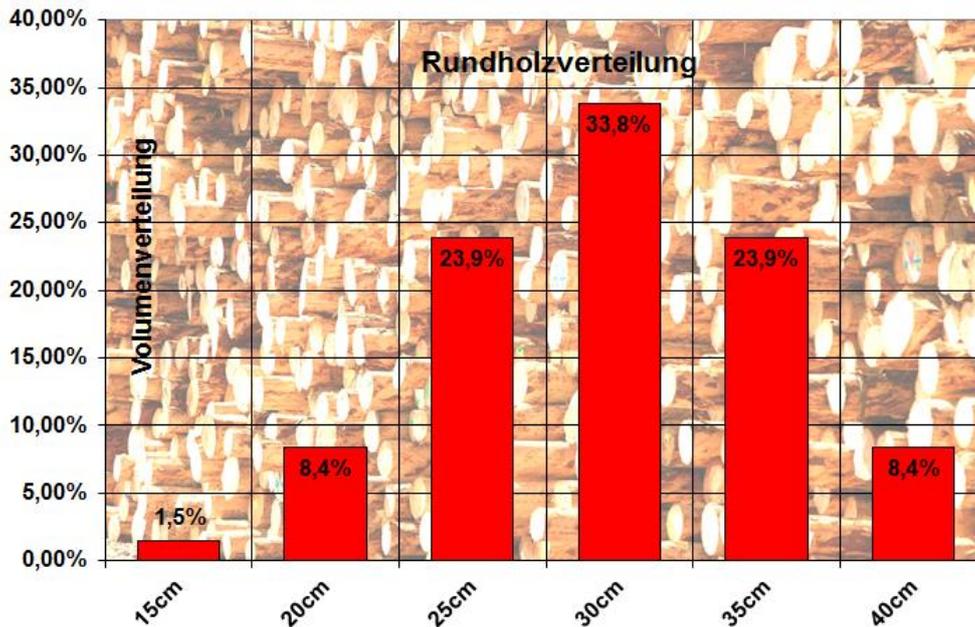


Bild 5: Grafik Rundholzvolumenverteilung nach Zopfdurchmesser (Quelle: Hermas)

Als Produktionsparameter werden folgende Werte angenommen:

Hauptmaschine:

Die Hauptschnittmaschine ist eine 6flanschige Teleskop-Kreissäge mit ausreichender Motorisierung. Da flexibel eingeschnitten wird, braucht es eine Lücke zwischen den Werkstücken von etwa 2.5-3.0 m. Je nach Schnittbild (Anzahl der Schnittfugen und Schnitthöhen wie auch die nötigen Einschübe/Umläufe) kann der Stamm/Model mit einer gewissem Vorschub eingeschnitten werden, worauf hier nicht näher eingegangen wird.

Tabelle 1: Produktionsmatrix/Bottleneckmatrix unter Verwendung optimierter Schnittbilder (Quelle:Hermas)

Schnittbild	Blockvolumen	Verteilung / Volumen	Volumen	Anzahl Rundhölzer	Einschübe / Umläufe	Anzahl Seitenware	max. Rundholzanzahl	max. Rundholzanzahl	Säumer welche können verarbeitet werden	max. Rundholzanzahl	max. Rundholzanzahl	Stückleistung welche (Minimalfunktion)	Arbeitszeit inkl. Anlagenvorfügbarkeit
15cm	0,09 fm	1,49%	1.486 fm	16.371	2	4	6	6,1 St/min	6,0 St/min	8,3 St/min	6,0 St/min	65 h	
20cm	0,15 fm	8,44%	8.436 fm	55.478	2	4	6	6,1 St/min	6,0 St/min	8,3 St/min	6,0 St/min	220 h	
25cm	0,23 fm	23,91%	23.906 fm	104.383	2	4	7	5,7 St/min	6,0 St/min	7,1 St/min	5,7 St/min	435 h	
30cm	0,32 fm	33,83%	33.830 fm	105.161	2	6	9	4,6 St/min	4,0 St/min	5,6 St/min	4,0 St/min	626 h	
35cm	0,43 fm	23,91%	23.906 fm	55.585	2	6	12	4,3 St/min	4,0 St/min	4,2 St/min	4,0 St/min	331 h	
40cm	0,55 fm	8,44%	8.436 fm	15.222	3	8	17	3,1 St/min	3,0 St/min	2,9 St/min	2,9 St/min	123 h	
100%	100.000 fm	352.200										1.800 h	

Brettsäumer für Prismierung der Seitenware:

Hier wird ein Säumersystem mit einer Takt-Leistung von 24 T/min. angedacht.

Brettsortierung:

Bezüglich der Brettsortierung werden Seitenware und Hauptware zusammen verarbeitet, und zwar mit einer maximalen Taktzahl von 80T/min.

Einfache Darstellung einer Bottleneck-Matrix:

Aus den oben genannten Daten und Informationen kann nun eine simplifizierte Bottleneck-Matrix respektive Produktionsmatrix generiert werden (Tabelle 1).

Leider kann hier nicht im Detail auf die Berechnungen der einzelnen Daten eingegangen werden (Greigeritsch 2009), da dies den Rahmen dieses Beitrags sprengen

würde. Gut ersichtlich ist der jeweilige Produktionsengpass innerhalb der Sägewerksanlage, der hier jeweils gelb eingefärbt ist.

Aus dem jeweiligen Minimum der Daten aus den drei Anlagenproduktionen wird nun die Einschnittleistung weiter und hochgerechnet. Es wird dann ersichtlich, dass man für die angenommene Einschnittsmenge von 100.000 m³ Rundholzinput eine Produktionszeit von 1.800 Stunden/Jahr benötigt würde, was etwa einen Einschichtbetrieb bedeuten würde.

Bei der Generierung der folgenden zweiten Produktionsmatrix (Tabelle 2) werden die oben abgebildeten Schnittbilder mit reduzierter Stieligkeit verwendet. In der nachfolgenden Abbildung lässt sich erkennen, dass sich die Situation der Produktionsengpässe etwas geändert hat.

Tabelle 2: Produktionsmatrix/Bottleneckmatrix unter Verwendung der Schnittbilder mit reduzierter Stieligkeit (Quelle: Hermas)

Schnittbild	Blockvolumen	Verteilung / Volumen	Volumen	Anzahl Rundhölzer	Einschübe / Umläufe	Anzahl Seitenware	Anzahl Bretter zur Sortierung	max. Rundholzanzahl verarbeitbar	Sägewerkslinie welche max. Rundholzanzahl verarbeitet werden können	Säumer welche verarbeitet werden können	Brettsortierung welche max. Rundholzanzahl verarbeitet werden können	Stückleistung Sägewerk (Minimalfunktion)	Arbeitszeit inkl. Anlagenverfügbarkeit
15cm	0,09 fm	1,49%	1.486 fm	16.371	2	2	4	6,1 St/min	12,0 St/min	12,5 St/min	6,1 St/min	64 h	
20cm	0,15 fm	8,44%	8.436 fm	55.478	2	2	4	6,1 St/min	12,0 St/min	12,5 St/min	6,1 St/min	218 h	
25cm	0,23 fm	23,91%	23.906 fm	104.383	2	4	5	5,7 St/min	6,0 St/min	10,0 St/min	5,7 St/min	435 h	
30cm	0,32 fm	33,83%	33.830 fm	105.161	2	4	7	4,6 St/min	6,0 St/min	7,1 St/min	4,6 St/min	539 h	
35cm	0,43 fm	23,91%	23.906 fm	55.585	2	4	10	4,3 St/min	6,0 St/min	5,0 St/min	4,3 St/min	309 h	
40cm	0,55 fm	8,44%	8.436 fm	15.222	2	6	15	4,6 St/min	4,0 St/min	3,3 St/min	3,3 St/min	109 h	
	100%	100.000 fm	352.200									1.674 h	

Man kann aber natürlich weitere Anlagenteile als Bottleneck einarbeiten, z.B. Entrindung, Rundholzaufgabe oder Stapelmaschine, sofern diese Anlagenteile hinreichend miteinander verkettet sind, d.h. keine Zwischenspufferung möglich ist (wie z.B. bei der Rundholzpolter „zwischen“ Rundholzsortierung und der eigentlichen Sägewerkslinie)

Bottleneck-/Produktionsmatrix generiert mit dem Schnittbildern mit reduzierter Stieligkeit:

Durch die Verwendung der Schnittbilder mit reduzierter Stieligkeit ergibt sich als Konsequenz, dass z. B. weniger Seitenware produziert wird, welches das Säumersystem möglicherweise entlastet. Und da nun von Haus aus weniger Bretter produziert werden, muss auch die Brettsortierung hier weit weniger Brettware verarbeiten.

Auf Kosten der Ausbeute kann bei diesem Szenario der angegebene Rundholzinput von 100.000 m³ pro Jahr in 1.674 h aufgearbeitet werden. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass man hochgerechnet auf die ursprüngliche Arbeitszeit von 1.800 h/Jahr eine Gesamteinschnittleistung von etwa 107.500 m³ Rundholz erreichen könnte, was einen Mehreinschnitt von 7.500 m³ Rundholzinput bedeutet. In diesem zweiten Szenario mit reduzierter Stieligkeit der Schnittbilder hat man eine theoretische Gesamt-Schnittholzausbeute von etwa 63%. (Siehe folgende Tabelle 3) Daraus resultiert eine Schnittholzmehrproduktion von 4.725 m³.

Um eine atomisierende Betrachtung zu vermeiden, sollen hier im Weiteren nur die Rundholzkosten mitbetrachtet werden, welche in Sägewerken etwa mit 70-75% der Gesamtkosten zu Buche schlagen: Bei einem fiktiven Schnittholzpreis von 100 €/m³ hätte man auf der Umsatzseite bei diesem Szenario einen Mehrbenefit von 472.500 €.

Tabelle 3: Ausbeutetabelle, Gegenüberstellung der theoretischen Ausbeute der optimierten Schnittbilder und der Schnittbilder mit reduzierter Stieligkeit (Quelle: Hermas)

Schnittbild	Blochvolumen	Verteilung / Volumen	Rundholzeinsatz - Volumen	theoretische Ausbeute mit den guten Schnittbildern	theoretische Ausbeute mit schlechteren Schnittbildern	Schnittholzvolumen mit den guten Schnittbildern	Schnittholzvolumen mit den schlechteren Schnittbildern
15cm	0,11 fm	1,49%	1.486 m ³	57%	46%	851 m ³	679 m ³
20cm	0,18 fm	8,44%	8.436 m ³	67%	59%	5.617 m ³	4.983 m ³
25cm	0,26 fm	23,91%	23.906 m ³	69%	61%	16.407 m ³	14.487 m ³
30cm	0,36 fm	33,83%	33.830 m ³	73%	70%	24.600 m ³	23.570 m ³
35cm	0,48 fm	23,91%	23.906 m ³	59%	55%	14.134 m ³	13.111 m ³
40cm	0,61 fm	8,44%	8.436 m ³	73%	70%	6.198 m ³	5.918 m ³
			100.000 m ³			67.808 m ³	62.749 m ³
						68%	63%
						theoretische Schnittholzausbeute	theoretische Schnittholzausbeute

Die Betrachtung von Sägennebenprodukten (Hackschnitzel und Sägemehl, wie auch die Rinde) soll hier aussen vorbleiben. Auf der Kostenseite hat man den erhöhten Rundholzeinsatz. Bei einem angenommenen Rundholzpreis von 70 €/m³ ergibt sich ein Posten von 525.000 € (7.500m³ x 70 €/m³). Hieraus ergibt sich bereinigt eine Mehreinnahme von 52.500 € auf das Jahr hochgerechnet.

Es folgt eine kurze tabellarische Gegenüberstellung des Ausbeutevergleiches der beiden Situationen bei Einschnitt mit den guten Schnittbildern gegenüber den Schnittbildern mit reduzierter Stieligkeit:

Aufgrund der besseren Produktionsschnittbilder erhält man über das Jahr eine Mehrproduktion von etwa 5.000m³ Schnittholz, beim gleichen Rundholzeinsatz und gleicher Arbeitszeit. Unter Verwendung desselben fiktiven Schnittholzpreises von 100 €/m³ ergibt sich hieraus ein Mehrumsatz von 500.000 €. (5.000 m³ x 100 €/m³)

Beim direkten Vergleich der beiden Szenarios (52.000 € vs. 500.000 €) wird sehr augenfällig, dass die „besseren“ Schnittbilder aus betriebswirtschaftlichen Gründen die viel günstigere Situation darstellen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Grob vereinfacht kommt es bei der Sägewerksorganisation darauf an, einen Profit zu generieren, indem eine vernünftige Relation gefunden wird zwischen größtmöglicher Ausbeute und einer adäquaten Einschnittsleistung (Produktionsoutput). Um die Ausgangsfrage korrekt beantworten zu können, muss man die im Sägewerk entstandenen Kosten ganz genau kennen. Wenn natürlich ein Schnittholzbesteller schon auf dem Hof mit einem LKW wartet und evt. mit Deckungskauf droht, dürfte diese Entscheidung in den meisten Fällen auf Seiten des Sägewerksbetreibers firmenpolitisch getroffen werden. In Anbetracht der endlichen Ressource Wald und der Preisentwicklung von Rundholz müsste man jedoch wohl den Weg der besseren Ausbeute wählen.
2. Es ist hier dem simplifizierenden Beispiel mit einfachen Parametern geschuldet, dass weitere Aspekte außer Acht gelassen worden sind wie etwa die Personalkosten und Energiekosten als Beispiel für variable Kosten im Sägewerk. Um dieses Beispiel anschaulich gestalten zu können, wurden auch die entsprechenden Schnittbilder sehr einprägsam gehalten. In der Realität der Sägewerksproduktion würde die Gegenüberstellung der beiden Schnittbilder wohl nicht ganz so deutlich ausfallen.
3. Eine Gegenüberstellung von Einschnittsleistung und möglicher Ausbeute und deren ökonomischer Konsequenzen im Sägewerksbetrieb kann auch für weitere

Fragestellungen nutzbar gemacht werden, z.B. für die Frage, welche Sägewerktechnologie verwendet werden soll, z.B. die Bandsägentechnik im Vergleich zu einem Einschnitt mit Kreissägen. Weitere neue Technologien wie z.B. Rundholz-Röntgenscanner, Stammformfolgender Einschnitt oder auch allfällige im Sägewerk zum Einsatz kommende Meß- und Sensortechnik können hier gegengerechnet werden.

LITERATUR

1. DIEHL F., 2019: Säge oder Forst, wer gewinnt? Ein Dilemma! In: Der Waldbauer, 19. Juni 2019.
2. DIETZ H., KRZOSEK S., 2014: Das Ein-Mann-Sägewerk. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology, 2014, No 88, p. 50 -55.
3. DIETZ H., KRZOSEK S., 2015: Computertomograph und Bandsägen steigern Ausbeute in großen Sägewerken. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology, 2015, No 92, p. 80 -87.
4. GREIGERITSCH T., 2009: Neue Methoden zur Planung und Optimierung der Schnittholzproduktion von Nadelholzsägewerken. Wiesbaden, S. 16ff.
5. HERMAS, H. 2009: Investitionssimulation. Kalkulationsmodell einer Greenfieldinvestition im Sägewerksbereich, unveröffentlichte Masterthesis zur Erlangung eines MBA an der Hochschule Reutlingen.
6. LOHMANN, U. 1991: Holzhandbuch. 4. völlig überarb. Auflage, Leinfelden-Echterdingen.
7. NÖSTLER, M. 2013: Astreine Seitenware zählt. In: Holzkurier.com, 13. August 2013.

Streszczenie: *Wielkość przetarcia kontra wydajność materiałowa. Analityczne podejście do planowania produkcji w tartaku.* W przedstawionym artykule podjęto próbę odpowiedzi na pytanie: co powinno być priorytetem przy planowaniu produkcji w tartaku, wielkość przetarcia czy wydajność materiałowa tarcicy. Dla zobrazowania zagadnienia posłużono się schematami przetarcia zapewniającymi dobrą wydajność materiałowa i schematami przetarcia ze zredukowaną liczbą sztuk tarcicy gwarantującymi zwiększenie przetarcia drewna okrągłego przy określonym parku maszynowym. Oba rodzaje schematów przetarcia skonfrontowano ze sobą przy użyciu macierzy wykrywającej „wąskie gardła“ w procesie produkcji. Z przeprowadzonej analizy wynika, że biorąc pod uwagę jedynie koszty zakupu surowca bardziej opłacalne dla tartaku jest stosowanie schematów przetarcia zapewniających lepszą wydajność materiałową.

Corresponding author:

Horst Hermas
UrsrainerRing 27/1
D-72076 Tübingen
e-mail: horst.hermas@t-online

Sławomir Krzosek
Abteilung für Mechanische Holzbearbeitung
Institut für Holz- und Möbelwissenschaften SGGW
ul. Nowoursynowska 159
02 – 776 Warszawa
e-mail: slawomir_krzosek@sggw.edu.pl