

THEK Gerold, OBERNBERGER Ingwald, 2001: Produktionskosten von Holzpellets gegliedert nach Prozessschritten und unter Berücksichtigung österreichischer Randbedingungen. In: Tagungsband zum 2. Europäischen Experten Forum Holzpellets, November 2001, Salzburg, Umbera GmbH (Hrsg.), St. Pölten, Austria, pp. 33-40

## **Produktionskosten von Holzpellets gegliedert nach Prozessschritten und unter Berücksichtigung österreichischer Randbedingungen**

**Gerold Thek<sup>1</sup>, Ingwald Obernberger<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH, Sandgasse 47, A-8010 Graz, Österreich

<sup>2</sup>Institut für Grundlagen der Verfahrenstechnik und Anlagentechnik,  
Technische Universität Graz, Inffeldgasse 25, A-8010 Graz, Österreich

E-mail: thek@bios-bioenergy.at

### **Zusammenfassung**

Die Produktion sowie der Bedarf an Holzpellets in Österreich und auch in vielen anderen europäischen Ländern unterliegt derzeit einem rasanten Wachstum. Viele Unternehmen, vor allem Unternehmen aus der Holzindustrie, wo naturgemäß entsprechende Rohstoffe anfallen, sind in der Produktion von Holzpellets bereits tätig bzw. überlegen einen Einstieg. Aber auch Unternehmen, die Rohstoffe für die Pelletproduktion zukaufen müssten oder über entsprechende Trocknungskapazitäten verfügen, sind an diesem Markt interessiert. Für einen Einstieg in die Produktion von Holzpellets ist die Kalkulation der Produktionskosten unter Berücksichtigung der produzentenspezifischen Rahmenbedingungen von essentieller Bedeutung für den zukünftigen wirtschaftlichen Betrieb.

Im Rahmen des EU-ALTENER-Projektes „An Integrated European Market for Densified Biomass Fuels (INDEBIF)“ [1] werden umfangreiche Untersuchungen und Berechnungen der Produktionskosten für Holzpellets unter Berücksichtigung aller wesentlichen Einflussgrößen und für unterschiedliche Anwendungsfälle durchgeführt. Die Berechnungen stützen sich auf Daten aus Umfragen, die im Rahmen des genannten EU-Projektes in Österreich und in Südtirol bei Pelletproduzenten erfolgten sowie auf Daten von geplanten und realisierten Anlagen. Verteilungskosten durch ein eigenes Vertriebssystem und/oder durch Zwischenhändler sind in der Kalkulation nicht enthalten, es handelt sich um reine Produktionskosten ab Werk.

Die Produktionskosten für die einzelnen Prozessschritte der Pelletierung wurden mittels einer Volkkostenrechnung auf Basis der Richtlinie VDI 2067 [2] ermittelt. Für die Ermittlung der Gesamtkosten werden die verschiedenen Kostenarten in vier Kostengruppen eingeteilt: kapitalgebundene Kosten, verbrauchsgebundene Kosten, betriebsgebundene Kosten und sonstige Kosten.

Die kapitalgebundenen Kosten setzen sich aus den Kapital- und Instandhaltungskosten zusammen, die verbrauchsgebundenen Kosten erfassen alle Kostenarten, die in direktem Zusammenhang mit der Produktion stehen (beispielsweise Kosten für den Rohstoff und den elektrischen Strom). Unter die betriebsgebundenen Kosten fallen jene Kosten, die aus dem Betrieb der Anlage entstehen, wie beispielsweise die Kosten für die Bedienung der Anlage (Personalkosten). Die sonstigen Kosten umfassen unter anderem die Kosten für Versicherungen, allgemeine Abgaben, Steuern und Verwaltungskosten.

Im Detail sind für die Kalkulation der Pelletproduktionskosten folgende Parameter zu berücksichtigen:

- Investitionskosten für alle Aggregate der Pelletierungslinie sowie für Bautechnik, Büro und EDV, Markteinführung und Planung sowie die Nutzungsdauern und die Instandhaltungskosten all dieser Aggregate.
- Rohstoffkosten sowie Wassergehalt und Schüttdichte des Rohstoffes.

- Der Strompreis, die Anschlussleistungen aller elektrischen Aggregate sowie ein Gleichzeitigkeitsfaktor, der berücksichtigt, dass nicht alle elektrischen Anlagen immer zugleich und auf Volllast betrieben werden.
- Der kalkulatorische Zinssatz.
- Die Anlagenverfügbarkeit (berücksichtigt sowohl geplante als auch ungeplante Produktionsstillstände).
- Im Falle einer vorgeschalteten Trocknung die spezifischen Wärmekosten sowie der für die Trocknung erforderliche Wärmebedarf, weiters die rückgewinnbare Wärme sowie den Erlös dafür im Falle einer möglichen Wärmerückgewinnung.
- Die Kosten und der Bedarf für allenfalls verwendete biogene Presshilfsmittel und die dazugehörigen Dosiereinrichtungen.
- Im Falle einer Konditionierung mit Dampf der Dampfverbrauch sowie die Dampfkosten.
- Die Lagerungskosten in Abhängigkeit der Lagerkapazität und der Art der Lagerung (Lagerhalle und/oder Silo).
- Die Art des Schichtbetriebes in der Pelletproduktion (die Auslastung der Anlage).
- Die Personalkosten sowohl in der Produktion als auch für Personal in Marketing und Administration.
- Die jährliche Pelletproduktionsmenge sowie der Wassergehalt und die Schüttdichte der Pellets.
- Sonstige Kosten.

Aus diesen Parametern erfolgt die Berechnung der gesamten Pelletproduktionskosten sowie der Anteil der einzelnen Prozessschritte und anderen Kostenfaktoren an den gesamten Pelletproduktionskosten.

Der gesamte Prozess der Pelletierung wurde in folgende Prozessschritte und andere Kostenfaktoren eingeteilt:

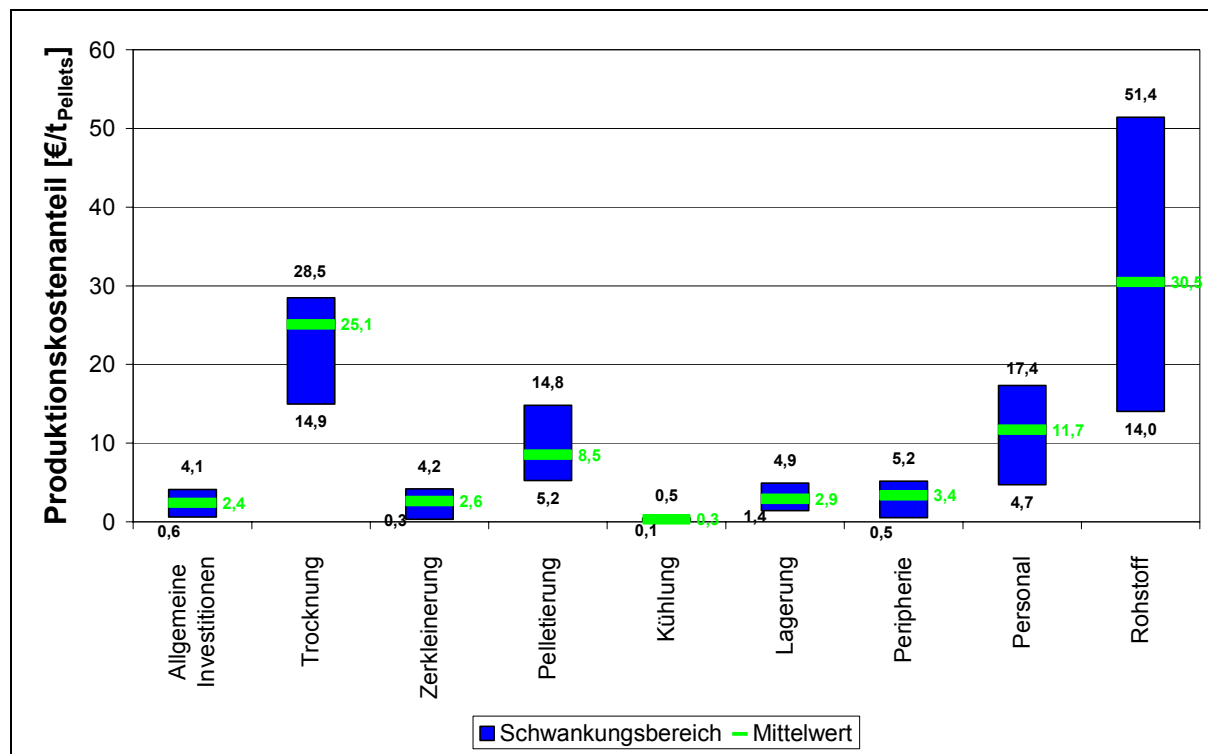
- Allgemeine Investitionen
- Trocknung
- Zerkleinerung
- Pelletierung
- Kühlung
- Lagerung
- Peripherie
- Personal
- Rohstoff

In Abbildung 1 sind die Bereiche der Produktionskosten, die durch die einzelnen Teilschritte der Pelletierung verursacht werden, dargestellt.

In den allgemeinen Investitionen sind sowohl Investitionen in die baulichen Anlagen für die Pelletierungslinie enthalten als auch Investitionen in Büro und EDV sowie Markteinführung und Planung. Sehr geringe allgemeine Investitionskosten können durch die Nutzung bestehender Hallen und Gebäude erzielt werden. Aufwändige neu zu errichtende Infrastruktur verursacht hingegen naturgemäß hohe allgemeine Investitionskosten. Insgesamt ist aber der Einfluss der allgemeinen Investitionen auf die gesamten Pelletproduktionskosten eher gering.

Für die Trocknung wurden die in Österreich bereits eingesetzten Trocknersysteme Röhrenbündeltrockner und Bandrockner berücksichtigt. Weiters wurde die Option des Flugstrom-Dampftrockners berücksichtigt, die als wesentlichen Vorteil gegenüber den beiden anderen Systemen die Möglichkeit der Wärmerückgewinnung bietet aber wesentlich teurer ist. Der Anteil der durch die Trocknung verursachten Produktionskosten beträgt bei der Verwendung von Röhrenbündeltrocknern oder Bandrocknern zwischen 25 und 29 €/t<sub>Pellets</sub>,

wobei Bandtrockner trotz höherer Investitionskosten durch die Verwendung von Niedertemperaturwärme (Heißwasser statt Dampf) geringere Pelletproduktionskosten verursachen. Durch die Verwendung eines Flugstrom-Dampftrockners, der die Möglichkeit einer Wärmerückgewinnung bietet, können die Trocknungskosten trotz mehr als dreimal höherer Investitionskosten für diesen Trocknertyp bei Großanlagen gesenkt werden (unter der Voraussetzung, dass die durch die Wärmerückgewinnung gewonnene Wärme sinnvoll nutzbar ist). Der Anteil der Trocknungskosten an den gesamten Pelletproduktionskosten ist generell sehr hoch. Die günstigsten Trocknungskosten lassen sich dann erzielen, wenn die Wärme betriebsintern aus Reststoffen (z.B. Rinde) mit einer Biomassefeuerungs- bzw. Biomasse-KWK-Anlage erzeugt werden kann (z.B. in einem Holzverarbeitenden Betrieb).



**Abbildung 1:** Produktionskosten der einzelnen Schritte der Pelletproduktion

Erläuterungen: Produktionskosten ab Werk, Datenquelle [1; 3]

Für die Zerkleinerung des Rohmaterials werden in der Regel Hammernmühlen eingesetzt. Alternativ dazu könnte das Rohmaterial vor der Pelletierung gesiebt werden. Der Siebdurchgang könnte direkt ohne Zerkleinerung der Pelletpresse zugeführt werden, der Siebüberlauf könnte entweder über eine kleiner dimensionierte Hammernmühle gefahren oder in einer eventuell vorhandenen Biomassefeuerung als Brennstoff eingesetzt werden. Die Kosten für die Zerkleinerung haben insgesamt einen eher geringen Einfluss auf die gesamten Pelletproduktionskosten.

In den Kosten für die Pelletierung selbst sind, wenn vorhanden, auch die Kosten für die Konditionierung mit Dampf sowie die Kosten für Presshilfsmittel inkludiert. Für die Pelletierung stehen im wesentlichen zwei verschiedene Technologien zur Verfügung, die Ringmatrizen- und die Flachmatrizentechnologie. In Österreich werden meist Ringmatrizenpressen für die Pelletproduktion verwendet. Bei dieser Technologie ist mit etwas geringeren Investitionskosten als bei Flachmatrizenpressen zu rechnen. Zudem zeigen die derzeit vorliegenden Erfahrungen, dass Ringmatrizenpressen eine höhere Verfügbarkeit aufweisen. Weiters führen kleinere Pressen mit geringen Durchsätzen zu verhältnismäßig hohen Produktionskosten.

Zur Kühlung der Pellets nach der Pelletpresse werden in der Regel Gegenstromkühler eingesetzt. Für Anlagen mit sehr kleinen Produktionsmengen kann ein nachgeschalteter Kühler auch entfallen. Die Kühlkosten sind für die gesamte Betrachtung des Pelletproduktionsprozesses unerheblich.

Die Kosten für die Lagerung hängen stark von der Lagerkapazität sowie von der Art des Lagers ab. Ein Grossteil der österreichischen Pelletproduzenten verfügt über eine Lagerkapazität von weniger als 10 % der jährlichen Pelletproduktionsmenge [1], wobei die fertigen Pellets in der Regel in Silos gelagert werden. Die Lagerung von Pellets in Lagerhallen wird zwar teilweise durchgeführt, ist aber eher unüblich. Der Einfluss der Lagerhaltungskosten auf die Gesamtkosten ist trotz teilweiser hoher Investitionskosten für Silos oder Lagerhallen relativ gering.

Unter Peripherie werden Kosten zusammengefasst, die durch Investitionskosten und elektrischen Stromverbrauch von Fördereinrichtungen, Siebmaschinen, Ventilatoren, Zelleradschleusen, etc. verursacht werden. Der Einfluss der durch die peripheren Anlagen verursachten Kosten auf die Gesamtkosten ist eher gering.

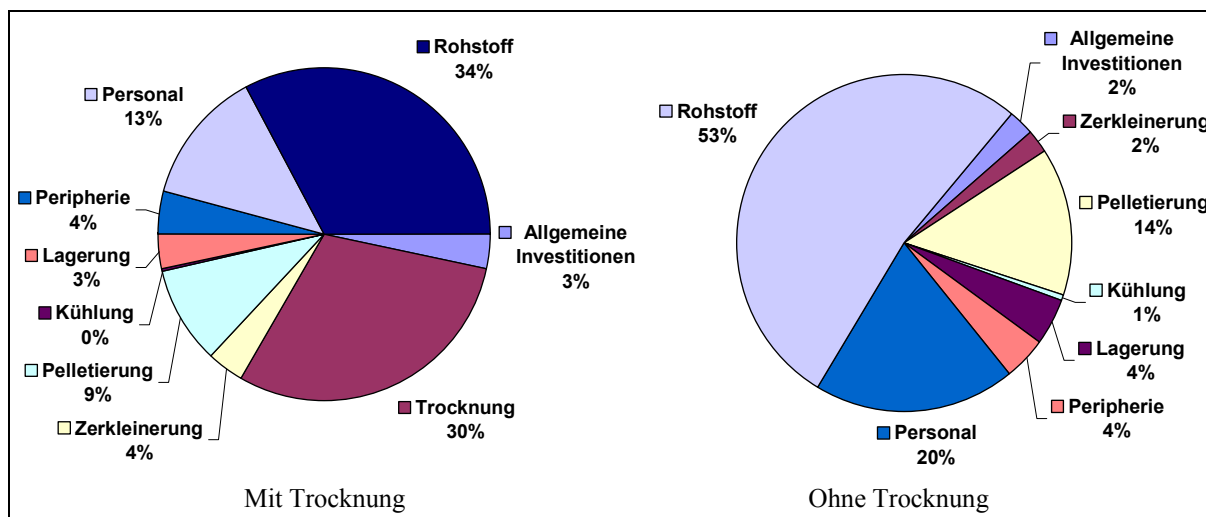
Die Personalkosten berücksichtigen sowohl die Kosten für Personal in der Produktion als auch für Personal in Marketing und Administration. In der Regel haben die Personalkosten einen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtkosten der Pelletierung.

Für die Kalkulation der gesamten Pelletproduktion müssen auch die Rohstoffkosten berücksichtigt werden. Der wesentlichste Einflussfaktor dabei ist, ob es sich um trockenen oder nassen Rohstoff handelt. Trockene Rohstoffe sind üblicherweise etwas teurer als nasse Rohstoffe, die gesamten Produktionskosten reduzieren sich aber durch die Verwendung eines trockenen Rohstoffes deutlich, da die gesamten Investitionen sowie die verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten der Trocknung entfallen. Die Rohstoffkosten sind neben den Trocknungskosten - im Falle der Verwendung nasser Rohstoffe - der bedeutendste Einflussfaktor auf die gesamten Pelletproduktionskosten.

Einen Überblick über die durchschnittliche Zusammensetzung der Pelletproduktionskosten für Anlagen mit und ohne Trocknung gibt Abbildung 2. Demnach stellen die Kosten für das Rohmaterial sowie die Kosten für die Trocknung des Rohmaterials bei Verwendung feuchter Sägespäne die wesentlichsten Einflussgrößen auf die Produktionskosten von Holzpellets dar. Diese können, je nach Randbedingungen, bis zu zwei Drittel der gesamten Produktionskosten betragen. Bei der Verwendung von ausschließlich trockenem Rohmaterial werden die Produktionskosten von den Rohstoffkosten dominiert.

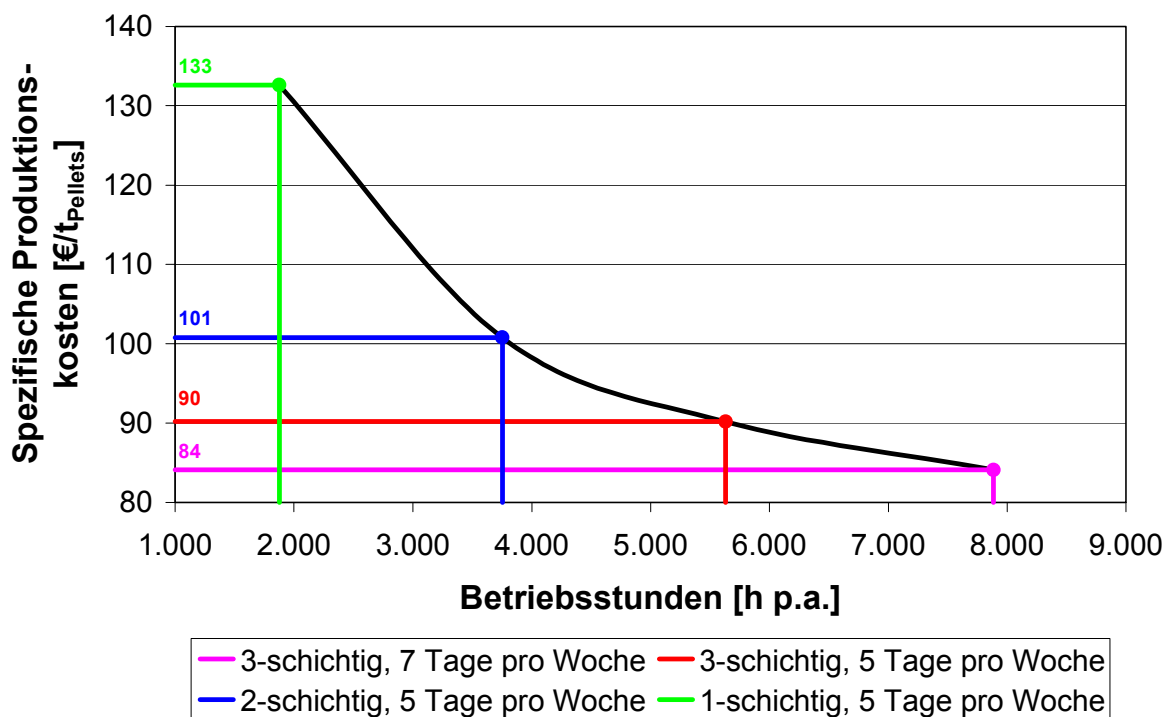
Bedeutsame Einflussgrößen sind auch die Betriebsweise sowie die Anlagenverfügbarkeit. Für eine wirtschaftliche Produktion von Holzpellets sollte, insbesondere bei Verwendung feuchter Sägespäne, zumindest ein Dreischichtbetrieb über fünf Tage pro Woche angestrebt werden, wobei ein durchgehender Betrieb über sieben Tage pro Woche die Optimallösung darstellt. Geringere jährliche Betriebsstunden führen zu stark erhöhten Pelletproduktionskosten (siehe Abbildung 3).

Eine verringerte Anlagenverfügbarkeit führt zu geringeren jährlichen Betriebsstunden und hat damit eine analoge Auswirkung wie die Betriebsweise der Anlage. Es sollte zumindest eine Anlagenverfügbarkeit von 85 % erreicht werden, um wirtschaftlich Holzpellets produzieren zu können.



**Abbildung 2:** Durchschnittliche Zusammensetzung der Pelletproduktionskosten für Produktionsanlagen mit und ohne Trocknung

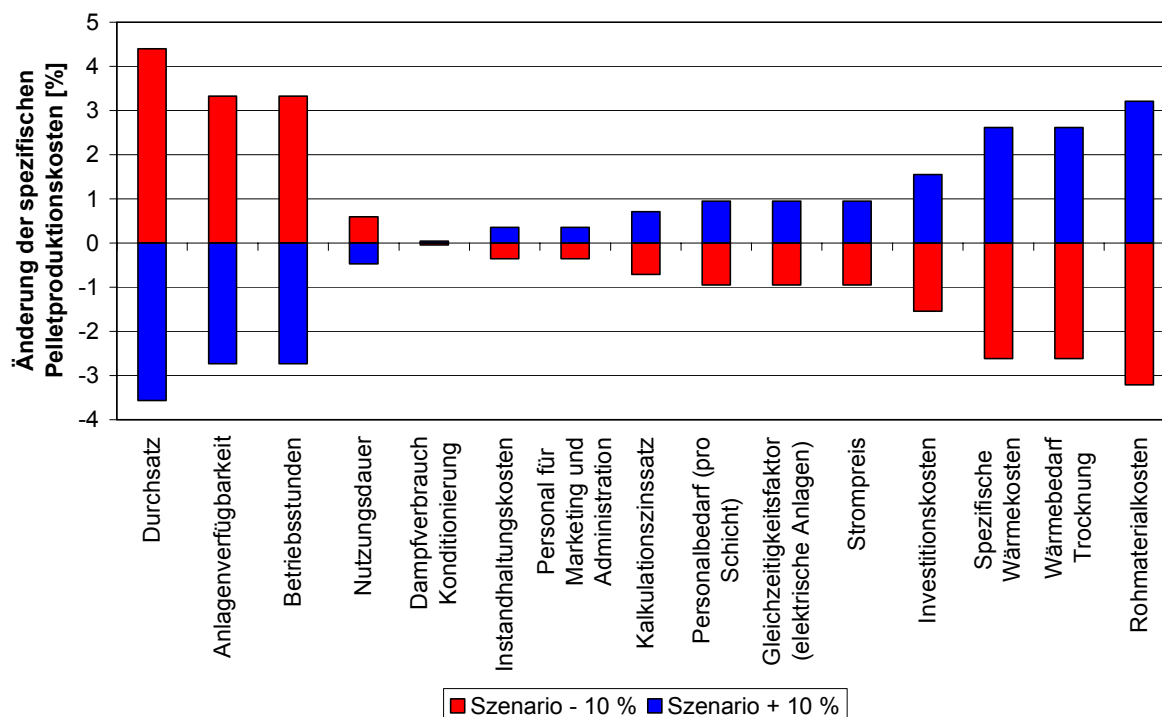
Erläuterungen: Produktionskosten ab Werk durchschnittlich zwischen 73,5 und 94,6 €/t<sub>Pellets</sub> für Anlagen mit Trocknung und zwischen 52,2 und 81,3 €/t<sub>Pellets</sub> für Anlagen ohne Trocknung; Datenquelle [1; 3]



**Abbildung 3:** Abhängigkeit der Produktionskosten von den jährlichen Betriebsstunden

Erläuterungen: Produktionskosten ab Werk für einen durchschnittlich angenommenen Fall; Datenquelle [1; 3]

Abbildung 4 zeigt den Einfluss verschiedener Parameter auf die gesamten Pelletproduktionskosten. Demnach sind einerseits Durchsatz, Anlagenverfügbarkeit und jährliche Betriebsstunden und andererseits die Rohmaterialkosten sowie die spezifischen Wärmekosten und der Wärmebedarf für die Trocknung von wesentlicher Bedeutung.



**Abbildung 4:** Einfluss verschiedener Parameter auf die gesamten Pelletproduktionskosten

Erläuterungen: Berechnung der prozentuellen Änderung der spezifischen Pelletproduktionskosten durch einzelne Variation der Parameter um plus/minus 10 %; Datenquelle [1; 3]

Sämtliche Kalkulationen wurden auf Basis von Angaben und Erkenntnissen aus gezielten Fragebogenumfragen, durchgeführten Interviews mit österreichischen Pelletproduzenten sowie auf Basis von Daten von geplanten und realisierten Anlagen in Österreich durchgeführt. Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass eine wirtschaftliche Produktion von Holzpellets sowohl im kleinen Maßstab (Produktionsmengen von wenigen hundert Tonnen pro Jahr) als auch im großen Maßstab (Produktionsmengen von mehreren zehntausend Tonnen pro Jahr) möglich ist. Im kleinen Maßstab sind allerdings die produzentenspezifischen Rahmenbedingungen sehr sorgfältig zu prüfen, da gerade in diesem Bereich die Gefahr zu hoher Produktionskosten und damit einer unwirtschaftlichen Produktion gegeben ist.

Umfragen in weiteren 16 europäischen Ländern (mit Schwerpunkt auf Schweden und Spanien) erfolgen im Rahmen des EU-Projektes. Die Ergebnisse sollen die Datenbasis für einen internationalen Vergleich der Produktionskosten für Holzpellets liefern (insbesondere einen detaillierten Vergleich mit dem skandinavischen Raum). Aus den Unterschieden in den Produktionskosten und den Ursachen dafür sollen mögliche Einsparungspotenziale sowie technologische Anpassungen bzw. Optimierungspotenziale abgeleitet werden.

## Literatur

- 1 THEK Gerold, OBERNBERGER Ingwald, 2001: An Integrated European Market for Densified Biomass Fuels (INDEBIF), Österreichischer Länderbericht (Zwischenbericht), EU-ALTENER-Projekt AL/98/520, Graz, Österreich
- 2 RICHTLINIE VDI 2067, 1983: Betriebstechnische und wirtschaftliche Grundlagen - Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, Deutschland
- 3 MUT, 2001: Holzpreise in der Steiermark im Februar 2001, MUT - Märkte/Unternehmen/Trends, Zeitschrift der Wirtschaftskammer Steiermark, Folge 11, 23. März 2001