

# Hermann Witte

---

## Nachhaltiges Produktionsmanagement : (sustainable production management)

---

Ekonomiczne Problemy Usług nr 60, 446-460

---

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

*HERMANN WITTE<sup>1</sup>*

## **NACHHALTIGES PRODUKTIONSMANAGEMENT<sup>2</sup> (SUSTAINABLE PRODUCTION MANAGEMENT)**

### **EINLEITUNG**

Der Begriff Nachhaltigkeit stammt aus der Forstwirtschaft. Er geht auf H. C. von Carlowitz (1713) zurück.<sup>3</sup> Eine nachhaltige Forstwirtschaft entnimmt dem Wald nicht mehr Holz als nachwächst. So steht künftigen Generationen auch noch genügend Holz zur Verfügung. Das Konzept der Nachhaltigkeit wurde im von den Vereinten Nationen in Auftrag gegebenen Brundtland-Report<sup>4</sup> 1987 wiederentdeckt und in der Agenda 21<sup>5</sup> festgeschrieben. Der im Brundtland-Report benutzte Begriff Nachhaltigkeit bezieht sich auf eine weltweite Entwicklung und weist drei Aspekte auf:

- den Ausgleich zwischen den Generationen,
- den Ausgleich von Ökonomie und Ökologie sowie
- den Ausgleich zwischen „Arm“ und „Reich“.

Diese drei Aspekte der Nachhaltigkeit sind bei der Entwicklung eines nachhaltigen Produktionsmanagements zu berücksichtigen. Um ein nachhaltiges Produktionsmanagement zu entwickeln, wird von der kleinsten Einheit der Entstehung der Nachhaltigkeit, dem Produktionsprozess für ein Produkt ausgegangen. Dieser Produktionsprozess wird durch eine wertbezogene (monetäre) Produktionsfunktion abgebildet. Für diese Produktionsfunktion sind dann Nebenbedingungen zu finden, die die Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen sichern. Dazu wird sowohl auf eine betriebswirtschaftliche als auch auf

---

<sup>1</sup> Dr. Hermann Witte, Professor für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Logistik und Umweltökonomie, Department für Management und Technik, Lingen/Germany

<sup>2</sup> Überarbeiteter Beitrag zum DAAD-Forschungsprojekt „Nachhaltige Produktionslogistik“.

<sup>3</sup> Vgl. Carlowitz, H.K.v.: *Sylvicultura oeconomica* oder haußwirtschaftliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht, Leipzig 1713 (Nachdruck Freiberg 2000), S. 105

<sup>4</sup> Vgl. Hauff, V. (Hrsg.): *Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*, Greven 1987, insb. S. XI, XV f., XXII, XXIV, 1 f., 9 f., 41 - 45, 46 - 69

<sup>5</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): *Umweltpolitik. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro – Dokumente -, Agenda 21*, Bonn o.J.

eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung der Zusammenhänge eingegangen. Die wertbezogene Produktionsfunktion muss daher sowohl als betriebswirtschaftliche als auch als aggregierte (gesamtwirtschaftliche) Produktionsfunktion verwendbar sein.

## **DIE WERTBEZOGENE PRODUKTIONSFUNKTION UND IHRE NEBENBEDINGUNGEN ZUR SICHERUNG DER NACHHALTIGKEIT**

Die hier benutzte wertbezogene Produktionsfunktion weist die folgende Form auf:<sup>6</sup>

$$PL_n = Y = E = w (AK + KK) \quad (1)$$

mit

$PL_n = Y = E =$  nachhaltige Produktionsleistung/BSP/Erlös

$AK =$  Kosten der eingesetzten Arbeit

$KK =$  Kosten des eingesetzten Kapitals

$w =$  Wertschöpfungsfaktor

Ausgehend von der in Gleichung (1) dargestellten Produktionsfunktion wird die erste These aufgestellt:

**These 1:** Die Wertschöpfung von eins ( $w = 1$ ) sichert den Ausgleich zwischen „Arm“ und „Reich“.

Formt man Gleichung (1) um und fasst die Kosten für die Arbeit und die Kosten für das Kapital zu den Gesamtkosten ( $K_G$ ) zusammen, ergibt sich Gleichung (2):

$$E = w \bullet K_G \quad | \quad K_G = AK + KK \quad (2)$$

Wird Gleichung (2) nach  $w$  aufgelöst und für den Erlös ( $E$ ) der Term Preis ( $p$ ) mal Menge ( $x$ ) eingesetzt, so erhält man Gleichung (3):

$$w = p \bullet x / K_G \quad | \quad E = p \bullet x \quad (3)$$

---

<sup>6</sup> Vgl. Witte, H.: Eine Produktionsfunktion für die Abbildung nachhaltiger regionaler Entwicklungen, in: Scientific Journal (of University of Szczecin), Nr. 479, Regional Development, Vol. 1 (2007), S. 57 – 69; Witte, H.: Das Logistikkonzept „nachhaltiges Supply Chain Management“, in: Scientific Journal (of University of Szczecin), Nr. 506, Ökonomische Probleme, Nr. 23, Nachhaltiges Supply Chain Management – Ideen, praktische Lösungen und Finanzierung, (2008), S. 11 - 42

Aus Gleichung (3) erkennt man, dass die Wertschöpfung gleich eins ( $w = 1$ ) ist, wenn der Term Preis ( $p$ ) mal Menge ( $x$ ) gleich den Gesamtkosten ( $K_G$ ) ist:

$$w = 1, \text{ wenn } p \bullet x = K_G \rightarrow A = N \quad (4)$$

Die Kosten der Produktion sind gleich dem Erlös. Dies zeigt auch das Rechenbeispiel in Gleichung (5). Der Preis pro Stück beträgt 10 Geldeinheiten, die abgesetzte Menge zwei Mengeneinheiten und die Kosten 10 Geldeinheiten pro produzierte Mengeneinheit. Es herrscht ein Marktgleichgewicht, das Angebot ( $A$ ) entspricht der Nachfrage ( $N$ ).

$$w = 10 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1 \quad (5)$$

Gleichung (6) zeigt, dass die Wertschöpfung größer eins ( $w > 1$ ) ist, wenn der Term Preis ( $p$ ) mal Menge ( $x$ ) größer als die Gesamtkosten ( $K_G$ ) ist:

$$w > 1, \text{ wenn } p \bullet x > K_G \rightarrow A < N \quad (6)$$

Wenn die Wertschöpfung größer eins ist ( $w > 1$ ), sind die Kosten kleiner als der Erlös. Dies zeigt auch das Rechenbeispiel in Gleichung (7). Der Preis pro Stück beträgt 12 Geldeinheiten, die abgesetzte Menge zwei Mengeneinheiten und die Kosten 10 Geldeinheiten pro produzierte Mengeneinheit. Es herrscht ein Marktungleichgewicht, das Angebot ( $A$ ) ist kleiner als die Nachfrage ( $N$ ).

$$w = 12 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1,2 \quad \text{mit } E = (p + GA) \bullet x \quad GA = \text{Gewinnaufschlag} \quad (7)$$

Wenn die Wertschöpfung kleiner eins ist ( $w < 1$ ), ist der Term Preis ( $p$ ) mal Menge ( $x$ ) kleiner als die Gesamtkosten ( $K_G$ ):

$$w < 1, \text{ wenn } p \bullet x < K_G \rightarrow A > N \quad (8)$$

Dies zeigt auch das Rechenbeispiel in Gleichung (9). Der Preis pro Stück beträgt 10 Geldeinheiten, die abgesetzte Menge zwei Mengeneinheiten und die Kosten 12 Geldeinheiten pro produzierte Mengeneinheit. Es herrscht ein Marktungleichgewicht, das Angebot ( $A$ ) ist größer als die Nachfrage ( $N$ ).

$$w = 10 \bullet 2 / 12 \bullet 2 = 0,83333 \quad \text{mit } E = (p - GA) \bullet x \quad GA = \text{Gewinnabschlag} \quad (9)$$

Nachdem die Bedingungen für die Wertschöpfung gleich, größer oder kleiner eins ermittelt wurden, sind die Verteilungswirkungen der unterschiedlichen Höhen der Wertschöpfung zu prüfen.

Dazu wird unterstellt, dass die in Gleichung (1) dargestellte Produktionsfunktion für eine abgeschlossene Volkswirtschaft gilt. Die Volkswirtschaft ist klein, es wird nur das im abgebildeten Produktionsprozess hergestellte Produkt erzeugt. Die Arbeiter und die Kapitaleigentümer sind die einzigen Käufer dieses Produktes.

Wenn unter diesen Bedingungen die Wertschöpfung eins beträgt ( $w = 1$ ), erhalten die Arbeiter und Kapitaleigentümer zusammen genau soviel Entlohnung, dass sie die hergestellte Menge des einen Produktes aufkaufen zu können. Die angebotene Produktmenge ist genau so teuer, wie die Produktion dieser Produktmenge. Der Erlös entspricht der Entlohnung; es ist der Break-Even-Point erreicht, das Unternehmen macht keinen Gewinn aber auch keinen Verlust. Eine Verteilungsgerechtigkeit ist bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung nicht zu erkennen. Der Ausgleich zwischen „Arm“ und „Reich“ ist hergestellt und der dritte Aspekt der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen gesichert.

Wenn die Wertschöpfung größer eins ist ( $w > 1$ ), erhalten die Arbeiter und Kapitaleigentümer zusammen zu wenig Entlohnung, um die hergestellte Menge des einen Produktes aufkaufen zu können. Es herrscht ein Marktgleichgewicht von Angebot und Nachfrage, die angebotene Produktmenge ist teurer als die Produktion dieser Produktmenge. Der Erlös ist größer als die Entlohnung, das Unternehmen macht Gewinn. Der Break-Even-Point ist überschritten. Es besteht Verteilungsgerechtigkeit. Es entstehen „Arme“ und „Reiche“. Der Ausgleich zwischen „Arm“ und „Reich“ ist nicht hergestellt und der dritte Aspekt der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen ist nicht gesichert. Die Volkswirtschaft kann unter diesen Bedingungen im Prinzip nicht ohne Krise existieren. Die Arbeiter und Kapitaleigentümer müssen in jeder Wirtschaftsperiode zu ihrer Entlohnung noch Kredite aufnehmen, um die angebotene Produktmenge zu kaufen. Wenn diese Situation nicht nur einmalig ist, können die Kredite jedoch nicht zurückgezahlt werden. Um eine Krise zu vermeiden, muss der Staat eingreifen. Dies führt im Laufe mehrerer Wirtschaftsperioden zu einer steigenden und nicht abbaubaren Staatsverschuldung.

Wenn die Wertschöpfung kleiner als eins ist ( $w < 1$ ), dann erhalten die Arbeiter und Kapitaleigentümer zusammen mehr Entlohnung als sie benötigen, um die hergestellte Menge des einen Produktes aufzukaufen. Sie haben noch Geld übrig. Es herrscht kein Marktgleichgewicht von Angebot und Nachfrage, die angebotene Produktmenge kostet weniger, als die Produktion dieser Produktmenge. Der Erlös ist kleiner als die Entlohnung. Eine Verteilungsgerechtigkeit ist nicht zu erkennen. Es gibt „Arme“ und „Reiche“. Der Ausgleich zwischen „Arm“ und „Reich“ ist nicht hergestellt und der dritte Aspekt der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen ist nicht gesichert. Die Volkswirtschaft kann unter diesen

Bedingungen nicht ohne Krise existieren. Das Unternehmen erreicht den Break-Even-Point nicht, macht Verlust und muss in jeder Wirtschaftsperiode Kredite aufnehmen, um die Arbeiter und Kapitaleigentümer zu entlohnen. Wenn diese Situation nicht nur einmalig ist, können die Kredite jedoch nicht zurückgezahlt werden. Um eine Krise zu vermeiden, muss der Staat eingreifen. Dies führt im Laufe mehrerer Wirtschaftsperioden zu einer steigenden und nicht abbaubaren Staatsverschuldung.

Als Fazit ist festzuhalten, dass eine Wertschöpfung gleich eins ( $w = 1$ ) den dritten Aspekt der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen, den Ausgleich zwischen „Arm“ und „Reich“, im Prinzip sichert. Es ist noch herauszufinden, wie dieser Aspekt aus verteilungspolitischer Sicht gesichert werden kann.

Um ein Verteilungskonzept zu finden, wird weiter unterstellt, dass es nur zwei Mitarbeiter im Unternehmen und damit nur zwei Wirtschaftssubjekte in der Volkswirtschaft gibt. Der erste Mitarbeiter ist als Arbeiter zu bezeichnen und der zweite als Kapitaleigentümer. Dann gilt

$$PL_n = Y = E = w (AK + KK) \quad E = p \bullet x \quad K_G = AK + KK \quad (1)$$

Es wird genau wie oben unterstellt, dass  $w$  gleich eins ist ( $w = 1$ ), der Preis für das Gut 10 Geldeinheiten ( $p = 10$  GE) und die Gesamtkosten 10 Geldeinheiten pro Mengeneinheit ( $K_G = 10$  GE/ME) betragen. Es werden zwei Mengeneinheiten von dem Gut produziert. Dann gilt auch Gleichung (5):

$$w = 10 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1 \quad (5)$$

Da  $w$  gleich eins ist ( $w = 1$ ), entspricht der Erlös den Gesamtkosten:

$$E = K_G = AK + KK \quad (10)$$

Aus (10) wird (11), wenn man die oben genannten Werte für die Symbole einsetzt:

$$10 \bullet 2 = 10 \bullet 2 = (5 + 5) \bullet 2 = 5 \bullet 2 + 5 \bullet 2 \quad 20 = 10 + 10 = 20 \quad (11)$$

Aus Gleichung (11) erkennt man, dass die gleiche Entlohnung für den Arbeiter und den Kapitaleigentümer von 5 GE pro hergestellter Mengeneinheit des Produktes eine Wertschöpfung von eins ( $w = 1$ ) und ein Marktgleichgewicht von Angebot und Nachfrage ( $A = N$ ) sichert. Man erkennt ferner, dass bei keiner anderen Kombination der Entlohnung (z.B.  $0 + 10, 1 + 9 \dots 10 + 0, 9 + 1$  etc.) ein

Marktgleichgewicht eintritt. Es fehlt immer einem Entlohten (Marktteilnehmer) Geld, um die eine Mengeneinheit des Produktes zu kaufen, die er in der Ausgangssituation kauft.

Interessant sind lediglich die Kombinationen  $0 + 10$  und  $10 + 0$ . Bei diesen Kombinationen können auch Marktgleichgewichte entstehen, da jetzt einer der Mitarbeiter zwei Mengeneinheiten des Gutes kaufen kann. Allerdings bleibt die Frage, warum er auch die zweite Mengeneinheit kaufen sollte, wenn eine seinen Bedarf deckt.

Es ist somit festzustellen, dass die gleiche Entlohnung eine weitere Bedingung für den Ausgleich von „Arm“ und „Reich“ ist. These 1 muss daher zu These 2 umformuliert werden:

**These 2:** Die Wertschöpfung von eins ( $w = 1$ ) und die gleiche Entlohnung der Arbeiter und Kapitaleigentümer sichern den Ausgleich zwischen „Arm“ und „Reich“.

Der zweite Aspekt der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen, der Ausgleich zwischen Ökonomie und Ökologie, kann durch die Vermeidung von Umweltschäden, die als externe Kosten zu bezeichnen sind, erreicht werden. Zur Vermeidung von Umweltschäden ist auf das Produkt, wenn es Umweltschäden verursacht, eine Öko-Steuer (Pigou-Steuer) zu legen, um die externen Kosten ( $K_E$ ) zu internalisieren. Es gilt dann:

$$K_E = 0 \quad (12)$$

Allerdings ist mit dieser dritten Nebenbedingung noch kein absoluter Ausgleich zwischen Ökonomie und Ökologie hergestellt, da die Öko-Steuer eine Preiserhöhung für das entsprechende Produkt bedeutet, die zu einem Nachfragerückgang, der ökonomisch unerwünscht ist, führen kann. Die genaue Wirkung kann nur unter Kenntnis der Preiselastizität der Nachfrage bestimmt werden. Um den Ausgleich zwischen Ökonomie und Ökologie näher zu untersuchen und eine weitere Nebenbedingung zu finden, ist auf eine mengenbezogene Betrachtung zurückzugreifen.

Die mengenbezogene Betrachtung der produktionswirtschaftlichen Zusammenhänge wird mittels einer in Gleichung (13) dargestellten mengenbezogenen Produktionsfunktion vorgenommen:

$$x = f(r_1, \dots, r_n) \quad (13)$$

mit

$x$  = Menge des hergestellten Produktes

$r_1, \dots, r_n$  = Menge der eingesetzten Produktionsfaktoren 1 bis n  
 $f$  = funktionaler Zusammenhang, Vervielfältiger/Produktivität

Die mengenbezogene Produktionsfunktion gibt Aufschluss über die Produktionsfaktoren und ihre Menge, die in das hergestellte Produkt eingegangen sind. Die Liste der Produktionsfaktoren und ihre Einsatzmenge gewinnt man aus der Produktzeichnung, aus der Stückliste, einem Gozinto-Graphen und/oder einem Teilverwendungsnachweis.

Auf der Basis der mengenbezogenen Produktionsfunktion bzw. der Liste der Produktionsfaktoren ist eine Ökobilanz<sup>7</sup> durchzuführen, um die Umweltverträglichkeit der Produktionsfaktoren und des Endproduktes zu ermitteln. Die Ökobilanz ist dann Ausgangspunkt für Überlegungen, wie das hergestellte Produkt umweltfreundlich gestaltet werden kann. Es sind eventuell Produktionsfaktoren in einem anderen Mengenverhältnis einzusetzen oder ganz gegen andere, umweltfreundlichere Produktionsfaktoren auszutauschen.

Diese Ökobilanz hat auch das Produktionssystem bzw. die Produktionstechnologie und die Entsorgung des Endprodukts einzubeziehen, um gegebenenfalls das Produktionssystem umweltfreundlicher zu gestalten.

Mit der mengenbezogenen Betrachtung der produktionswirtschaftlichen Zusammenhänge, ihrer Analyse und gegebenenfalls der Verbesserung der Umweltfreundlichkeit mit Hilfe der Ökobilanz wird der bereits oben in Gleichung (12) dargestellten dritten Nebenbedingung für die wertbezogene Produktionsfunktion Vorschub geleistet.

Durch die Verbesserung des Produkts, Produktionssystems (der Produktionstechnologie) und der Entsorgung wird technischer Fortschritt verwirklicht, der sich als umweltverbessernd auswirkt. Es kann also festgestellt werden, dass technischer Fortschritt arbeitssparend, kapitalintensiv und umweltverbessernd ist bzw. sein sollte.

Der erste Aspekt der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen, der Ausgleich zwischen den Generationen, erfordert ein sehr langfristiges Denken. Um eine entsprechende Nebenbedingung für die in Gleichung (1) dargestellte Produktionsfunktion zu finden, ist eine mengen- und zeitbezogene Betrachtung notwendig.

Die mengenbezogene Betrachtung der produktionswirtschaftlichen Zusammenhänge wird um die zeitliche Dimension erweitert, indem der Output und der Input pro Zeit, für einen bestimmten Zeitraum betrachtet werden. Dabei wird der Output pro Zeit als Produktionsgeschwindigkeit bezeichnet. Formal gilt Gleichung (13):

---

<sup>7</sup> Vgl. u.a. Osterod, S.: Einführung einer Ökobilanz in einem Industriebetrieb, Lengerich 1988

$$x/t = f(r_1, \dots, r_n)/t \quad (13)$$

mit

$x/t$  = im Zeitraum  $t$  hergestellte Menge eines Produktes = Produktionsgeschwindigkeit

$(r_1, \dots, r_n)/t$  = im Zeitraum  $t$  eingesetzte Menge der Produktionsfaktoren 1 bis  $n$

$f$  = funktionaler Zusammenhang, Vervielfältiger

$t$  = Zeitraum (ein Tag, eine Woche, ein Monat, ein Jahr etc.)

Die mengen- und zeitbezogene Betrachtung der produktionswirtschaftlichen Zusammenhänge mittels der Produktionsgeschwindigkeit zeigt eine weitere Auswirkung des technischen Fortschritts. Dies ist die Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit durch den technischen Fortschritt. Das Verhältnis von Arbeit und Kapital hat im Verlaufe der Entwicklung des technischen Fortschritts abgenommen bzw. nimmt weiter ab, während die Produktionsgeschwindigkeit ständig gestiegen ist bzw. ständig steigt.

Die Produktionsgeschwindigkeit ist für das Produktionsmanagement eine wichtige Orientierungsgröße. Mit Hilfe der Produktionsgeschwindigkeit kann man ein Produktionssystem optimieren. Der Optimierungsansatz basiert u.a. auf der Verwirklichung des Fließprinzips mit Hilfe der Produktion von Tageslosgrößen.<sup>8</sup> Es wird genau soviel an einem Tag produziert wie abgesetzt wird. Formal gilt:

$$t_{gl} = n \quad (14)$$

mit

$t_{gl}$  = Tageslosgröße

$n$  = tägliche Nachfragemenge

Das Optimierungsprinzip lässt sich verbessern, wenn es gelingt die tägliche Produktionsgeschwindigkeit, die Tageslosgröße und die tägliche Nachfrage aufeinander abzustimmen.<sup>9</sup> Den ersten Aspekt der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen, den Ausgleich zwischen den Generationen, kann man berücksichtigen, wenn die drei genannten Größen zudem noch gleich sind mit der Regenerationsrate der Produktionsfaktoren. Formal gilt dann:

<sup>8</sup> Vgl. Wildemann, H.: Das Just-in-Time-Konzept, 3. Aufl., St. Gallen 1992, S. 20, 25, 39

<sup>9</sup> Vgl. Witte, H.: Logistik, München, Wien 2001, S. 117

$$\text{tgl} = \text{pgs} = n = \text{rr} \quad (16)$$

mit

tgl = Tageslosgröße

pgs = tägliche Produktionsgeschwindigkeit

n = tägliche Nachfrage

rr = tägliche Regenerationsrate der Produktionsfaktoren

Damit ist eine weitere Nebenbedingung für die in Gleichung (1) dargestellte Produktionsfunktion gefunden. Es wird der bereits von von Carlowitz für die Forstwirtschaft geforderten Bedingung, nicht mehr Holz zu verwenden, als nachwächst, entsprochen. Für die Anwendung dieser Bedingung ist auf die Liste der Produktionsfaktoren zurückzugreifen, die aufgrund der Diskussion der mengenbezogenen Produktionsfunktion bekannt ist.

Die Anwendung dieser Bedingung ist für Produkte, die aus einem Produktionsfaktor hergestellt werden einfach zu handhaben. Bei komplexen Produkten, die aus mehreren bzw. vielen Produktionsfaktoren bestehen, ist ein Leitfaktor auszuwählen, da die Handhabung unterschiedlicher Regenerationsraten für die Produktionsfaktoren methodische Probleme mit sich bringt.

Da nicht immer mit täglichen Regenerationsraten gearbeitet werden kann, sind auch Jahresraten praktikabel. Formal gilt dann Gleichung (16):

$$z \bullet \text{tgl} = \text{PGS} = N = \text{RR} \quad (16)$$

mit

z = Arbeitstage pro Jahr (z.B. 260 oder 365)

tgl = Tageslosgröße

PGS = jährliche Produktionsgeschwindigkeit

N = jährliche Nachfrage

RR = jährliche Regenerationsrate der Produktionsfaktoren

Als Fazit ist festzuhalten, dass für die in Gleichung (1) dargestellte Produktionsfunktion vier Nebenbedingungen gefunden wurden, die die drei Aspekte der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen sichern.

## ZUSAMMENFASSUNG

Auf der Basis einer wertbezogenen (monetären) Produktionsfunktion wurden Bedingungen für ein nachhaltiges Produktionsmanagement gefunden. Die benutzte Produktionsfunktion bietet einige Vorteile: (1) sie ist mit dem

betrieblichen Rechnungswesen kompatibel, Werte aus der Gewinn- und Verlustrechnung können direkt in die Produktionsfunktion aufgenommen werden,<sup>10</sup> (2) aus einzelwirtschaftlichen Produktionsfunktionen kann eine gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion<sup>11</sup> ermittelt werden und (3) es kann die erzielte Wertschöpfung<sup>12</sup> ausgewiesen werden.

Die vier zur Sicherung der drei Aspekte der Nachhaltigkeit im Sinne der Vereinten Nationen gefundenen Nebenbedingungen, eine Wertschöpfung von eins, gleiche Entlohnung der Mitarbeiter, keine Umweltschäden und Tageslosgröße gleich täglicher Nachfrage gleich täglicher Produktionsgeschwindigkeit gleich Regenerationsrate der Produktionsfaktoren, sind einleuchtend und praktikabel. Sie gelten für den Ein-Produkt-Fall. Produktionsmanager können für diesen Fall auf der Basis der wertbezogenen Produktionsfunktion und der vier Nebenbedingungen ein nachhaltiges Produktionsmanagement aufbauen.

## SUMMARY

### SUSTAINABLE PRODUCTION MANAGEMENT

On the base of a monetary production function it was possible to find conditions to save a sustainable production management. The monetary production function has some advantages: (1) the function is compatible with business accounting, values from profit and loss account can be put directly into the function<sup>10</sup>, (2) it is possible to aggregate the production functions of some enterprises to a macroeconomic production function<sup>11</sup> and (3) it is possible to operate with the value added<sup>12</sup>.

The four conditions to save the three aspects of sustainability in the sense of United Nations, a value added equal to one, the same payment for all employees, no environmental cost and daily production equal to daily demand equal to daily speed of production equal to the rate of regeneration of the production factors, are simple and practicable. They are valid only for the one-product-case. On the base of the monetary production function and the four conditions production managers are able to construct a sustainable production management for the one-product-case.

*Translated by Hermann Witte*

---

<sup>10</sup> Vgl. Anhang, Tab. 5.

<sup>11</sup> Vgl. Anhang, Tab. 4.

<sup>12</sup> Vgl. Anhang, Tab. 1–3.

## LITERATUR

1. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Umweltpolitik. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro – Dokumente, Agenda 21, Bonn o.J.
2. Carlowitz, H.K.v.: Sylvicultura oeconomica oder haußwirtschaftliche Nachricht und Natur-mäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht, Leipzig 1713 (Nachdruck Freiberg 2000)
3. Hauff, V. (Hrsg.): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, Greven 1987
4. Osterod, S.: Einführung einer Ökobilanz in einem Industriebetrieb, Lengerich 1988
5. Wildemann, H.: Das Just-in-Time-Konzept, 3. Aufl., St. Gallen 1992
6. Witte, H.: Das Logistikkonzept „nachhaltiges Supply Chain Management“, in: Scientific Journal (of University of Szczecin), Nr. 506, Ökonomische Probleme, Nr. 23, Nachhaltiges Supply Chain Management – Ideen, praktische Lösungen und Finanzierung, (2008), S. 11–42
7. Witte, H.: Eine Produktionsfunktion für die Abbildung nachhaltiger regionaler Entwicklungen, in: Scientific Journal (of University of Szczecin), Nr. 479, Regional Development, Vol. 1 (2007), S. 57–69
8. Witte, H.: Logistik, München, Wien 2001
9. Wöhe, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 19. Aufl., München 1996
10. Wöhe, G./Kaiser, H./Döring, U.: Übungsbuch zur Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 8. Aufl., München 1996

## ANHANG

Tabelle 1  
Entwicklung einer Volkswirtschaft für  $w = 1$

Wirtschafts- periode	Produktionsfunktion	$\Sigma$ Überschuss	$\Sigma$ Kreditvolumen
1. Periode	(5) $w = 10 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1$	0	0
2. Periode	(5) $w = 10 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1$	0	0
3. Periode	(5) $w = 10 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1$	0	0
4. Periode	(5) $w = 10 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1$	0	0
5. Periode	(5) $w = 10 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1$	0	0

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 2  
Entwicklung einer Volkswirtschaft für  $w > 1$

Wirtschafts- periode	Produktionsfunktion	$\Sigma$ Unterschuss bei der Entlohnung	$\Sigma$ Kreditvolumen
1. Periode	(7) $w = 12 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1,2$	2	2
2. Periode	(7) $w = 12 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1,2$	4	4
3. Periode	(7) $w = 12 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1,2$	6	6
4. Periode	(7) $w = 12 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1,2$	8	8
5. Periode	(7) $w = 12 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1,2$	10	10

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 3  
Entwicklung einer Volkswirtschaft für  $w < 1$

Wirtschafts- periode	Produktionsfunktion	$\Sigma$ Unterschuss beim Erlös	$\Sigma$ Kreditvolumen
1. Periode	(9) $w = 10 \bullet 2 / 12 \bullet 2 =$	2	2

Wirtschafts- periode	Produktionsfunktion	$\Sigma$ Unterschuss beim Erlös	$\Sigma$ Kreditvolumen
	0,83333		
2. Periode	(9) $w = 10 \bullet 2 / 12 \bullet 2 =$ 0,83333	4	4
3. Periode	(9) $w = 10 \bullet 2 / 12 \bullet 2 =$ 0,83333	6	6
4. Periode	(9) $w = 10 \bullet 2 / 12 \bullet 2 =$ 0,83333	8	8
5. Periode	(9) $w = 10 \bullet 2 / 12 \bullet 2 =$ 0,83333	10	10

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 4  
Entwicklung einer gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion aus  
einzelwirtschaft-lichen Produktionsfunktionen durch Addition (für  $w = 1$ )

Unternehmen	Produktionsfunktion	$\Sigma$ Überschuss	$\Sigma$ Kreditvolumen
1	$w = 10 \bullet 2 / 10 \bullet 2 = 1$	0	0
2	$w = 12 \bullet 2 / 12 \bullet 2 = 1$	0	0
3	$w = 14 \bullet 2 / 14 \bullet 2 = 1$	0	0
4	$w = 16 \bullet 2 / 16 \bullet 2 = 1$	0	0
$\Sigma$ ew PF = gw PF	$w = 52 \bullet 2 / 52 \bullet 2 = 1$	0	0

Quelle: eigene Darstellung

ew PF = einzelwirtschaftliche Produktionsfunktion  
gw PF = gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion

Tabelle 5  
Test der wertbezogenen, monetären Produktionsfunktion auf Anwendbarkeit

Gewinn- und Verlust-		rechnung (Jahr 01)	
Materialaufwand	300.000	Umsatzerlöse	1.000.000
Lohn und Gehalt	454.000	a.o Ertrag	<u>60.000</u>

Gewinn- und Verlust-		rechnung (Jahr 01)
Beiträge und Gebühren	2.000	/
Versicherungen	6.000	
Abschreibungen	145.000	
Zinsaufwand	40.000	
Fremdleistungen	12.000	
a.o. Aufwand	6.000	
<u>Gewinn</u>	<u>95.000</u>	
	<u>1.060.000</u>	<u>1.060.000</u>

Quelle: Wöhe, G./Kaiser, H./Döring, U.: Übungsbuch zur Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 8. Aufl., München 1996, S. 530

$$(1) PL_n = Y = E = w (AK + KK)$$

$$(1) 1.060.000 = w (454.000 + 300.000 + 2.000 + 6.000 + 145.000 + 40.000 + 12.000 + 6.000)$$

$$(1) w = 1.060.000 / 965.000 = 1,0984455$$

$$(17) G = E - K \quad 95.000 = 1060.000 - 965.000$$

Aufwand	Gewinn- und Verlustrechnung		(Gesamtkostenverfahren)	Ertrag	
<b>Betriebsaufwand der Periode</b>			<b>Betriebsleistung</b>		
	30.000		1. Umsatzerlös	200.000	
1. Lohn und Gehälter	70.000		2. Endbestand an Halb-	20.000	<u>220.000</u>
2. Materialverbrauch	10.000		u. Fertigfabrikaten	<u>40.000</u>	<u>180.000</u>
3. Abschreibungen	<u>25.000</u>	140.000	3. Anfangsbestand an		
4. Zinsen		<u>40.000</u>	Halb- u. Fertigfabrikaten		<u>180.000</u>
5. Sonstige Aufwendungen		<u>180.000</u>			
<u>Gewinn</u>					

Quelle: Wöhe, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 19. Aufl., München 1996, S. 1141

$$(1) \text{ PL}_n = Y = E = w (AK + KK)$$

$$(1) 180.000 = w (30.000 + 70.000 + 10.000 + 5.000 + 25.000)$$

$$(1) w = 180.000 / 140.000 = 1,2857142$$

$$(18) G = E - K \quad 40.000 = 180.000 - 140.000$$