M.Sc. Jonathan Berrisch, Prof. Florian Ziel
jonathan.berrisch@uni-due.de
Umweltökonomie, insb. Ökonomie erneuerbarer Energien
Fakultät für Wirtschatswissenschaten
University Duisburg-Essen

29. November 2022

Umweltökonomie und erneuerbare Energien - Beispiellösung zu Übung 4

Aufgabe 1

1. Erinnern Sie sich daran, dass ein strikt ökologisch nachhaltiges System keine Ressourcen enthält, die exponentiell wachsen oder verschwinden. Ähnlich können wir auch strikt sozial bzw. ökonomisch nachhaltige Systeme betrachten, in denen aber nicht Ressourcen sondern Güter bzw. Kapitalgüter betrachtet werden.

   Statt vereinzelte Objekte eines Systems lässt sich aber auch eine Gesamtgröße betrachten. Der **Gesamtnutzen** stellt diese Gesamtgröße in einem **schwach sozial nachhaltigem System** dar und der **Gesamtkapitalstock** stellt diese Gesamtgröße in einem **schwach ökonomisch nachhaltigen System** dar. Der Gesamtnutzen und der Gesamtkapitalstock dürfen nicht fallen, damit das entsprechende System schwach sozial bzw. schwach ökonomisch Nachhaltig ist. Beachten Sie aber dabei, dass einzelne Objekte eines schwach nachhaltigen Systems aufgebraucht werden können. Außerdem definieren wir kein schwach ökologisch nachhaltiges System.

   Das Konzept der **kritischen Nachhaltigkeit** wird aus den ersten zwei Konzepten gebildet. Gemäß diesem Konzept darf der Gesamtnutzen bzw. der Gesamtkapitalstock eines kritisch sozial bzw. ökonomisch nachhaltigen Systems nicht abnehmen. Zusätzlich sind in einem kritisch nachhaltigen System aber noch **kritische Minimalausstattungen** für bestimmte Ressourcen definiert, welche nicht unterschritten werden dürfen.

2. Nun untersuchen wir ein numerisches Beispiel, um unser Wissen zur Nachhaltigkeitskonzepten weiter zu vertiefen.

   (a) Die erste Simulationsstudie enthält 8 Objekte, 7 davon (nicht das Unternehmen) sind Ressourcen

      i. Dieses System ist strikt ökologisch nachhaltig, da die Mengen aller darin stehenden Ressourcen nicht gegen null konvergieren und das simulierte System stabil ist.

      ii. Obwohl das System strikt ökologisch nachhaltig ist, stellt es kein schwach sozial nachhaltiges System dar. Aus unserem Beispiel wird nicht ersichtlich, ob der *Gesamtnutzen* (nicht die Gesamtmasse) des Systems abnimmt.
      Natürlich können wir annehmen, dass der Nutzen aller Güter gleich ihren Massen ist. Unter dieser Annahme ist unser System aber auch nicht schwach sozial nachhaltig. Dies gilt, weil die Gesamtmasse der Güter des Systems z.B. zum Zeitpunkt $t = 10$ geringer ist, als diese zum $t = 0$. Mit anderen Worten, ist der Gesamtnutzen mindestens einmal innerhalb des gegebenen Zeitraums gesunken.

iii. Analog zum Punkt (i) ist das System strikt ökonomisch nachhaltig, weil alle Kapitalgüter stabil wachsen und nicht verschwinden bzw. aufgebracht werden.

(b) Die andere Simulationsstudie enthält 9 Objekte. Die Ressourcen in dieser und in der vorherigen Simulationen sind identisch.

i. Anzumerken ist, dass die Menge der Gebietsreinigung gegen null konvergiert. Das System ist daher nicht strikt sozial nachhaltig. Ferner nimmt die Gesamtmasse aller Güter manchmal ab, insbesondere während der Zeitperiode 400-440. Somit sinkt auch der Gesamtnutzen, weil wir angenommen haben, dass die Masse eines Gutes gleich seinem Nutzen ist. Daher ist unser System weder schwach noch kritisch sozial nachhaltig.

ii. Wenn die Menge der Gebietsreinigung nicht gegen null konvergiert und stabil wächst, stellt das System ein strikt sozial nachhaltiges System dar.

(c) Aus der Abbildung wird es ersichtlich, dass sich die Gesamtmasse bzw. der Gesamtnutzen des Systems nicht verringern. Jedoch nimmt die Menge einer Ressource (die gleichzeitig ein Gut ist) ab. Dementsprechend ist unser System kritisch sozial nachhaltig, solange die Menge der Gebietsreinigung nicht unter ein bestimmtes Niveau fällt. Dieses Niveau muss durch eine zusätzliche Annahme unter 90 gesetzt werden.

Aufgabe 2

1. Selbstverständlich können umweltpolitische Maßnahmen eines Staates viele Agenten einer Industrie betreffen. Wenn diese Maßnahmen richtig gestaltet sind, können die beeinflussten Unternehmen gezwungen sein, ihre Produktionsprozesse anzupassen. Veränderungen der Produktionsprozesse können wiederum technische Innovationen auslösen. Der technologische Fortschritt trägt dazu bei, dass die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen steigt. Somit wird natürlich das ökonomische Wachstum des Staates unterstützt und vorangetrieben.

   Darüber hinaus können umweltpolitische Maßnahmen auch die Gründung neuer Unternehmen fördern. Wenn ein Wirtschaftssektor mit Subventionen unterstützt wird, werden kleine und innovative Unternehmen versuchen, einen Teil des staatlichen Geldes für seine Businessprojekte zu bekommen. Wenn neue Ideen finanziert werden können, steigt natürlich das Wettbewerbsniveau in einem Markt, da die Anzahl der Teilnehmer zunimmt.

2. Stellen Sie sich folgende Situation vor. Es gibt zwei identische Staaten, die Autos mit Verbrennungsmotoren herstellen. Die Staatsangehörigen der beiden Staaten bevorzugen inländische Waren und benutzen Autos, um zu ihren Arbeitsplätzen zu fahren. Eine aktive Nutzung des Individualverkehrs hat zu der Luftverschmutzung in den beiden Staaten geführt.

   Ein Staat entscheidet sich, seine Umwelt zu schützen. Die neuen umweltpolitischen Maßnahmen des Staates zwingen die Automobilhersteller dazu, Forschung im Bereich emissionsfreier Fahrzeuge aktiv durchzuführen. Das Konzept eines elektrischen Autos ist wiederum aus der Sicht der Technologie relativ bekannt. Allerdings lassen sich elektrische Autos noch weiter verbessern. Daher haben die Automobilhersteller des Staates viele Forschungsmöglichkeiten und können einen raschen Fortschritt mit der Forschung genießen. Die Automobilhersteller des Staates können außerdem relativ schnell ein elektrisches Auto entwickeln. Es folgt daraus, dass der Fortschritt des ersten Staates mit den relativ steilen Sektoren der Lernkurve beschrieben werden kann.

Selbstverständlich wird dieser Staat wirtschaftliche und ökologische Rendite aus seinem wissenschaftlichen Durchbruch ziehen. Außerdem lassen sich neue Ideen dem zweiten Staat als Patente verkaufen. Die Forschung des zweiten Staats kann sich dann nur in einem flacheren Sektor der Lernkurve befinden, weil seinen Beitrag zu der Entwicklung des emissionsfreien Fahrzeuges deutlich kleiner ist, als dieser des ersten Staats.

3. Ein gutes Beispiel, das die Porter-Hypothese beschreiben kann, ist das deutsche Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG).[1] Das EEG unterstützt die deutsche Energiewende, d.h. der Umstieg der Energieversorgung von fossilen und Kernbrennstoffen auf erneuerbare Energien. Die ursprüngliche Fassung des Gesetzes ist im Jahr 2000 in Kraft getreten und hat somit ihren seit 1991 geltenden Vorgänger ersetzt. Der Inhalt des Gesetzes wird wiederum stufenlos überarbeitet und an die aktuellen ökonomischen sowie ökologischen Umstände angepasst. Die derzeit gültige Version lässt sich kurz als EEG 2017 bezeichnen.

   Das Gesetz fördert Investitionen in erneuerbare Energien und bietet Marktteilnehmern Sicherheit für die Entwicklung nachhaltiger und umweltfreundlicher Energiequellen. Um Ziele der Energiewende erreichen zu können, werden verschiedene staatlich finanzierte Vergütungen und Ausschreibungen angewendet. Dadurch werden Forschung und Wachstum im Bereich erneuerbarer Energien vorangetrieben. Daher lässt sich nicht nur die ökologische Situation verbessern. Neue Arbeitsplätze lassen sich auch schaffen und Energiemarktwettbewerbsfähigkeit lässt sich erhöhen. Außerdem können deutsche Unternehmen die Güterpreise reduzieren und daher attraktiver für ausländische Käufer sein.

Aufgabe 3

Die uns gegebene Situation wird in der Abbildung 1 dargestellt. Durch unsere Annahme leiden die Konsumenten unter einem externen Schaden. Außerdem gehen wir davon aus, dass die Produzenten (AEP in unserem Fall) den Konsumenten eine Kompensation für den Schaden (bzw. einen Schadenersatz) zählt. Wir nehmen an, dass der Schaden und die Kompensation mit der zunehmenden Menge von x steigen. Daher muss sich die Elastizität der ursprünglichen Nachfragekurve reduzieren. Das tatsächliche Marktgleichgewicht (Punkt B) befindet sich aber nicht im Schnittpunkt zwischen der sozialen Nachfragekurve und der Angebotskurve (Punkt C). Dies gilt, weil die Produzenten den Konsumenten eine Kompensation zahlen. Dank dieser Kompensation wird das tatsächliche Marktgleichgewicht (Punkt B) über dem Punkt C liegen, aber unter dem Schnittpunkt zwischen der ursprünglichen Nachfrage- und Angebotskurven (Punkt (x^*, p^*)). Beachten Sie dabei dass die Produzenten die notwendige Geldsumme als ein liquides Finanzmittel besitzen. Daher verschiebt sich die Angebotskurve nicht.

Solange das AEP eine Kompensation zahlt, verschiebt sich entsprechend die soziale Nachfragekurve nach oben. Die Kompensation lässt sich sowohl als die Fläche des Trapezes $GW = \{(0, p^{opt*,N}), (0, p^{opt,N}), D, C\}$ als auch die Fläche des roten Dreiecks $\{A, D, B\}$

[1] Das EEG werden wir während unseres Kurses noch tiefer untersuchen.

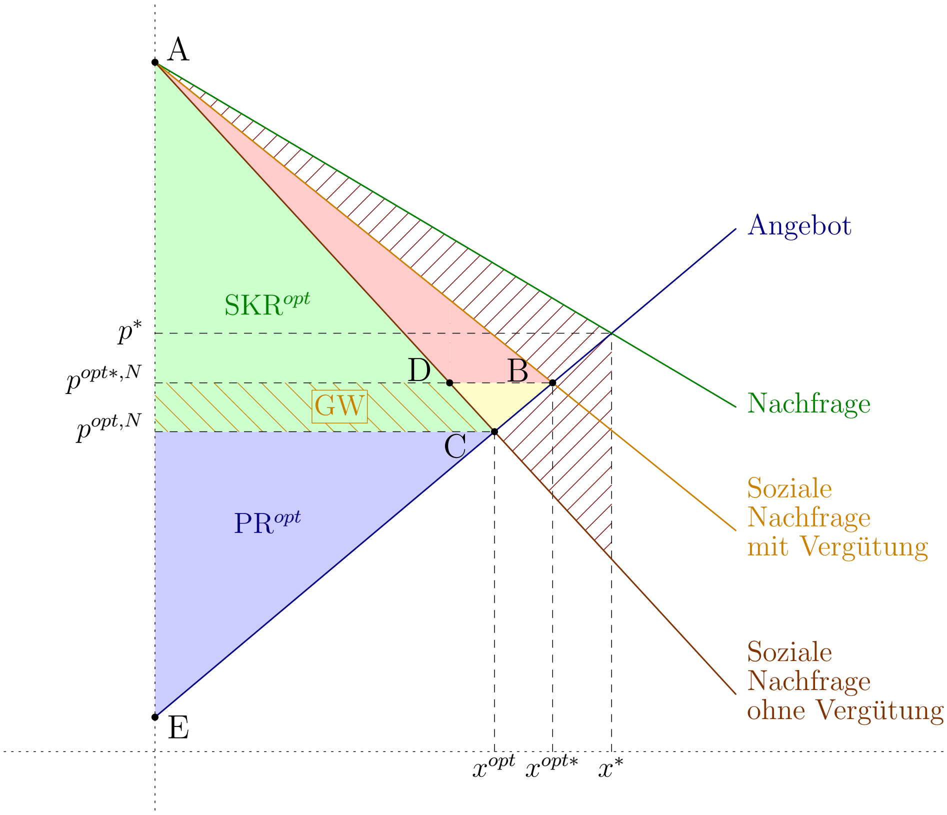

Abbildung 1: Das Marktgleichgewicht der Ökonomie, in der die Produzenten den Konsumenten einen Schadenersatz zahlen.

betrachten. Die erste Fläche stellt eine Geldmenge dar, welche die Produzenten als eine Kompensation ausgeben. Die letzte Fläche ist die Menge des Schadens, welche die Konsumenten als eine Gegenleistung akzeptieren müssen. Wir können die Verhandlungskosten vernachlässigen und davon ausgehen, dass die Flächen beide gleich sind.

Sobald die Transaktion zwischen den Produzenten und Konsumenten geklappt hat befindet sich das Marktgleichgewicht im Punkt B. In diesem Fall sind die Konsumenten- bzw. Produzentenrenten gleich der Flächen der großen Dreiecke $\{A, B, (0, p^{opt*,N})\}$ bzw. $\{(0, p^{opt*,N}), B, E\}$. Dementsprechend ist der Zuwachs der Produzentenrente nach der Transaktion gleich der Summe des Trapezes GW und des gelben Dreiecks $\{D, B, C\}$, also ist sie gleich dem Trapez $\{(0, p^{opt*,N}), (0, p^{opt,N}), B, C\}$. Die Konsumentenrente hat sich aber nicht geändert, weil der Nutzengewinn der Konsumenten gleich der Fläche des roten Dreiecks $\{A, D, B\}$ ist und ihrer Nutzenverlust dem Trapez GW entspricht.

Obwohl das Geschäft den Gesamtnutzen der Konsumenten nicht geändert hat, gilt das Gegenteil für die Produzenten. Die letzten bekommen am Ende eine Geldmenge, die gleich der Fläche des Trapezes $\{(0, p^{opt*,N}), (0, p^{opt,N}), B, C\}$ ist. Aus der Abbildung wird es ersichtlich, dass die Fläche dieses Trapezes größer ist, als die des Trapezes GW. Folglich ist das gelbe Dreieck $\{D, B, C\}$ der Reingewinn der Produzenten aus dieser Transaktion. Außerdem ist die Gesamtwohlfahrt der Ökonomie im Punkt C kleiner, weil $x^{opt} < x^{opt*}$ gilt.

Aufgabe 4

1. Da eine *Mengensteuer* auf die Produzenten erhoben wird, kann die Angebotsfunktion mit der Steuer wie folgt dargestellt werden:

$$A^{\tau}(x) = b_0 + \tau + b_1 x. \tag{1}$$

   Aus der obigen Gleichung wird es ersichtlich, dass der Preis für das Gut immer höher ist, wenn $\tau > 0$ ist.

2. Das entsprechende Marktgleichgewicht lässt sich wie folgt darstellen:

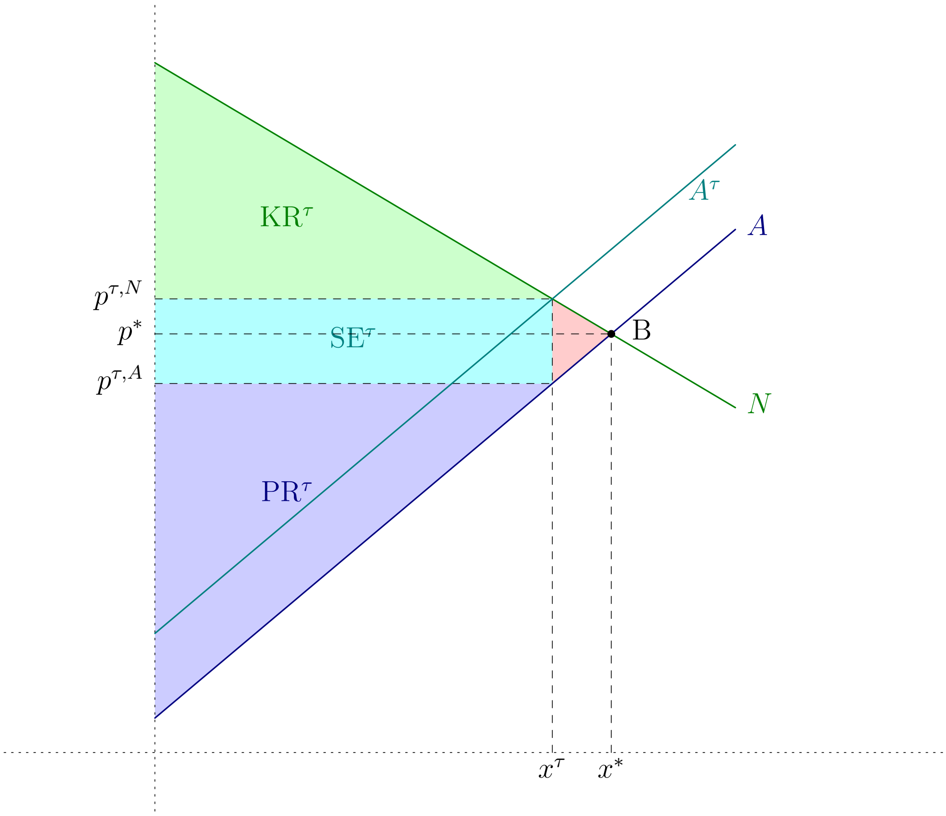

Abbildung 2: Der Markt vor und nach der Einführung einer Steuer

   Erinnern Sie sich daran, dass wir einen klassischen Fall der Steuereinflüsse betrachten. Dementsprechend ist unser ursprüngliches Marktgleichgewicht $x^* = x^{opt}$. Außerdem wird der Gesamtnutzen des Systems durch die Einführung einer Steuer verringert. Der Wohlfahrtsverlust entspricht dem roten Dreieck. Gleichzeitig stellen die grünen und blauen Dreiecke die Konsumenten- bzw. Produzentenrenten im Punkt x^{τ} dar. Die Steuereinnahme ist wiederum gleich dem cyanen Viereck.

3. Um die Konsumenten- bzw. Produzentenrenten zu berechnen, müssen wir zunächst die Gleichgewichtsmengen mit und ohne Steuer bestimmen. Die erste (x^*) ist gleich dem Schnittpunkt zwischen den ursprünglichen Angebots- und Nachfragekurven. Mathematisch gesehen gilt

$$x^* \quad \Leftrightarrow \quad a_0 + a_1 x^* = b_0 + b_1 x^* \tag{2}$$

$$a_0 - b_0 = b_1 x^* - a_1 x^* \tag{3}$$

$$x^* = \frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1}, \tag{4}$$

wobei $a_0 > b_0$, $a_1 < 0$, $b_1 > 0$ gelten.

Die Gleichgewichtsmenge mit der Steuer x^τ lässt sich wie folgt ermitteln

$$x^\tau \quad \Leftrightarrow \quad a_0 + a_1 x^\tau = b_0 + \tau + b_1 x^\tau \tag{5}$$

$$a_0 - b_0 - \tau = b_1 x^\tau - a_1 x^\tau \tag{6}$$

$$x^\tau = \frac{a_0 - b_0 - \tau}{b_1 - a_1}. \tag{7}$$

Beachten Sie dabei, dass

$$x^* = \frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1} > \frac{a_0 - b_0 - \tau}{b_1 - a_1} = x^\tau, \tag{8}$$

gilt, weil $\tau > 0$ ist.

Die Konsumentenrente im Fall ohne Steuer kann wie folgt dargestellt werden

$$\int_0^{x^*} N(x)dx - p^* \cdot x^*, \tag{9}$$

wobei der letzte Faktor gleich der Fläche des Viereckes $\{(0,0),(0,p^*),B,(x^*,0)\}$ ist. Nach dem Einsetzen des Ausdrucks für $N(x)$ erhält man

$$\text{KR}^* = \int_0^{x^*} (a_0 + a_1 x)dx - p^* \cdot x^*. \tag{10}$$

Berechnung der Stammfunktion ergibt sich aus

$$\text{KR}^* = \left[a_0 x + \frac{a_1 x^2}{2}\right]_0^{x^*} - p^* \cdot x^* \tag{11}$$

$$= a_0 x^* + \frac{a_1 (x^*)^2}{2} - (0 + 0) - p^* \cdot x^*. \tag{12}$$

Wir klammern den Faktor x^* aus und erhalten folgende Gleichung

$$\text{KR}^* = x^* \left(a_0 + \frac{a_1 x^*}{2} - p^*\right). \tag{13}$$

Die Berechnung der Konsumentenrente mit der Steuer ist ähnlich zu den Schritten 9 bis 13. Der einzige Unterschied liegt darin, dass wir x^τ und $p^{\tau,N}$ statt x^* bzw. p^* benutzen müssen. Daher ist die Konsumentenrente mit der Steuer

$$\text{KR}^\tau = x^\tau \left(a_0 + \frac{a_1 x^\tau}{2} - p^{\tau,N}\right). \tag{14}$$

Beachten Sie dabei, dass $p^{\tau,N} > p^*$ ist, weil

$$N(x^\tau) = a_0 + a_1 x^\tau > a_0 + a_1 x^* = N(x^*) \tag{15}$$

gilt, da $a_1 < 0$ und $x^\tau < x^*$ gelten. Dementsprechend, ist die Konsumentenrente mit der Steuer geringer, als diese ohne Steuer. Mathematisch gesehen,

$$x^* \left(a_0 + \frac{a_1 x^*}{2} - p^* \right) > x^\tau \left(a_0 + \frac{a_1 x^\tau}{2} - p^{\tau,N} \right), \tag{16}$$

ist, da $x^* > x^\tau$ ist und da $p^{\tau,N} > p^*$ gilt.

4. Analog zu der Gleichung 9 ist die Produzentenrente ohne Steuer gleich

$$p^* \cdot x^* - \int_0^{x^*} A(x)dx. \tag{17}$$

Denn ist

$$\begin{aligned}
\mathrm{PR}^* &= p^* \cdot x^* - \int_0^{x^*} (b_0 + b_1 x)dx && (18)\\
&= p^* \cdot x^* - \left[b_0 x + \frac{b_1 x^2}{2} \right]_0^{x^*} && (19)\\
&= p^* \cdot x^* - b_0 x^* - \frac{b_1 (x^*)^2}{2} && (20)\\
&= x^* \left(p^* - b_0 - \frac{b_1 x^*}{2} \right) && (21)
\end{aligned}$$

Die Produzentenrente mit der Steuer lässt sich wie folgt darstellen

$$\mathrm{PR}^\tau = x^\tau \left(p^{\tau,A} - b_0 - \frac{b_1 x^\tau}{2} \right), \tag{22}$$

wobei $p^{\tau,A} < p^*$ ist, da

$$A(x^\tau) = b_0 + b_1 x^\tau < b_0 + b_1 x^* = A(x^*) \tag{23}$$

gilt, weil $b_1 > 0$ und $x^\tau < x^*$ gelten. Da $x^* > x^\tau$ und $p^{\tau,A} < p^*$ sind, können wir folgende Aussage machen

$$\mathrm{PR}^* = x^* \left(p^* - b_0 - \frac{b_1 x^*}{2} \right) > x^\tau \left(p^{\tau,A} - b_0 - \frac{b_1 x^\tau}{2} \right) = \mathrm{PR}^\tau. \tag{24}$$

Hinweis: Beachten Sie, dass wir die Integration für PR^* ohne Beachtung von τ durchgeführt haben. Wir integrierten also über die ursprüngliche Angebotskurve. Durch nutzung von $p^{\tau,A}$ und x^τ erhalten wir dennoch die Produzentenrente mit der Steuer (Fläche PR^τ in Abbildung 2).

5. Da die Steuereinnahmen gleich der Fläche des cyanen Vierecks sind, gilt folgende Gleichung

$$\mathrm{SE}^\tau = (p^{\tau,N} - p^{\tau,A}) \cdot x^\tau = \tau \cdot x^\tau, \tag{25}$$

da τ die Distanz zwischen den Kurven A und A^τ ist.

Der Wohlfahrtsverlust ist wiederum gleich

$$\frac{1}{2} \cdot \tau \cdot (x^* - x^\tau) \tag{26}$$

ist, wobei τ die Distanz zwischen den Kurven A und A^τ darstellt. Mit Hinsicht auf die Linien 4 und 7 ist

$$WV = \frac{\tau}{2} \cdot \left(\frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1} - \frac{a_0 - b_0 - \tau}{b_1 - a_1} \right) \tag{27}$$

$$= \frac{\tau}{2} \cdot \left(\frac{a_0 - b_0 - a_0 + b_0 + \tau}{b_1 - a_1} \right) \tag{28}$$

$$= \frac{\tau}{2} \cdot \frac{\tau}{b_1 - a_1} \tag{29}$$

$$= \frac{\tau^2}{2(b_1 - a_1)}, \tag{30}$$