

**DIE EFFIZIENZ VON
ZUTEILUNGSMECHANISMEN BEI
FLÄCHENZERTIFIKATEN ZWISCHEN
VERSTEIGERUNG UND
GRANDFATHERING –
EXPERIMENTELLE EVIDENZ**

Lukas Meub, Till Proeger, Kilian Bizer, Ralph Henger

GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

Die Effizienz von Zuteilungsmechanismen bei Flächenzertifikaten zwischen Versteigerung und Grandfathering – experimentelle Evidenz

Lukas Meub ^a, Till Proeger ^{b,*}, Kilian Bizer ^c, Ralph Henger ^d

^{a,b,c} Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik und
Mittelstandsforschung, Universität Göttingen, Platz der Göttinger Sieben 3, 37073, Göttingen

^d Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Konrad-Adenauer-Ufer 21, 50668 Köln

* Corresponding author, Till.Proeger@wiwi.uni-goettingen.de;

Telefon: +49 551 39 12330; Fax: +49 551 39 19558.

Zusammenfassung: Die Einführung handelbarer Flächenzertifikate wird als Regulierungsinstrument zur Reduktion des Flächenverbrauchs in Deutschland diskutiert. Bislang fehlen jedoch empirische Studien zur Untersuchung der Wohlfahrts- und Umverteilungswirkung eines solchen cap & trade Systems. Insbesondere die Frage nach der Effizienz verschiedener Mechanismen der Primärallokation von Zertifikaten ist politisch relevant, aber bisher nicht untersucht. Die vorliegende Studie analysiert daher anhand eines ökonomischen Laborexperiments, das ein Zertifikatsystem zur Flächenverbrauchsreduktion simuliert, die Auswirkungen von drei Primärallokationsmechanismen: einer vollständigen Gratiszuteilung, einer ausschließlichen Versteigerung und einer hälftigen Aufteilung von Gratiszuteilung und Versteigerung. Es zeigt sich, dass ein Auktionsmechanismus die Effizienz und Stabilität des Zertifikatsystems senkt. Zertifikatpreise weisen eine höhere Volatilität auf und es bestehen stärker als durch die Theorie zu erwartende Umverteilungseffekte zu Gunsten des Auktionators. Persistente Preisunterschiede zwischen Auktion und innerkommunalem Handel verhindern eine effiziente Allokation der Zertifikate. Während das Zertifikatsystem insgesamt bei einer Gratiszuteilung einen hohen Effizienzgrad erreicht, führt ein Auktionsmechanismus zu Ineffizienzen, Unsicherheit und starken Umverteilungswirkungen. Aus wirtschaftspolitischer Sicht unterstützen diese Ergebnisse eine Gratis-Zuteilung innerhalb eines Systems handelbarer Flächenzertifikate.

Keywords: Flächenverbrauch, Grandfathering, handelbare Flächenzertifikate, ökonomisches Experiment, Versteigerung, Zuteilungsmechanismen

I. Einleitung

In Fortschreibung der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2002) formuliert auch der aktuelle Koalitionsvertrag von 2013 das Ziel einer Reduktion des deutschlandweiten Flächenverbrauchs auf 30 ha pro Tag (Koalitionsvertrag 2013; Jakubowski/Zarth 2003). Die ursprüngliche bundesstaatliche Zielsetzung wird somit aufrechterhalten, ungeachtet der weiterhin hohen Ausweisung von Siedlungs- und Verkehrsflächen, die in den Jahren 2009-2012 etwa 74 ha pro Tag betrug (Statistisches Bundesamt 2013). Zur Erfüllung des Regulierungsziels wurden in der Vergangenheit eine Vielzahl potentieller Maßnahmen vorgebracht, etwa eine striktere regulatorische Kontrolle auf allen staatlichen Ebenen oder eine direkte Besteuerung von Flächenverbrauch (Bizer et al. 1998; Henger/Schröter-Schlaack/Ulrich et al. 2010; Bovet/Koeck/Henger et al. 2011). Im Gegensatz zu diesen ordnungsrechtlich geprägten Ansätzen steht die ursprünglich von umweltökonomischer Seite vorgeschlagene Einrichtung eines Systems handelbarer Flächenzertifikate, dessen weitere Untersuchung in Modellstudien ebenfalls im jüngsten Koalitionsvertrag als Ziel genannt wird.

Der wissenschaftliche Diskurs zur generellen Umsetzbarkeit und Effizienz von cap & trade für die Fläche ist durch die Diskussion um CO₂-Zertifikate motiviert und leitet hieraus eine Reihe potentieller Vorteile ab. Diese Vorteile ergeben sich aus den theoretischen Eigenschaften des cap & trade Systems: Im Zentrum steht dabei die effiziente, landesweite Umverteilung von Zertifikaten hin zu den ökonomisch rentabelsten Flächenausweisungsprojekten bei minimalen Transaktionskosten. Eine Mengensteuerung bei variablen Preisen ermöglicht so die präzise Erfüllung des Regulierungsziels. Darüber hinaus wird erwartet, dass Flächenzertifikate Anreize zur effizienteren Landnutzung und Innenentwicklung geben und sich die Aufmerksamkeit für die Umweltproblematik der

Landnutzung bei Kommunen insgesamt erhöht.¹ Um diese aus der Theorie hergeleiteten Vorteile empirisch zu untersuchen, wurden bislang zwei Feldexperimente mit kommunalen Akteuren durchgeführt, die eine realitätsnahe Simulation eines Systems handelbarer Flächenzertifikate erlauben, wobei dessen grundsätzliche Funktionsfähigkeit betont wurde (Ostertag/Schleich/Ehrhart et al. 2010; Henger 2011; Bizer/Bovet/Henger et al. 2012; Henger 2013; Bovet/Bizer/Henger et al. 2013).

In diesen Feldexperimenten konnte jedoch aus Gründen der praktischen Umsetzbarkeit keine Bewertung des Mechanismus der Primärallokation von Flächenzertifikaten vorgenommen werden. Empirisch fundierte Aussagen über die Effizienz- und Verteilungswirkungen bei einer Versteigerung im Vergleich zu einer Gratiszuteilung sind somit bislang nicht möglich. Dies ist insofern problematisch, als die Frage der Primärallokation im Mittelpunkt des Interesses aller Akteure - und damit der politischen Diskussion - steht. Hierbei streben die Betroffenen nach einer möglichst langfristigen Gratis-Zuteilung (Grandfathering), die umweltökonomisch argumentierenden Regulierer hingegen nach der frühzeitigen Auktion eines möglichst hohen Anteils an Zertifikaten (Goeree/Palmer/Holt et al. 2010). Die folgende Untersuchung liefert eine empirisch-experimentelle Grundlage zur Beantwortung der Frage nach der Effizienz- und Verteilungswirkung des gewählten Primärallokationsmechanismus.

Während bislang nur wenige empirische Untersuchungen zu Implementationsalternativen von handelbaren Flächenzertifikaten vorliegen, besteht eine ausführliche umwelt- und experimentalökonomische Literatur zu verschiedenen Varianten von Märkten für SO₂- und

¹ Eine Vielzahl von Studien diskutiert die verschiedenen Aspekte und potentiellen Vor- und Nachteile von Flächenzertifikaten (Köck/Bizer/Hansjürgens et al. 2008). Für einen Überblick sei an dieser Stelle auf die Dissertationen von Schröter-Schlaack (2013), Henger (2010) und Schmalholz (2005) verwiesen, welche die ökonomischen Kernargumente entwickeln und umfassend darstellen. Weitere relevante Beiträge sind etwa Bizer 1996; Hansjürgens/Schröter-Schlaack (2004); Hansjürgens/Schröter-Schlaack (2008) und Henger/Bizer (2010).

CO₂-Emissionszertifikate.² Die politische Diskussion und Einführung von Emissionshandelssystemen wurde von wissenschaftlicher Seite auch durch ökonomische Laborexperimenten begleitet, die – z.B. im Kontext des CO₂-Zertifikatehandels – verschiedene Teilaspekte der Märkte beleuchtet haben.³ Auch für den im Folgenden untersuchten Kernaspekt der ökonomischen Effizienz verschiedener Primärallokationsmechanismen sind Laborexperimente durchgeführt worden. Die Vorhersage ökonomischer Theorie, gegeben den üblichen Annahmen wie perfekt rationalen Akteuren, ist hierbei die Wohlfahrtsneutralität der konkreten Methode der Primärallokation. Im Gegensatz dazu legen experimentalökonomische Studien nahe, dass die spezifische Methode der Primärallokation durchaus Einfluss auf die Marktergebnisse besitzt. Dies wurde zuletzt in den Experimenten von Grimm/Ilieva (2013), Goeree/Palmer/Holt et al. (2010), sowie Benz/Erhard (2007) gezeigt. Hierbei resultiert eine leicht höhere Leistungsfähigkeit der Märkte, wenn statt einer Gratisallokation von Zertifikaten (Grandfathering) eine vollständige Versteigerung implementiert wird, wobei Goeree/Palmer/Holt et al. (2010) darauf hinweisen, dass beide institutionellen Varianten keine vollständige Effizienz innerhalb des Marktes erzielen. In jedem Fall wird durch diese Untersuchungen die Diskrepanz zwischen theoretischen Verhaltensvorhersagen und tatsächlich eingetretenem Verhalten der Spieler deutlich.

Zwar können diese Ergebnisse als Ausgangspunkt für die Diskussion über die Ausgestaltung von Zertifikatsystemen im Kontext des Flächenhandels dienen, jedoch hindert deren Fokussierung auf die Struktur der Märkte für Emissionsrechte die unmittelbare

² Für einen Einstieg in die Literatur vgl. die Übersichtspapiere von Convery (2009); Martin/Muûls/Wagner (2012) und Wrake/Burtraw/Löfgren et al. (2012).

³ Hierzu zählen zentral Aspekte wie Marktmacht (Cason/Gangadharan/Duke 2003), Preissetzungsstrategien und Fixpreise (Burtraw/Goeree/Holt et al. 2011; Wrake/Myers/Burtraw et al. 2010; Shobe/Palmer/Myers et al. 2009 und Wrake/Myers/Mandell et al. 2008), oder auch die Folgen von Spekulation auf Zertifikatsmärkten (Burtraw/Goeree/Holt et al. 2009 und Mougeot/Naegelen/Pelloux et al. 2011).

Anwendbarkeit für das Gut „Fläche“. Hierbei sind insbesondere die in vielerlei Hinsicht geringere Flexibilität kommunaler Akteure im Vergleich zu gewinnmaximierenden Unternehmen und die Rolle der Wahlmöglichkeit zwischen Innen- und Außenentwicklung für das Regulierungsziel zu nennen. Insofern sind spezifische ökonomische Experimente notwendig, die den derzeitigen Planungsstand für eine mögliche Anwendung von Flächenzertifikaten nachbilden und damit Aussagen über die Effizienz, Umverteilungs- und Wohlfahrtswirkung verschiedener Primärallokationsmechanismen zulassen.

Die Methodik ökonomischer Laborexperimente bietet dabei eine Reihe von Vorteilen. Sie ermöglicht kontrafaktische Vergleiche verschiedener wirtschaftspolitischer Rahmensetzungen, die einer herkömmlichen empirischen Analyse im existierenden institutionellen Rahmen per se nicht zugänglich sind. Zwar weisen Laborexperimente mit studentischen Probanden einen hohen Abstraktionsgrad und damit eine geringere externe Validität als Feldexperimente auf, wodurch bei der unmittelbaren Übertragung auf tatsächlich handelnde Akteure und daraus abgeleitete wirtschaftspolitische Empfehlungen Vorsicht geboten ist. Dennoch ermöglicht diese Form der empirischen Wirtschaftsforschung Tendenzaussagen über die Wirkung verschiedener institutioneller Regelungen. Diese Aussagen sind für evidenzbasierte wirtschaftspolitische Entscheidungen bei ansonsten empirisch nicht zugänglichen Fragen hilfreich. In diesem Sinne stellt das vorliegende Experiment kontrafaktische, empirische Aussagen für die Wirkung verschiedener Primärallokationsmechanismen bereit.

Das Experiment bildet dafür möglichst präzise den bisherigen Stand der wissenschaftlichen Diskussion ab.⁴ Jeder Proband repräsentiert einen kommunalen Entscheidungsträger, wobei Kommunen durch die Realisation von Flächenausweisungen im Spielverlauf Einkommen generieren können. Sechs dieser Spieler agieren auf einem gemeinsamen Zertifikatmarkt. Die Durchführung von Flächen verbrauchenden Projekten ist durch die Verfügbarkeit von

⁴ Für einen Überblick zur aktuellen Diskussion vgl. www.flaechenhandel.de.

Zertifikaten exogen begrenzt. In drei verschiedenen Varianten des Spiels (Treatments) wird der Modus der Primärallokation variiert: im ersten Treatment (*Zuteilung*) werden alle Zertifikate nach einem festen Schlüssel kostenlos an die Spieler ausgegeben; im zweiten Treatment (*Mischform*) werden je 50% der Zertifikate versteigert und 50% gratis zugeteilt; im dritten Treatment (*Versteigerung*) wiederum werden alle Zertifikate versteigert. Das Spiel läuft über mehrere Runden mit jeweils drei Phasen. In der ersten Phase wird die treatmentspezifische Primärallokation der Zertifikate vorgenommen; in der zweiten Phase können die Spieler auf einem Sekundärmarkt Zertifikate handeln; in der dritten Phase können alle Spieler je ein „Projekt“ durchführen, das eine Flächenausweisung simuliert, sofern sie zuvor genügend Zertifikate akkumuliert haben. Die Auszahlung der Spieler ergibt sich schließlich aus der Anzahl und Rentabilität der im gesamten Spiel durchgeführten Projekte und den potentiellen Gewinnen aus dem Zertifikathandel.

Dieser experimentelle Rahmen ermöglicht einen *ceteris paribus* Vergleich der Primärallokationsmechanismen und damit die Ableitung wirtschaftspolitischer Implikationen, was in der vorliegenden Untersuchung wie folgt dargestellt wird: Abschnitt zwei präsentiert detailliert das experimentelle Design und führt dabei den Rahmen des individuell optimalen Verhaltens als Vergleichsmaßstab ein. Im dritten Abschnitt werden die Ergebnisse beschrieben, Abschnitt vier nimmt eine Schlussbetrachtung mit Ergebniszusammenfassung vor.

2. Experimentelles Design

Das experimentelle Design der vorliegenden Studie wird in fünf Abschnitten dargestellt. Zunächst soll der generelle Ablauf des Spiels geschildert werden; daraufhin die Details der Spieler- und Projekttypen, welche die Probanden einnehmen bzw. umsetzen. Drittens werden die Auszahlungsbedingungen der Spieler beschrieben und viertens das theoretisch optimale

Verhalten als Benchmark für die folgende Auswertung hergeleitet. Abschnitt fünf gibt Informationen zur Experimentdurchführung.

Spielablauf

Der Grundaufbau des Spiels ähnelt den bisher durchgeführten Feldexperimenten (Ostertag/Schleich/Ehrhart et al. 2010; Henger, 2011) und verwendet den gleichen Grundaufbau wie ein anderes aktuelles Laborexperiment der Autoren (Bizer/Henger/Meub et al. 2014), wobei das zweite Treatment *Mischform* in dieser Studie ebenfalls als Kontrolltreatment verwendet wird.

In 15 Spielrunden mit je drei Phasen simulieren Studierende das Verhalten je einer Kommune, die Flächennutzungszertifikate akkumuliert und mit diesen Projekte realisiert. Jeder Proband spielt nur eines der drei Treatments. Je sechs Spieler werden zufällig einer Gruppe zugeordnet, die so gemeinsam einen Zertifikatmarkt bilden. Wie in ökonomischen Experimenten üblich, wird eine neutrale Wortwahl verwendet, die Framing-Effekte ausschließt und somit für Probanden keinen Rückschluss auf Kommunen, Flächenhandel, Umweltschutz o.ä. zulässt.⁵ In den drei Phasen jeder Runde werden die Primärallokation, der Handel auf dem Sekundärmarkt und den Einsatz der Zertifikate zur Projektrealisierung durch die Kommune abgebildet.

In der ersten Phase findet die Primärallokation von Zertifikaten statt, die gleichzeitig die Treatmentvariation darstellt. Im Treatment *Zuteilung* werden insgesamt 24 Zertifikate pro Runde gratis an die Spieler ausgegeben; im Treatment *Mischform* werden 12 Zertifikate versteigert und 12 Zertifikate gratis zugeteilt; im Treatment *Versteigerung* wiederum werden alle 24 Zertifikate versteigert. Als Versteigerungsmechanismus wird eine verdeckte

⁵ Die Instruktionen (Spielregeln für die Probanden) des Spiels werden als Online-Material bereitgestellt.

Einheitspreisauktion implementiert.⁶ Der Auktionator simuliert im Spiel die regulierende bundesstaatliche Ebene und erzielt durch die Versteigerungen Erlöse, die für die Spieler (Kommunen) direkt ausgabenwirksam werden. Die einzige Unterscheidung zwischen den drei Treatments ist damit die Variation des Primärallokationsmechanismus in der ersten Spielphase; alle andere Bedingungen des Spiels bleiben identisch (ceteris paribus Bedingung). In der zweiten Phase können die Spieler zwei Minuten lang ihre Zertifikate frei per zweiseitiger Auktion ohne Preis- oder Mengenbegrenzungen handeln. Auf diesem Sekundärmarkt können die Spieler durch Verkäufe Einnahmen erzielen oder zusätzliche Zertifikate für die Umsetzung von Projekten von anderen Spielern erwerben.

In der dritten Phase können die Projekte umgesetzt werden. Spieler generieren so Einkommen je nach Höhe der Projektwerte. Jeder Spieler kann pro Runde nur ein Projekt umsetzen. Nicht genutzte Zertifikate können über die 15 Runden angespart werden, verfallen jedoch nach der letzten Runde ohne eine Ausgleichszahlung.

Spieler- und Projekttypen

Wie beschrieben werden alle Spieler zufällig einer Gruppe aus sechs Spielern zugeordnet. Innerhalb dieser Gruppen wird wiederum zufällig jedem Spieler ein spezifischer Spielertyp zugeordnet, wobei die Spielertypen verschieden große Kommunen simulieren. Jeder Spielertyp hat für das gesamte Spiel eine Ausstattung mit 45 Projekten zur Verfügung.

Es gibt zwei Projekttypen, die mit „Typ A“ und „Typ B“ bezeichnet werden. Für die Umsetzung eines Typ A Projekts, das Außenentwicklungsprojekte mit hohem Flächenverbrauch repräsentiert, werden einheitlich acht Zertifikate benötigt. Typ B Projekte

⁶ Bei einer Einheitspreisauktion geben die Bieter je einen Preis und die gewünschte Menge an. Alle Gebote werden dann nach ihren Preisen geordnet und die Zertifikate entsprechend zugeteilt, wobei der Preis des letzten bedienten Gebots den Preis für alle Bieter bestimmt.

benötigen keine Zertifikate, was ein Innenentwicklungsprojekt simuliert.⁷ Projekte des Typs A generieren für den durchführenden Spieler eine Auszahlung von 0 bis 100 ECU (Experimentelle Währungseinheiten) in Schritten zu 20 ECU. Projekte des Typs B erzielen einheitlich 10 ECU.

Projekt	Nummer	1	2	3	4	5	6	7	
	Wert	100	80	60	40	20	0	10	
	Typ	A	A	A	A	A	A	B	
	Zertifikate	8	8	8	8	8	8	0	
Spielertyp									Gesamt
	<i>1- sehr groß</i>	10	8	6	4	2	0	15	45
	<i>2- groß</i>	8	10	6	4	2	0	15	45
	<i>3- mittel</i>	6	8	10	4	2	0	15	45
	<i>4- klein</i>	4	6	8	10	2	0	15	45
	<i>5- klein</i>	2	4	6	8	10	0	15	45
	<i>6- klein</i>	0	2	4	6	8	10	15	45
	Gesamt	30	38	40	36	26	10	90	270

Tabelle 1. Überblick über Spielertypen und Projekte

Spielertyp	Anzahl Zertifikate pro Runde (Gesamt)		
	Zuteilung	Mischform	Versteigerung
<i>1- sehr groß</i>	8 (120)	4 (60)	0 (0)
<i>2- groß</i>	6 (90)	3 (45)	0 (0)
<i>3- mittel</i>	4 (60)	2 (30)	0 (0)
<i>4- klein</i>	2 (30)	1 (15)	0 (0)
<i>5- klein</i>	2 (30)	1 (15)	0 (0)
<i>6- klein</i>	2 (30)	1 (15)	0 (0)
# Versteigerung	0 (0)	12 (180)	24 (360)
Gesamt	24 (360)	24 (360)	24 (360)

Tabelle 2. Anzahl Zertifikate nach Primärallokationsmechanismus

Die verschiedenen Spielertypen unterscheiden sich also nach ihren verfügbaren Projekten, wobei die „größeren“ Kommunen mehr wertvolle Projekte zur Verfügung haben. Darüber hinaus erhalten die Spielertypen eine unterschiedliche Anzahl kostenloser Zertifikate, was

⁷ Die Annahme, dass jedes Außenentwicklungsprojekt die gleiche Fläche verbraucht und daher dieselbe Anzahl an Zertifikaten benötigt, stellt zwar eine erhebliche Vereinfachung der realen Situation dar, ist aber notwendig, um das Spiel für die Probanden verständlich zu halten. Diese Vereinfachung berührt jedoch nicht die Kernaspekte eines Zertifikatsystems oder die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse.

eine Allokation nach der Höhe der Einwohnerzahl widerspiegelt. Jeder Spieler kennt seine eigene Projektausstattung und Zuteilungsmenge an kostenlosen Zertifikaten, nicht aber die Projektausstattung der anderen Spieler oder deren Zertifikatzuteilung.

Tabelle 1 zeigt die Spielertypen und die ihnen zur Verfügung stehenden Projekte. Tabelle 2 gibt einen Überblick zu den Zertifikatmengen in Abhängigkeit vom Primärallokationsmechanismus.

Auszahlungsstruktur

Jeder Spieler erhält als Budget eine Anfangsausstattung, um Zertifikate in den Auktionen oder am Sekundärmarkt zu erwerben. Diese ist für alle Spieler gleich, unterscheidet sich aber in Abhängigkeit von der versteigerten Zertifikatmenge. Während unter vollständiger *Zuteilung* die Spieler nur 350 ECU Startguthaben erhalten, ist das Budget in der *Mischform* auf 700 ECU und bei vollständiger *Versteigerung* auf 1400 ECU erhöht. Die unterschiedlichen Anfangsausstattungen kompensieren damit den unterschiedlich hohen Anteil an gratis zugeteilten Zertifikaten. Diese Budgetbeschränkung der Spieler ist bindend, es kann also keine Verschuldung entstehen. Die Budgethöhe ist dabei so gewählt, dass die Spieler potentiell genug Zertifikate zu fairen Preisen ankaufen können, um damit in jeder Runde ein Außenentwicklungsprojekt durchführen zu können (vgl. Abschnitt zum theoretisch optimalen Verhalten). Die Zertifikatkäufe und -verkäufe werden sofort budgetwirksam. Das finale Budget wird den Probanden am Ende des Spiels ausgezahlt. Ebenso werden die Erlöse aus der Projektrealisation am Ende ausgezahlt, um so den Charakter langfristiger Investitionen und verzögerter Einnahmen von Flächenausweisungen abzubilden. Zusätzlich erhalten die Spieler in den Treatments *Zuteilung* und *Mischform* eine verhaltensunabhängige Auszahlung von 5€ bzw. 4€ am Ende des Spiels. Hierdurch wird eine vergleichbare erwartete Auszahlung bezogen auf die zu erwartende Experimentdauer über die Treatments erreicht, ohne dass den Spielern in den Treatments ohne Auktion ein deutlich erhöhtes und damit anreizverzerrendes Budget gewährt werden müsste. Alle Auszahlungen und Preise werden in ECU angegeben,

wobei 100 ECU am Ende des Spiels zu 1€ für die Auszahlung der Probanden umgewandelt werden.

Theoretisch optimales Verhalten

Ohne eine restriktive Regulierung würden die Spieler im vorliegenden experimentellen Rahmen ihre 15 profitabelsten Projekte des Typs A umsetzen (vgl. Tabelle 1). Insgesamt würden so pro Gruppe über alle 15 Runden 90 Typ A (Außenentwicklungsprojekte) umgesetzt. Es wird nun angenommen, dass vom Gesetzgeber eine Reduktion des Flächenverbrauchs um 50% angestrebt wird. Daraus ergibt sich eine Restriktion auf drei Typ A Projekte pro Runde, d.h. nur noch die Hälfte der Kommunen wird im Durchschnitt pro Runde Außenentwicklungsprojekte umsetzen können. Insgesamt können in jeder Gruppe nur noch 45 Typ A Projekte und dementsprechend 45 Typ B Projekte umgesetzt werden. Die Allokation der Zertifikate entscheidet dabei sowohl darüber, welche Kommunen Typ A Projekte umsetzen können, als auch wann diese umgesetzt werden. Der vereinfachenden Annahme eines einheitlichen Flächenverbrauchs aller Außenentwicklungsprojekte entsprechend benötigen alle Typ A Projekte acht Zertifikate. Um nun das Regulierungsziel einer Reduktion um die Hälfte auf drei Typ A Projekte pro Runde zu realisieren, wird eine Verknappung der Zertifikate auf 24 Stück pro Runde eingeführt.

Um die Zertifikatpreise im Gleichgewicht abzuleiten, kann zunächst die Zahlungsbereitschaften der Spieler bestimmt werden. Dabei führt die Umsetzung eines Typ A Projekts zu Opportunitätskosten von 10 ECU, also entsprechend der festen Auszahlung für Typ B Projekte, für die keine Zertifikate verbraucht werden würden. Die profitabelsten Typ A Projekte generieren eine Auszahlung von 100 ECU, wofür acht Zertifikate benötigt werden. Die Zahlungsbereitschaft für ein Zertifikat beträgt daher maximal $(100-10)/8=11.25$ ECU. Insgesamt stehen in jeder Gruppe 30 Projekte von Typ A mit einem Wert von 100 zur Verfügung, was den Spielern allerdings nicht bekannt ist. Daher verhalten sich Spieler optimal im Sinne einer Auszahlungsmaximierung, sofern diese im Primär- und

Sekundärmarkt eine Zahlungsbereitschaft von maximal 11.25 ECU, also dem fairen Wert eines Zertifikats, aufweisen. Höhere durchschnittliche Preise für Zertifikate resultieren zwingend in einem Einkommensrückgang für die Spieler, da der Zahlung von Preisen über diesem fairen Wert keine entsprechenden Erlöse aus Projektumsetzungen entgegenstehen. Der Preis im Marktgleichgewicht sollte nach Umsetzung aller Typ A Projekte mit einem Wert von 100 ECU auf $(80-10)/8=8.75$ ECU fallen, da nun nur noch Projekte mit einem Wert von 80 ECU umgesetzt werden können. Übersteigen die Marktpreise diese fairen Werte und erwartet man ein auszahlungsmaximierendes Kalkül bei allen anderen Spielern, verkauft ein rationaler Spieler Zertifikate; sinken die Preise darunter, kauft ein rationaler Spieler Zertifikate. Entsprechend richten rationale Spieler ihre Angebote in den Einheitspreisauktionen an diesen fairen Werten aus. Alle Spieler haben alle notwendigen Informationen, um diese fairen Preise abzuleiten. Diese Preise können somit als Benchmark bei der Interpretation der Experimentalergebnisse dienen.

Allerdings ist auf Grund identischer Zahlungsbereitschaften unklar, welche Type A Projekte mit einem Wert von 80 ECU neben den 30 Typ A Projekten mit dem Wert von 100 ECU konkret umgesetzt werden sollten, bzw. welcher Spieler die Projekte umsetzen wird. Es reicht jedoch an dieser Stelle aus, das Ergebnis auf Ebene der Spielertypen anhand der Annahme zu illustrieren, dass Zertifikate bei identischer Zahlungsbereitschaft nach der Kommunengröße zugeteilt werden. Wir nehmen weiterhin an, dass Preise im Primär- und Sekundärmarkt für Zertifikate stets den maximalen Zahlungsbereitschaften entsprechen und kostenlos zugeteilte Zertifikate in der *Mischform* gleichmäßig auf Projekte zu 100 ECU und zu 80 ECU verteilt werden.⁸ Unsere Annahme unterstellt also, dass der Auktionator eine perfekte

⁸ Spielertyp 1 realisiert zum Beispiel zehn Typ A Projekte mit einem Wert von 100 ECU und fünf mit einem Wert von 80 ECU und erhält insgesamt 60 kostenlose Zertifikate in der *Mischform*. Die vorliegende Berechnung unterstellt dann, dass zwei Drittel der kostenlosen Zertifikate für Projekte mit einem Wert von 100 ECU und ein

Preisdiskriminierung erreicht. So können auch die maximalen Erlöse des Auktionators bestimmt werden. Tabelle 3 zeigt eine detaillierte Darstellung der so abgeleiteten potentiellen Ergebnisse.

Projekt	Nummer	1	2	7	Zertifikate			Einkommen			
	Wert	100	80	10	#kauf(gratis)						
	Typ	A	A	B							
	Zertifikate	8	8	0							
Spieler	-typ				Σ	Zuteilung	Mischform	Versteig.	Zuteilung	Mischform	Versteig.
	<i>1- sehr groß</i>	10	5	0	15	0(120)	60(60)	120(0)	1400	775	150
	<i>2- groß</i>	8	5	2	15	14(90)	59(45)	104(0)	1075	605	150
	<i>3- mittel</i>	6	5	4	15	28(60)	58(30)	88(0)	748	436	150
	<i>4- klein</i>	4	0	11	15	2(30)	17(15)	32(0)	489	333	150
	<i>5- klein</i>	2	0	13	15	-14(30)	1(15)	16(0)	476	320	150
	<i>6- klein</i>	0	0	15	15	-30(0)	-15(15)	0(0)	463	306	150
	Σ	30	15	45	90	0(360)	180(180)	360(0)	4650	2775	900
	<i>Auktionator</i>							0	1875	3750	
	Σ							4650	4650	4650	

Tabelle 3. Theorie zu Wohlfahrt, Zertifikaten und Einkommen nach Primärallokationsmechanismus

Es zeigt sich, dass unabhängig vom Primärallokationsmechanismus 45 Projekte von Typ A und 45 Projekte von Typ B umgesetzt werden sollten. Dies entspricht der effizienten, d.h. wohlfahrtsoptimalen, Erfüllung des Regulierungsziels der Halbierung des Flächenverbrauchs. Lediglich die Einkommensverteilung, also die Verteilung der Erlöse aus den umgesetzten Projekten zwischen Auktionator und Kommunen, wird durch die Primärallokation beeinflusst.

Drittel für Projekte mit dem Wert von 80 ECU genutzt werden. Entsprechend werden von den noch benötigten 60 Zertifikaten 40 zu einem Preis von 11.25 ECU und 20 zu einem Preis von 8.75 ECU angekauft.

Transferzahlungen im Primärmarkt, d.h. erfolgreiche Gebote in der Auktion, haben eine einkommensumverteilende Wirkung zu Gunsten des Auktionators. Bei perfekter Preisdiskriminierung wird das mit Hilfe der auktionierten Zertifikate geschaffene Einkommen durch Projektrealisierungen vollständig an den Auktionator umverteilt. Die Einkommensverteilung zwischen den Spielertypen ist bestimmt durch die zur Verfügung stehenden Projekte und die Anzahl der zugeteilten Zertifikate. Transferzahlungen im Sekundärmarkt bewirken eine Einkommensumverteilung innerhalb der Kommunen, da diese als Käufer und Verkäufer auftreten und annahmegemäß keine Transaktionskosten bestehen. Somit ergibt sich insgesamt, dass Ineffizienzen nur durch die Umsetzung von Projekten mit inferiorer Wert entstehen können. In diesem Fall würden Zertifikate nicht optimal eingesetzt und es würde eine Fehlallokation vorliegen.

Die Betrachtungen in diesem Abschnitt folgen der Annahme, dass Spieler gewinnmaximierend handeln und dies auch von den anderen Spielern ihrer Gruppe erwarten. Hierbei wäre eine perfekte ex-ante Evaluation des gesamten Spielverlaufs durch die Spieler erforderlich, was natürlich eine möglicherweise unrealistische Annahme ist. Zudem wurde nicht auf mögliche Spekulationsmotive, Arbitrage oder Pfadabhängigkeiten im Spiel abgestellt. Die präsentierten theoretischen Überlegungen können und sollen also nicht alle Eventualitäten und individuellen Handlungsmotive abdecken. Dennoch bilden sie eine objektive Benchmark, an welcher die Ergebnisse der experimentellen Durchführung eingeordnet werden können und durch die systematische Abweichungen vom optimalen Verhalten identifiziert und Ineffizienzen quantifiziert werden können.

Experimentdurchführung

Treatment	Zuteilung	Versteigerung	Anzahl Teilnehmer	Anzahl Gruppen
<i>Zuteilung</i>	100%	0%	42	7
<i>Mischform</i>	50%	50%	48	8
<i>Versteigerung</i>	0%	100%	42	7
Gesamt			132	22

Tabelle 4. Zusammenfassung der Treatments und Probandenanzahl

Tabelle 4 gibt einen Überblick der Treatments, der Variation des Primärallokationsmechanismus und die Anzahl der Probanden. Die Experimentdurchführung fand in zehn Sessions im Oktober und Dezember 2014 im Experimentallabor der Universität Göttingen (GLOBE) statt. Die Probanden wurden mit dem Programm ORSEE rekrutiert (Greiner 2004) und das Spiel mit der Software z-Tree programmiert (Fischbacher 2007). Jeder Proband durfte nur einmal teilnehmen; das Spielverständnis aller Probanden wurde durch verpflichtende Kontrollfragen zu Beginn des Spiels geprüft. Die Sessions dauerten rund 80 Minuten; jeder Proband verdiente im Durchschnitt 14.42€. Die Probanden rekrutieren sich aus verschiedenen Studienfächern (37% davon Wirtschaftswissenschaftler), waren im Durchschnitt 24.5 Jahre alt, bei einem Frauenanteil von 52%.

3. Ergebnisse

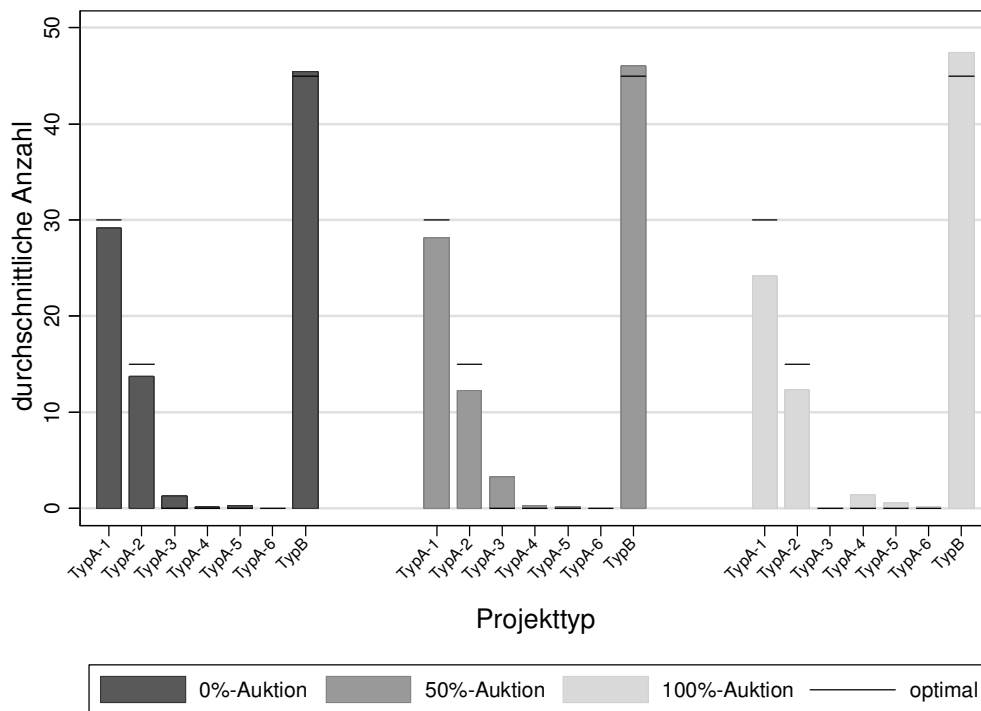
Im Folgenden werden die Experimentalergebnisse hinsichtlich der Wirkung der verschiedenen Primärallokationsmechanismen auf die zentralen ökonomischen Indikatoren Wohlfahrt, Preisentwicklung und Einkommensverteilung analysiert.

Wohlfahrt und Effizienz

Zunächst soll untersucht werden, inwiefern ein System handelbarer Flächenausweisungszertifikate eine effiziente Umsetzung des Regulierungsziels bewirkt und welche Bedeutung dabei dem Primärallokationsmechanismus zukommt.

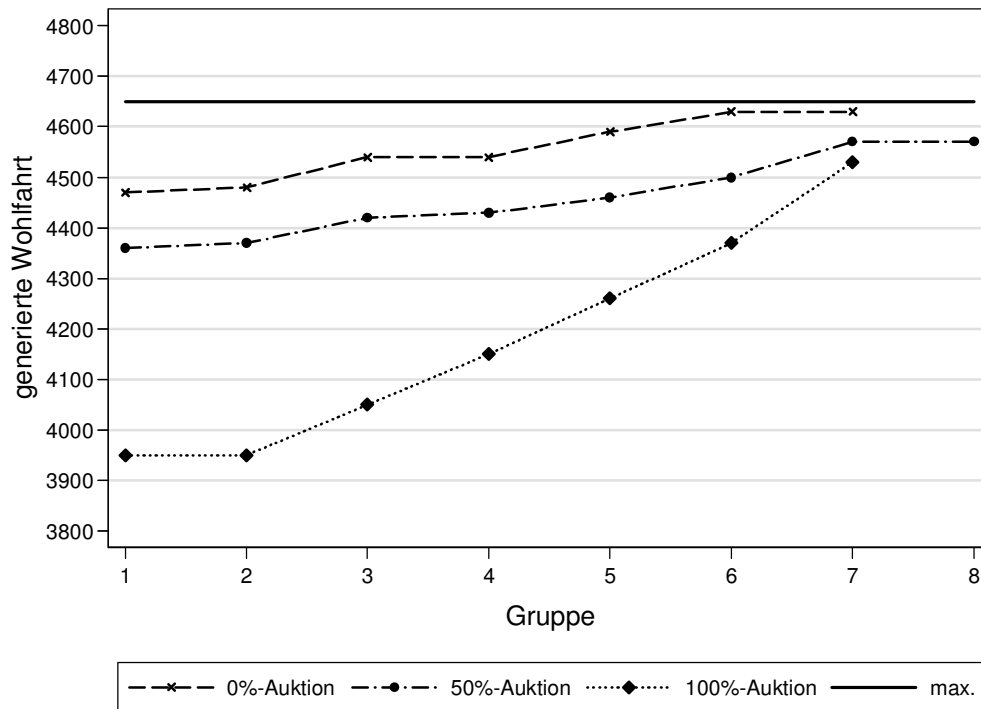
Die Spieler im Experiment lassen sich als Kommunen interpretieren, die Einkommen durch die Umsetzung von ggf. flächenverbrauchenden Projekten unter Einsatz von zuvor akkumulierten Zertifikaten generieren. Der Ankauf dieser Zertifikate geschieht im Rahmen der Auktionen im Primärmarkt oder am Sekundärmarkt, in welchem Zertifikate frei gehandelt werden. Hierbei entstehen Einkommensumverteilungen zwischen den Kommunen oder von den Kommunen zum Auktionator, die jedoch nicht wohlfahrtswirksam sind. Ineffizienzen können daher lediglich durch die Umsetzung von Projekten mit inferiorerem Wert entstehen, also dem Einsatz von Zertifikaten für ein ertragsschwächeres Projekt, obwohl ein ertragsstärkeres möglich wäre. Abbildung 1 zeigt die im Durchschnitt umgesetzten Projekte, aggregiert über Gruppen für die drei Primärallokationsmechanismen. Zudem werden die oben hergeleiteten Optimalwerte angezeigt (30 Typ A Projekte mit einem Wert von 100 ECU, 15 im Wert von 80 ECU und 45 Typ B Projekte).

Abbildung 1. Projektrealisierungen nach Primärallokationsmechanismus



Es wird deutlich, dass für den Fall vollständig kostenloser Zertifikatzuteilung eine hohe Effizienz erzielt wird. Die durchschnittliche Anzahl umgesetzter Projekte erreicht nahezu die theoretisch optimalen Werte, entsprechend werden Zertifikate für die Realisierung der wertvollsten Außenentwicklungsprojekte verwendet. Dagegen wird eine optimale Allokation bei einer vollständigen Auktion deutlich verfehlt. Die gemischte Primärallokation stellt ein mittleres Niveau in Bezug auf die Effizienz dar. Um einen differenzierteren Einblick zu erhalten, zeigt Abbildung 2 die durch umgesetzte Projekte geschaffene Wohlfahrt für jede einzelne Gruppe in aufsteigender Rangordnung ab.

Abbildung 2. Wohlfahrt für jede Gruppe nach Primärallokationsmechanismus



Wie die aggregierte Betrachtung gezeigt hat, erreichen Gruppen unter vollständig kostenloser Zertifikatzuteilung nahezu das maximale Wohlfahrtsniveau von 4650 ECU (siehe Tabelle 3), die schwächste Gruppe erzielt immer noch 96% dieses Werts. Erfolgt eine hälftige Versteigerung, sinkt die geschaffene Wohlfahrt auf ein signifikant niedrigeres Niveau (Wilcoxon-Rank-Sum Test; $n=15$, $z=2.089$ und $p<0.0367$), wobei der Durchschnitt über die Gruppen um 2% von 4554 ECU auf 4460 ECU sinkt.⁹ Erfolgt eine vollständige Versteigerung, ist nicht nur ein klarer Niveaueffekt festzustellen – die durchschnittliche generierte Wohlfahrt sinkt um 8.2% gegenüber einer vollständig kostenlosen Zuteilung auf 4180 ECU (Wilcoxon-Rank-Sum Test; $n=14$, $z=2.884$ und $p<0.0039$) – sondern es steigt auch die Varianz bzw. die Heterogenität zwischen den Gruppen. Die schwächste Gruppe erreicht nur noch 87% der Wohlfahrt der stärksten Gruppe; ohne Auktion oder bei hälftiger Auktion

⁹ Alle statistischen Tests werden auf der Gruppenebene angewendet, da jede Gruppe auf Grund der Interaktion der jeweils sechs Spieler nur eine unabhängige Beobachtung generiert.

beträgt dieser Wert etwa 96%. Diese höhere Heterogenität kann als Abnahme der Stabilität des Zertifikatsystems insgesamt interpretiert werden. Folglich liegt eine erhöhte Unsicherheit bezüglich der zu erwarteten Wohlfahrtseffekte vor, sofern Zertifikate vollständig auktioniert werden.

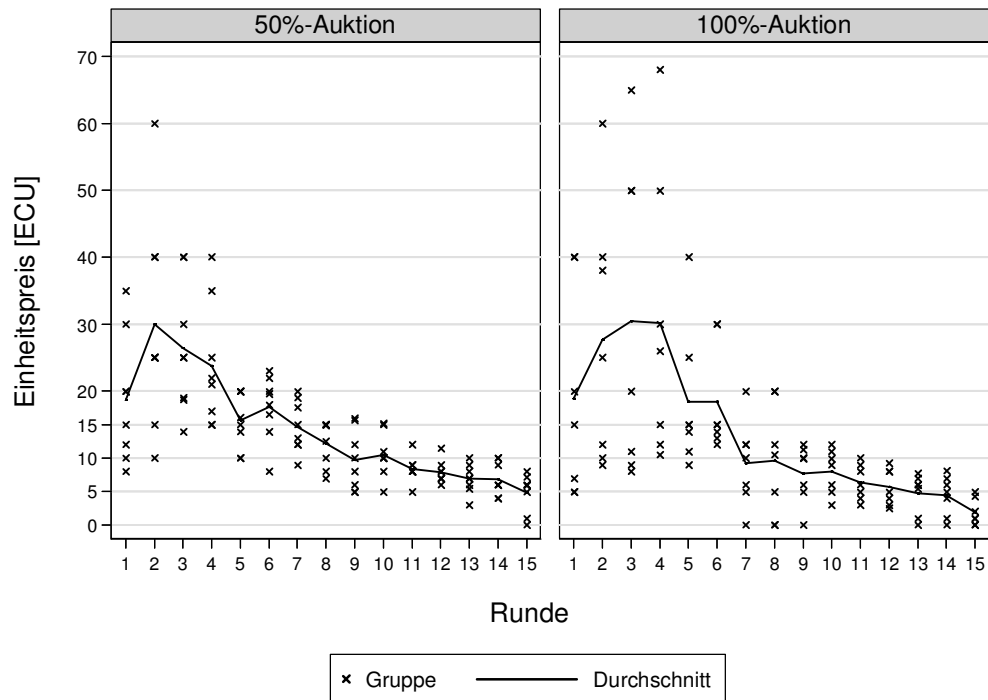
***Ergebnis 1:** Eine Regulierung des Flächenverbrauchs durch handelbare Zertifikate ist in hohem Maße effizient, sofern eine kostenlose Primärallokation der Zertifikate erfolgt. Eine hälftige oder vollständige Auktion senkt die Effizienz des Regulierungssystems. Auch die Stabilität, i.S.v. Unterschieden in der Varianz, der geschaffenen Wohlfahrt, sinkt im Falle eines Auktionsmechanismus.*

Zertifikatpreise

Aus einer statisch wohlfahrtstheoretischen Sicht ist die konkrete Entwicklung der Zertifikatspreise irrelevant, wirken Transferzahlungen beim Zertifikatkauf ohne Transaktionskosten doch lediglich umverteilend. Allerdings spielt die Zertifikatpreisentwicklung aus Sicht kommunaler Akteure, die langfristig, anhand von festgelegten Budgets planen, eine entscheidende Rolle. Volatile Preise zwingen Kommunen, ihre Planungen unter Unsicherheit bzgl. der Rentabilität von Projekten vorzunehmen. Verzichten Kommunen auf Grund hoher Preisvolatilitäten auf die Akkumulation von Zertifikaten, reagieren sie also mit Zurückhaltung auf Planungsunsicherheit, so können Preisentwicklungen sogar wohlfahrtswirksam werden. Hier muss wieder der Unterschied zu Zertifikatsystemen im Kontext des Emissionshandels betont werden, da anzunehmen ist, dass Unternehmen als handelnde Akteure anpassungsfähiger im Falle von Preisvolatilitäten sind. Speziell für kleine Kommunen, die ggf. Zertifikate über mehrere Perioden akkumulieren müssen, kann diese Unsicherheit prohibitiv hoch sein, sodass diese gänzlich auf den Erwerb von Zertifikaten und damit auf Außenentwicklungsprojekte verzichten.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Einheitspreise in den Auktionen über die Runden.

Abbildung 3. Auktionspreise nach Primärallokationsmechanismus

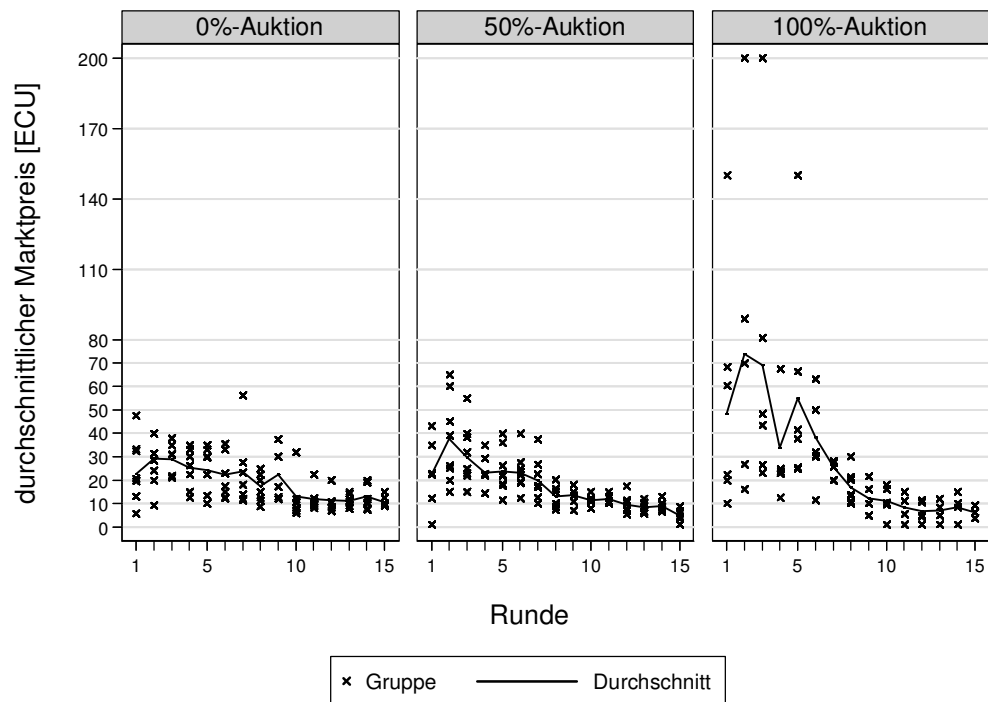


Es ist festzustellen, dass der faire Zertifikatpreis von 11.25 ECU in fast allen Auktionen in der ersten Hälfte des Spiels überschritten wird, zum Teil treten extreme Preisausschläge auf. Die Preise sinken jedoch im Laufe des Spiels ab, was auf Lerneffekte bei den Spielern hindeutet. Interpretiert man die Unterschiede in den Einheitspreisen zwischen den Gruppen als Volatilität, so nimmt diese ebenfalls mit zunehmendem Spielverlauf ab.

Ergebnis 2: Einheitspreise in den Auktionen der Primärallokation überschreiten den fairen Wert nach Einführung des Zertifikatsystems deutlich und zeigen eine hohe Volatilität, jedoch sinken die Preise und auch die Volatilität über die Zeit.

Abbildung 4 fasst die Preisentwicklung am Sekundärmarkt zusammen, wobei es aus theoretischer Perspektive kein Unterschied bzgl. des fairen Zertifikatpreis gibt.

Abbildung 4. Zertifikatpreise im Sekundärmarkt nach Primärallokationsmechanismus



Auch im Sekundärmarkt werden anfängliche Preisübertreibungen und die hohe Preisvolatilität über die Zeit abgebaut. Der Verlauf des durchschnittlichen Marktpreises lässt deutlich erkennen, dass unter einer vollständigen Versteigerung Preisübertreibungen und -volatilitäten stärker ausfallen.

Ergebnis 3: Zertifikatpreise übersteigen im Sekundärmarkt das durch entsprechende Projektwerte gerechtfertigte Niveau. Unabhängig vom Primärallokationsmechanismus sinken die Preise und die Volatilität über die Zeit. Eine vollständige Auktion erhöht die Zertifikatpreise und die Preisvolatilität am Sekundärmarkt.

Tabelle 5 fasst die Preisentwicklungen anhand der durchschnittlichen Preise und Standardabweichungen in den jeweiligen Spielhälften zusammen.

		<i>Zuteilung</i>	<i>Mischform</i>	<i>Versteigerung</i>
Auktionspreis (std.)	Runde <=7		20.99 (2.23)	21.91 (12.27)
	Runde >7		8.43 (2.12)	6.07 (3.37)
Marktpreis (std.)	Runde <=7	25.14 (4.53)	27.28 (7.14)	47.25 (34.74)
	Runde >7	12.84 (5.05)	9.70 (1.88)	10.75 (5.15)

Tabelle 5. Zertifikatpreisentwicklung nach Primärallokationsmechanismus

Zusätzlich zu den beschriebenen Effekten ist festzustellen, dass die Einheitspreise im Primärmarkt das Preisniveau im Sekundärmarkt übersteigen. So liegt bei der *Mischform* der Marktpreis etwa 30% über dem Niveau der Einheitspreise für die erste Hälfte des Spiels, in der zweiten Hälfte sinkt der Preisaufschlag am Sekundärmarkt auf 15%. Unter vollständiger Auktion (*Versteigerung*) vergrößert sich dieser Preisaufschlag auf 115% in der ersten und 77% in der zweiten Hälfte des Spiels. Diese Preisdifferenzen eröffnen die Möglichkeit Spekulationsgewinne zu erzielen, was allerdings nur von wenigen Spielern effektiv genutzt wird. Dies wird daran deutlich, dass sich bei einem starken Spekulationsmotiv die Preisdifferenzen auflösen müssten. Der Preis müsste sich also im effizienten Fall dem einheitlichen, fairen Gleichgewichtsniveau sowohl im Primär- als auch Sekundärmarkt annähern. Die Preisdifferenzen zeigen sich aber persistent, mit der Folge, dass eine ineffiziente Zertifikatallokation erfolgt, was bei vollständiger Zuteilung in dieser Form nicht auftreten kann. Hierfür kann der *Endowment-Effekt* als plausible Erklärung dienen (Kahneman/Knetsch/Thaler 1990).¹⁰ Demnach würden die Zahlungsbereitschaft für den

¹⁰ Der Endowment-Effekt ist eine weit verbreitete und in der Verhaltensökonomik ausführlich erforschte systematische Verhaltensverzerrung. Sie bewirkt, dass Vermögensgegenstände, die sich im Besitz einer Person befinden, von dieser als wertvoller empfunden werden, als wenn sie denselben Vermögensgegenstand nicht besitzen würde. Entsprechend ist die Zahlungsbereitschaft für diesen Vermögensgegenstand geringer, als der

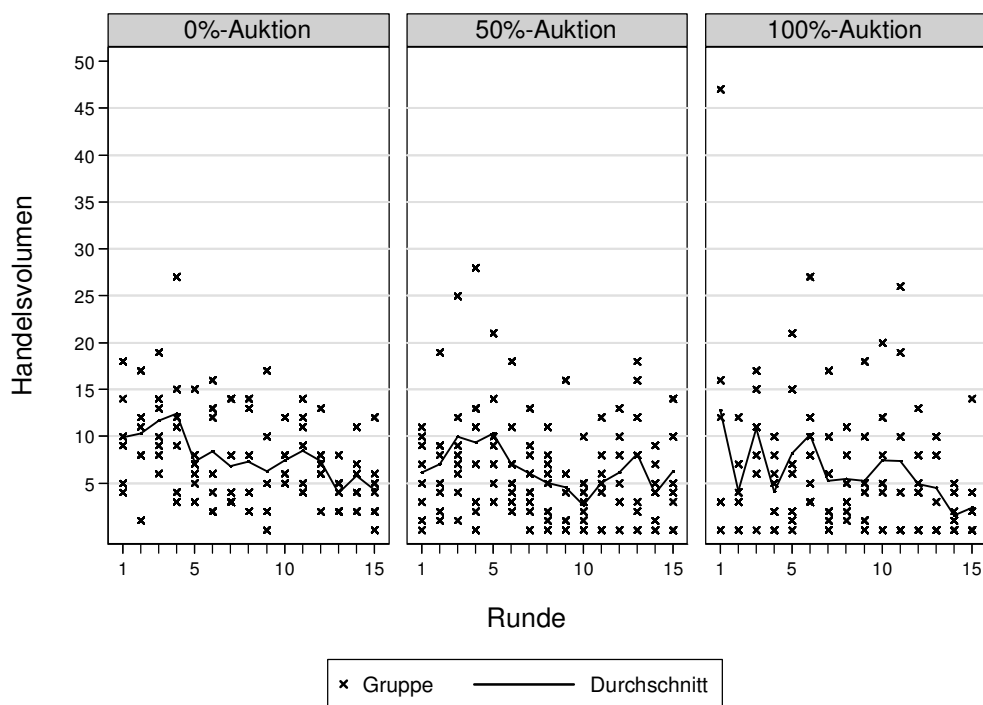
Zertifikatkauf und der Reservationspreis für den Verkauf auseinanderfallen, da einmal erworbene Zertifikate nur gegen einen Preisaufschlag wieder abgegeben werden. Werden durch diesen Effekt weniger Zertifikate gehandelt, obwohl ein entsprechender Tausch eine Besserstellung erlauben würde, wird das Wohlfahrtsoptimum verfehlt. Weiterhin lässt sich die Erwartung ableiten, dass politische Motive das Problem weiter verschärfen. Beispielsweise können Kommunen unabhängig von fiskalischen Motiven Projekte durchsetzen und dadurch einer langfristigen, von den aktuellen Zertifikatspreisen unabhängigen Planung folgen. Einmal ersteigerte Zertifikate würden nur sehr restriktiv, bzw. gegen einen entsprechend hohen Preisaufschlag am Sekundärmarkt gehandelt werden. Hiermit wäre eine zentrale Annahme zur Vorteilhaftigkeit eines Zertifikathandelssystems, die Fähigkeit einer effizienten Allokation von Ausweisungsrechten durch den Marktmechanismus, verletzt.

***Ergebnis 4:** Es bestehen substantielle und persistente Preisunterschiede zwischen den Einheitspreisen in den Auktionen (Primärmarkt) und den Marktpreisen (Sekundärmarkt), woraus eine suboptimale Zertifikatallokation und potentielle Ineffizienzen folgen. Diese Preisdifferenzen können mit Hilfe des Endowment-Effekts erklärt werden.*

Um eine vollständige Beschreibung des Handelssystems zu erreichen, stellt Abbildung 5 die tatsächlich gehandelten Zertifikatmengen über die Runden dar.

geforderte Preis bei einem Verkauf. Diese Verhaltensanomalie kann in vielen Situationen zu Ineffizienzen auf Märkten führen.

Abbildung 5. Handelsvolumen über Runden nach Ausgabesystem



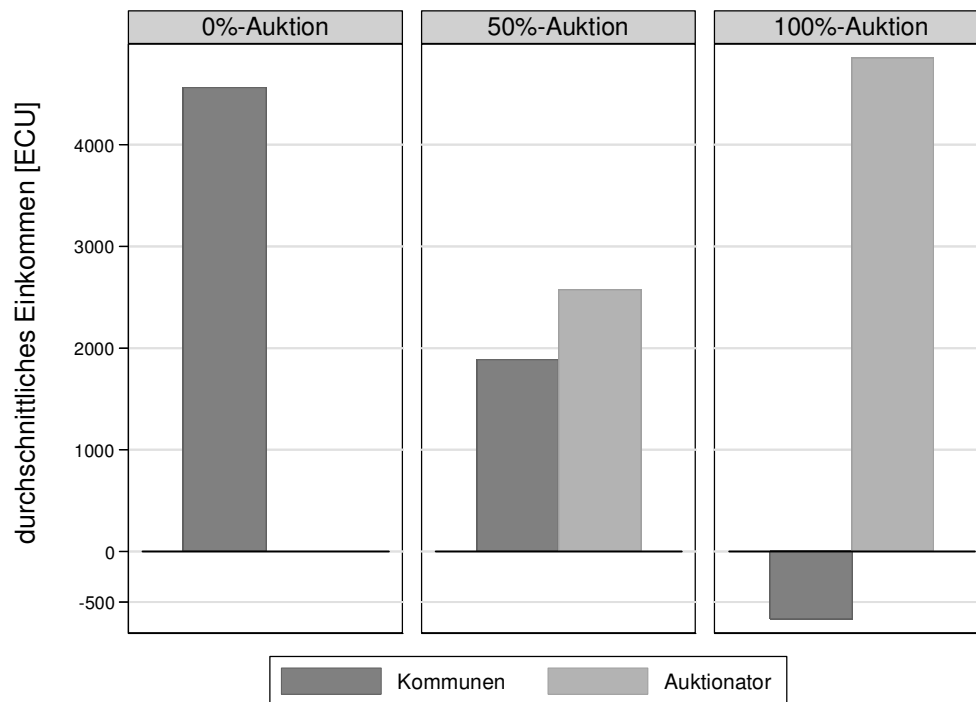
Bei einem über die Runden leicht abnehmenden Trend der gehandelten Zertifikatmengen zeigen sich keine substantiellen Unterschiede hinsichtlich des Primärallokationsmechanismus.

Ergebnis 5: Handelsvolumina sind im Zeitablauf relativ stabil und unabhängig vom Primärallokationsmechanismus.

Umverteilungseffekte

Einem System handelbarer Flächenzertifikate ist eine vermögensumverteilende Wirkung immanent. Die konkrete Wirkung wird dabei maßgeblich durch den Primärallokationsmechanismus bestimmt, aber auch der Zuteilungsschlüssel bei kostenloser Primärallokation und die zur Verfügung stehenden Projekte nehmen Einfluss auf die Einkommensverteilung. Der Auktionsmechanismus bewirkt eine Einkommensumverteilung von Kommunen zum (staatlichen) Auktionator, deren Ausmaß in Abbildung 6 abgebildet wird.

Abbildung 6. Umverteilungseffekte des Zertifikathandels

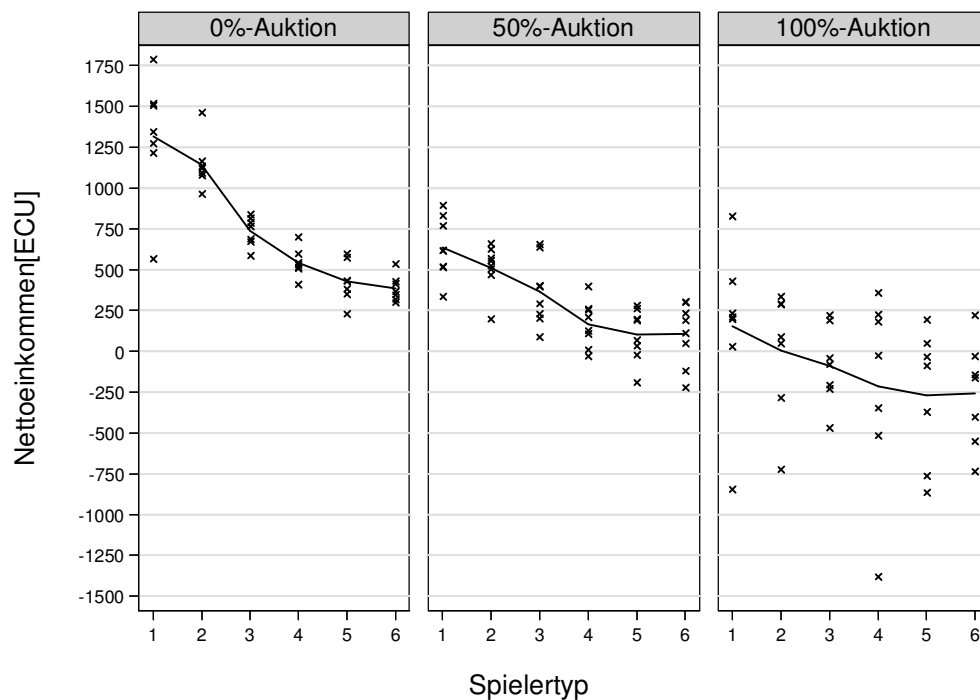


Eine Halbierung der kostenlos zugeteilten Zertifikate lässt das durchschnittliche Einkommen der Kommunen auf weniger als die Hälfte sinken. In der für den Auktionator günstigsten Konstellation, d.h. bei perfekter Preisdiskriminierung, sollte sich ein maximal zu erwartendes Einkommen für den Auktionator von 1875 ECU ergeben (siehe Tabelle 3), welches allerdings um 37% überschritten wird. Dieser Überschuss ist auf das bereits beschriebene Zertifikatspreisniveau im Primärmarkt über dem fairen Niveau zurückzuführen, d.h. den Ausgaben für Zertifikate stehen keine entsprechenden Projektwerte entgegen, da die Grenzkosten für Zertifikate den Grenzertrag übersteigen. Solche Preisübertreibungen zeigen sich noch stärker im Falle einer vollständigen Auktion der Zertifikate. Im Durchschnitt ergibt sich in diesem Fall sogar ein negatives Nettoeinkommen für die Kommunen. Der Auktionator wiederum profitiert von der irrationalen Preisbildung. Die Auktionserlöse übersteigen das nach dem rationalen Kalkül maximal zu erwartende Einkommen von 3750 ECU um 29% (siehe Tabelle 3).

Ergebnis 6: Die Einführung eines Zertifikatsystems mit einem Auktionsmechanismus zur Primärallokation bewirkt durch Preisübertreibungen eine zu Ungunsten der Kommunen vermögensumverteilende Wirkung, die über das theoretisch zu erwartende Maß hinausgeht und potentiell zu Wohlfahrtsverlusten in der langen Frist führt.

Das Einkommen der Spielertypen ist im Wesentlichen von den kostenlos zugeteilten Zertifikaten nach dem entsprechendem Zuteilungsschlüssel und den zur Verfügung stehenden Projekten bestimmt. Daher erwarten wir analog zu unserer Parametrisierung, dass das erzielte Nettoeinkommen mit der im Spielertyp reflektierten Größe der Kommune zunimmt. Abbildung 7 illustriert die Einkommensverteilung nach Kommunengröße bzw. Spielertyp, wobei 1 der größten und 6 der kleinsten Kommunen entspricht.

Abbildung 7. Nettoeinkommen nach Spielertypen



Es zeigt sich der erwartete Verlauf eines abnehmenden Nettoeinkommens proportional zur Kommunengröße. Die Summe aus Nettozahlungen für Zertifikate und die Einnahmen durch umgesetzte Projekte entspricht dabei dem Nettoeinkommen. Bei vollständiger Auktion ist

wiederum zu erkennen, dass der Auktionator die Zahlungsbereitschaften vollständig abschöpfen und teilweise durch Preisübertreibungen noch darüber hinaus Einkommen erzielen kann. Auch ist die Varianz der erzielten Einkommen deutlich höher als unter teilweise oder vollständig kostenloser Zuteilung. Der Auktionsmechanismus bewirkt darüber hinaus, dass sich durch die Kommunengröße bedingte Einkommensunterschiede verringern, da ohne die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten lediglich die unterschiedlichen zur Verfügung stehenden Projekte eine ungleiche Nettoeinkommensverteilung induzieren.

***Ergebnis 7:** Eine Primärallokation von Zertifikaten durch einen Auktionsmechanismus senkt insgesamt die Einkommen der Kommunen und erhöht deren Varianz in Abhängigkeit von der Kommunengröße. Dagegen nehmen die Einkommensunterschiede über die Kommunengröße hinweg ab.*

4. Fazit

Die vorliegende Studie trägt zur Diskussion über die Umsetzbarkeit und Ausgestaltung eines Systems handelbarer Flächenzertifikate zur Reduzierung des Flächenverbrauchs bei. Hierfür wird ein ökonomisches Laborexperiment genutzt, das die kontrafaktische empirische Analyse verschiedener Regulierungsalternativen ermöglicht. In diesem methodischen Rahmen zeigt die ceteris paribus Analyse dreier Mechanismen der Primärallokation die Wirkungen auf Effizienz, Verteilungs- und Wohlfahrt.

Obwohl der ökonomischen Theorie zu Folge die konkrete Form der Primärallokation keine Effizienzunterschiede induziert, ergeben sich substantielle Unterschiede zwischen den Mechanismen vollständiger Gratiszuteilung, vollständiger Versteigerung und einer gleichgewichteten Mischform. Zwar hat die Versteigerung im Experiment den Vorteil, dass die Nettoeinkommen weniger abhängig von der Größe der Kommunen sind und gleichzeitig

den (politischen) Vorzug, dass keine Einigung über angemessene Zuteilungsschlüssel zwischen den Kommunen erreicht werden muss. Allerdings werden diese Vorteile nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie von den Nachteilen überwogen. So führt eine vollständige Auktion der Zertifikate zu Ineffizienzen und einer größeren Instabilität des Systems. Diese drückt sich vor allem durch eine höhere Preisvolatilität aus. Auch die höhere Varianz in der aggregierten Wohlfahrt zwischen Kommunen auf einem Markt und über Märkte hinweg kann als Instabilität interpretiert werden. Darüber hinaus bestehen durch Preisübertreibungen unerwartet starke einkommensumverteilende Effekte zu Ungunsten der Kommunen hin zum auktionierenden Staat. Persistent höhere Zertifikatpreise im Sekundärmarkt gegenüber den Einheitspreisen in den Auktionen der Primärallokation deuten auf einen starken Endowment-Effekt hin, der eine Ursache von Fehlallokationen und damit Ineffizienz ist.

Es ist insbesondere durch die festgestellten Preisübertreibungen zu erwarten, dass finanzstarke Kommunen ein Zertifikatsystem mit Versteigerung dominieren und überproportional profitieren. So wären diese Kommunen auf Grund der Finanzschwäche der anderen Akteure in der Lage, Zertifikate aufzukaufen und damit Projekte mit einem hohen Flächenverbrauch unabhängig von deren tatsächlicher Rentabilität durchzusetzen. Gegeben der Budgetbeschränkung finanzschwacher Kommunen und einer Zertifikatversteigerung als Primärallokationsmechanismus würde das gesamte System seine effiziente Lenkungswirkung verlieren. Auch theoretisch werden unter diesen Bedingungen nicht mehr die rentabelsten Projekte durchgeführt, wodurch das Wohlfahrtsoptimum verfehlt wird und eine extreme Konzentration des Flächenverbrauchs entsprechend der finanziellen Ausstattung resultiert.¹¹

¹¹ Für eine grundlegende Kritik eines Systems handelbarer Flächenzertifikate auf Grund potentieller Fehlsteuerungen zu Gunsten finanzstarker Kommunen vgl. Löhr (2005, 2006, 2012), dessen Analysen durch die hier gezeigten Ergebnisse, vor allem in Bezug auf die Notwendigkeit einer kompensierenden staatlichen Umverteilungskomponente, ergänzt werden können.

Eine teilweise oder vollständige Gratiszuteilung von Zertifikaten kann dieses Problem deutlich abmildern, da finanzschwache Kommunen diese Zertifikate ansparen können, um so rentable Projekte durchzuführen oder Einkommen durch den Verkauf zu erzielen. Auch eine Rückerstattung der Erlöse des Auktionators an die Kommunen zur Beschränkung der finanziellen Belastung ist insofern problematisch, als diese Rückerstattung sehr wahrscheinlich wohlfahrtssenkende, verzerrende Wirkungen hervorruft und zudem Transaktionskosten entstehen.

Von einem wirtschaftspolitischen Standpunkt mit den Zielen höherer Effizienz und Stabilität zur Erreichung von Planungssicherheit unterstützen die Ergebnisse der vorliegenden Studie die Gratiszuteilung als Primärallokationsmechanismus in einem System handelbarer Flächenzertifikate.

Danksagung

Wir danken dem Umweltbundesamt, das mit dem Vorhaben „Planspiel Flächenhandel“ (FKZ 3714111032) die finanzielle Förderung für diese Untersuchung bereitgestellt hat.

Literaturverzeichnis

- Benz, E.; Ehrhart, K.M. (2007): The Initial Allocation of CO2 Emissions Allowances: A Theoretical and Experimental Study. Working Paper.
- Bizer, K. (1996): Handelbare Flächenausweisungsrechte zur Begrenzung der gemeindlichen Ausweisung von Siedlungs- und Verkehrsfläche. In: Welfens, M., Köhn, M. (Hrsg.). Neue Ansätze in der Umweltpolitik. Marburg, 367-384.
- Bizer, K.; Bovet, J.; Henger, R.; Jansen, N.; Klug, S.; Ostertag, K.; Schleich, J.; Siedentop, S. (2012): Projekt FORUM: Handel mit Flächenzertifikaten. Fachliche Vorbereitung eines überregionalen Modellversuchs <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4388.pdf> (Zugriff am 12.01.2015).
- Bizer, K.; Henger, R.; Meub, L.; Proeger, T.E. (2014): The political economy of certificates for land use in Germany – Experimental Evidence. Working Paper.
- Bizer, K.; Ewringmann, D.; Bergmann, E.; Dosch, F.; Einig, K.; Hutter, G. (1998): Mögliche Maßnahmen, Instrumente und Wirkungen einer Steuerung der Verkehrs- und Siedlungsflächennutzung. Berlin und Heidelberg.
- Bovet, J.; Bizer, K.; Henger, R.; Ostertag, K.; Siedentop, S. (2013): Handelbare Flächenzertifikate – vom akademischen Diskurs über einen Modellversuch in die Planungspraxis?. In: Raumforschung und Raumordnung 71,6, 497-507.
- Bovet, J.; Koeck, W.; Henger, R.; Schroeter-Schlaack, C. (2011): Planungsrechtliche Mengensteuerung und Optionen einer ökonomischen Flexibilisierung zur Erreichung des 30-Hektar-Ziels. In: Bizer, K.; Einig, K.; Koeck, W.; Siedentop, S. (Hrsg.): Raumordnungsinstrumente zur Flächenverbrauchsreduktion. Handelbare Flächenausweisungsrechte in der räumlichen Planung. Baden-Baden, 185-236.
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland: Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2006-

2007/perspektiven-fuer-deutschland-langfassung.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff am 12.01.2015).

- Burtraw, D.; Goeree, J.; Holt, C.; Myers, E.; Palmer, K.; Shobe, W. (2011): Price Discovery in Emissions Permit Auctions. In: Isaac, R.M.; Norton, D.A. (Hrsg.): Experiments on Energy, the Environment, and Sustainability. Bingley, 11-36.
- Burtraw, D.; Goeree, J.; Holt, C.A.; Myers, E.; Palmer, K.; Shobe, W. (2009): Collusion in auctions for emission permits: An experimental analysis. In: Journal of Policy Analysis and Management 28,4, 672-691.
- Cason, T.N.; Gangadharan, L.; Duke, C. (2003): Market power in tradable emission markets: a laboratory testbed for emission trading in Port Phillip Bay, Victoria. In: Ecological Economics 46,3, 469-491.
- Convery, F.J. (2009): Reflections - the emerging literature on emissions trading in Europe. In: Review of Environmental Economics and Policy 3,1, 121-137.
- Fischbacher, U. (2007): z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments. In: Experimental economics 10,2, 171-178.
- Goeree, J.K.; Palmer, K.; Holt, C.A.; Shobe, W.; Burtraw, D. (2010): An experimental study of auctions versus grandfathering to assign pollution permits. In: Journal of the European Economic Association 8,2-3, 514-525.
- Greiner, B. (2004): An online recruiting system for economic experiments. In: Kremer, K., Macho, V. (Hrsg.): Forschung und wissenschaftliches Rechnen. GWDG Bericht 63. Göttingen, 79-93.
- Grimm, V.; Ilieva, L. (2013): An experiment on emissions trading: the effect of different allocation mechanisms. In: Journal of Regulatory Economics 44,3, 308-338.
- Hansjürgens, B.; Schröter, C. (2004): Zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme durch handelbare Flächenausweisungsrechte. In: Raumforschung und Raumordnung 62,4-5, 260-269.

- Hansjürgens, B.; Schröter-Schlaack, C. (2008): Standards und ökonomische Anreize im Umweltrecht: Handelbare Flächenausweisungsrechte zur Steuerung der Siedlungsentwicklung. In: Moellers, T. (Hg.): Vielfalt und Einheit. Wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen von Standardbildung. Baden-Baden, 181-207.
- Henger R. (2013): Tradable Planning Permits to Control Land Development in Germany: A Laboratory Testbed Experiment. In: Journal of Environmental Policy & Planning 15,2, 843-852.
- Henger, R. (2010): Tradable Planning Permits - Fiscal Incentives for Developing Land and the Regulation of Open Space with a Cap-and-Trade System in Germany. Dissertation, Universität Göttingen.
- Henger, R. (2011): Experimenteller Testlauf handelbarer Flächenausweisungsrechte in der Region Hannover. In: Bizer, K.; Einig, K.; Koeck, W.; Siedentop, S. (Hrsg.): Raumordnungsinstrumente zur Flächenverbrauchsreduktion. Handelbare Flächenausweisungsrechte in der räumlichen Planung. Baden-Baden, 335-366.
- Henger, R.; Bizer, K. (2010): Tradable planning permits for land-use control in Germany. In: Land Use Policy 27, 843-852.
- Henger, R.; Schröter-Schlaack, C.; Ulrich, P.; Distelkamp, M. (2010): Flächeninanspruchnahme 2020 und das 30-ha-Ziel: Regionale Verteilungsschlüssel und Anpassungserfordernisse. In: Raumforschung und Raumordnung 68,4, 297-309.
- Jakubowski, P.; Zarth, M. (2003): Nur noch 30 Hektar Flächenverbrauch pro Tag. In: Raumforschung und Raumordnung 61,3, 185-197.
- Kahneman, D.; Knetsch, J.L.; Thaler, R.H. (1990): Experimental Test of the Endowment Effect and the Coase Theorem. In: Journal of Political Economy 98,6, 1325-1348.
- Koalitionsvertrag (2013). http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2013/2013-12-17-koalitionsvertrag.pdf;jsessionid=FEFAB8EA16B014AD471A17443C036E0E.s1t2?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff am 12.01.2015).

- Köck, W.; Bizer, K.; Hansjürgens, B.; Einig, K.; Siedentop, S. (Hrsg.) (2008). Handelbare Flächenausweisungsrechte. Anforderungsprofil aus ökonomischer, planerischer und juristischer Sicht. In: Recht, Ökonomie und Umwelt 17, Baden-Baden.
- Löhr, D. (2005): Distributive Aspekte handelbarer Flächenausweisungsrechte. In: Wirtschaftsdienst 4, 266-272.
- Löhr, D. (2006): Cap and Trade für die Fläche: Ein Irrweg?. In: Wirtschaftsdienst 8, 524-531.
- Löhr, D. (2012): The Role of Tradable Planning Permits in Environmental Land Use Planning: A Stocktake of the German Discussion. In: Appiah-Opuku, S. (Hg.), Environmental Land Use Planning. Rijeka, 205-218.
- Martin, R.; Muûls, M.; Wagner, U. (2012): An evidence review of the EU Emissions Trading System, focussing on effectiveness of the system in driving industrial abatement. Report for the Department of Energy and Climate Change. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48449/5725-an-evidence-review-of-the-eu-emissions-trading-sys.pdf (Zugriff am 12.01.2015).
- Mougeot, M.; Naegelen, F.; Pelloux, B.; Rullière, J.L. (2011): Breaking collusion in auctions through speculation: an experiment on CO2 emission permit markets. In: Journal of Public Economic Theory 13,5, 829-856.
- Ostertag, K.; Schleich, J.; Ehrhart, K.M.; Goebes, L.; Mueller, J.; Seifert, S.; Kuepfer, C. (2010): Neue Instrumente für weniger Flächenverbrauch. Der Handel mit Flächenzertifikaten im Experiment. <http://publica.fraunhofer.de/eprints?urn:nbn:de:0011-n-1157378.pdf> (Zugriff am 12.01.2015).
- Schmalholz, M. (2005): Steuerung der Flächeninanspruchnahme: Defizite des Umwelt- und Planungsrechts sowie alternative Ansätze zur Reduzierung des Flächenverbrauchs durch Siedlung und Verkehr. Dissertation, Universität Hamburg.

- Schröter-Schlaack, C. (2013): Steuerung der Flächeninanspruchnahme durch Planung und handelbare Flächenausweisungsrechte. Dissertation, Universität Leipzig.
- Shobe, W.; Palmer, K.; Myers, E.; Holt, C.A.; Goeree, J.; Burtraw, D. (2010): An experimental analysis of auctioning emissions allowances under a loose cap. In: *Agricultural and Resource Economics Review* 39,2, 162-175.
- Statistisches Bundesamt (2013): Siedlungs- und Verkehrsfläche wächst um 74 Hektar. Pressemitteilung 338/13 vom 10. Oktober 2013. https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2013/10/PD13_338_331pdf.pdf?__blob=publicationFile. (Zugriff am 12.01.2015).
- Wrake, M.; Burtraw, D.; Löfgren, A.; Zetterberg, L. (2012): What have we learnt from the European Union's emissions trading system?. In: *Ambio* 41,1, 12-22.
- Wrake, M.; Myers, E.; Burtraw, D.; Mandell, S.; Holt, C. (2010): Opportunity cost for free allocations of emissions permits: an experimental analysis. In: *Environmental and Resource Economics* 46,3, 331-336.
- Wrake, M.; Myers, E.C.; Mandell, S.; Holt, C.A.; Burtraw, D. (2008): Pricing strategies under emissions trading: An experimental analysis. Working Paper.