

## **„EnergiewendePlay“ des fona-Anschlussprojektes BuerGEN**

### **Abschlussbericht**

Prof. Dr. Roland Menges, TU Clausthal  
Prof. Jens Müller, HS Augsburg  
Prof. Dr. Stefan Traub, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

#### **Zusammenfassung**

Im Forschungsvorhaben „EnergiewendePlay“ wurden Synergien verhaltenswissenschaftlicher und spielanalytischer Forschungen“ gehoben, die bislang als getrennt voneinander verfolgte Forschungsstränge betrachtet wurden. Aus Sicht der verhaltensorientierten Spieltheorie wurden theoretische Lösungsmöglichkeiten von Kooperationsproblemen untersucht, während aus Sicht des Spieledesigns insbesondere die Schaffung einer anschaulichen und für den individuellen Spieler erfahrbaren Energiewende-Welt im Vordergrund steht. Die komplementäre Verbindung dieser beiden Ansätze entfaltet ein hohes Innovationspotenzial in Bezug auf die Datenerhebung und die Schärfung des Bewusstseins um konkrete Probleme und Lösungsmöglichkeiten aus Sicht der privaten Haushalte.

Zentrales Produkt von EnergiewendePlay ist ein Computerspiel, das spieltheoretische Ansätze mit einem Gamedesign verbindet, welches Entscheidungssituationen im Kontext der Energiewende virtuell erlebbar macht. Aus der Anwendung des Spiels in ökonomischen Experimenten werden Daten erhoben, von denen wir konkrete Antworten auf die Frage erwarten, wie Haushalte bei Entscheidungen im Zusammenhang mit Energieeffizienz interagieren und anhand welcher Parameter sich das kooperative Verhalten der Haushalte erhöhen lässt. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Abschlussberichtes liegt ein Prototyp des Spiels vor, der im Februar 2018 im Rahmen einer Pilotstudie im Computerlabor der Helmut-Schmidt-Universität zum Einsatz kommen wird. Die hierbei erhobenen Daten werden aufbereitet und ausgewertet. Eine erste wissenschaftliche Publikation zur Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse (Menges et al. 2018) wurde bereits erstellt und wird auf einer internationalen Energiewirtschaftstagung zum Vortrag gebracht werden. Weitere Veröffentlichungen und Anwendungen des Spiels sind in Vorbereitung.

#### **1 Motivation des Forschungsprojektes**

Die Verbindung spieltheoretischer Experimente zur Gewinnung verhaltenswissenschaftlich relevanter Erkenntnisse mit immersiven multimedialen Strukturen des Gamedesigns stellt die wesentliche Zielsetzung des Forschungsprojektes „EnergiewendePlay“ im Rahmen des fona-Anschlussprojektes BuerGen dar. Neben innovativen Forschungsansätzen können die hier entwickelten Spiele aber auch im Bereich der Kommunikation und der Sensibilisierung der Bürger für ihre persönlichen Möglichkeiten zur dezentralen Gestaltung der Energiewende

genutzt werden. Konkret werden die experimentelle Spieltheorie des Akzeptanz-Projektes mit den Gamedesign-Kompetenzen des e-transform-Projektes verknüpft. Hierdurch lassen sich – auch über das fona-Anschlussprojekt BuerGen hinaus – die folgenden innovativen Anwendungsmöglichkeiten erschließen:

1. *Verbindung von Treatment-Gestaltung und Erlebnischarakter*: Durch die lebendige, professionelle Gestaltung der Entscheidungsumgebung der Spieler kann die Immersion gestärkt werden, ohne dabei die aus theoretischer Sicht notwendige Kontrolle anhand der experimentellen Treatmentstruktur aufzugeben.
2. *Bisher unzugängliche Subject-Pools* (Spieler, Internet-Community): Die bisherigen Experimente des Akzeptanz-Projektes wurden in der Öffentlichkeit (Shopping-Malls) im Rahmen mobiler Experimentallabore durchgeführt. Hierbei wurden die Versuchspersonen persönlich angesprochen und mit Verweis auf die „Teilnahme an einer wissenschaftlichen Untersuchung“ zur Teilnahme bzw. zum Besuch des Labors motiviert. Das Spiel ist derzeit auf eine Laborsituation hin aufgebaut, es kann jedoch zu einem späteren Zeitpunkt (bei Anpassung an kleinere Bildschirmgrößen und eine andere Serverstruktur) in eine mobile Version transformiert werden. Die in diesem Fortsetzungsprojekt angestrebte Entwicklung eines professionellen Spiels kann damit potenziell für eine Verbreitung über das Internet und die vorhandene gut zugängliche digitale Infrastruktur für den Download von Computerprogrammen (z.B. Apple AppStore, Google Playstore, Steam) genutzt werden, um die bei den üblichen Verfahren der Probandengewinnung auftretenden Transaktionskosten und Probleme (z.B. Schwellenangst, Angst vor Einblick in die Privatsphäre) zu vermeiden und neue Probandengruppen zu erschließen.
3. *Neue Möglichkeiten in Bezug auf Datenverfügbarkeit*: Das Verhalten von Spielergruppen kann als Datenbasis für vergleichende Studien genutzt werden. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse können bei einem modularen Aufbau des Spieledesigns wiederum in Änderungen der Entscheidungssituation in das Spiel einfließen.

Die hier dargestellten Synergie- und Innovationspotenziale erlauben nicht nur eine Verbreiterung der Anwendungsmöglichkeiten bisher in eher abgeschotteten Laboren verwendeter Methoden der empirischen Sozialforschung. Vielmehr soll hierdurch auch ein innovativer Beitrag zu einer verbesserten empirischen Basis der Akzeptanzforschung für nachhaltige Entwicklungen geleistet werden.

## **2 Stand der Wissenschaft**

Im fona-Projekt Akzeptanz wurden verschiedene Prinzipien einer gerechten Kostenaufteilung in verhaltensökonomischen Experimenten auf konkrete Entscheidungssituationen angewandt, in denen Individuen ihre Präferenzen und ihre Zahlungsbereitschaft für Klimaschutz äußerten. Die Übertragbarkeit der im Experimentallabor erhaltenen Ergebnisse auf die „reale Welt“ (externe Validität) wird hierbei dadurch erhöht, dass die Versuchspersonen – anders als bei hypothetischen Umfragen, die auf

unverbindlichen Meinungsäußerungen basieren – Abwägungs-Entscheidungen treffen, die mit tatsächlichen finanziellen Konsequenzen verbunden sind. Unter kontrollierten Bedingungen und durch die Verwendung unterschiedlicher Regeln einer gerechten Lastenverteilung als Stimulus können so die Allokations- und Verteilungswirkungen klimapolitischer Instrumente simuliert werden

Die Anwendung experimenteller spieltheoretischer Methoden zur Erforschung der Präferenzen der privaten Haushalte bezüglich der Gestaltung der Energiewende hat die folgenden Ergebnisse erbracht: Bei der Finanzierung der *kollektiv zu erbringenden Leistungen* der Energiewende bevorzugen die Haushalte ein am Leistungsfähigkeitsprinzip orientiertes Finanzierungsschema (Beyer et al. 2018). Konkret ist dies ein Hinweis auf sog. soziale Präferenzen, weil einkommensstärkere Haushalte bereit sind, relativ höhere Lasten zu übernehmen, um dadurch einkommensschwächere Haushalte zu entlasten. Allerdings ist dieser Befund nur unter Vorgabe eines sicheren Kostenvolumens stabil – bei Unsicherheit über die zur Verteilung anstehenden Kosten kommt es zu einer Verdrängung dieser sozialen Präferenzen. In diesem Fall spricht sich die Mehrheit der Haushalte für eine eher gleiche relative Kostenübernahme aus, die unabhängig von der Einkommensposition ist.

In Bezug auf die Bereitschaft der Haushalte, durch eine Erhöhung ihrer Energieeffizienz einen *individuellen Beitrag zur Energiewende* zu leisten, bestätigen die empirischen Ergebnisse des Akzeptanz-Projektes eine zentrale Aussage der Umweltökonomik: Die individuelle Bereitschaft der Haushalte, in ihre Energieeffizienz zu investieren, lässt sich durch eine Besteuerung des Energieverbrauchs erhöhen. Aus sozialpolitischer Sicht besteht das Problem dieses Ansatzes aber in den sich ergebenden regressiven Verteilungswirkungen, die sich auch dann nicht vollständig beheben lassen, wenn das Aufkommen dieser Energiesteuern an die Haushalte zurück erstattet wird. Zwar lassen sich auch durch die Auszahlung von Subventionen für die Steigerung der Energieeffizienz positive Resultate erzielen, die zu nicht-regressiven Wirkungen auf die Einkommensverteilung führen, allerdings kann es hier – je nach Gestaltung des Subventionsschemas – dazu kommen, dass die durchaus vorhandene intrinsische Motivation der Haushalte durch eine rein monetäre Kosten/Nutzen-Kalkulation überlagert wird. Im Ergebnis kann dieses in Form von Mitnahme- und Verdrängungseffekten sogar dazu führen, dass die Investitionen der subventionsberechtigten Haushalte (im Vergleich zu einer Situation ohne einen derartigen staatlichen Eingriff) zurückgehen. Die Herausforderung der Politik besteht hier in einem sinnvollen „tagging-and-targeting“-Ansatz: Es gilt, bei der Identifikation von Zielgruppen für Energieeffizienz-Förderprogramme solche Gruppen von Haushalten zu identifizieren, die aufgrund ihrer „objektiven“ Situation (in Bezug auf den Stand ihrer technischen und monetären Ausstattung) und aufgrund ihrer „subjektiven“ Motivationsstruktur die erhaltenen Subventionen potenziell für „zusätzliche“ Energieeffizienzinvestitionen nutzen.

Wissenschaftlich relevante Literatur oder konkrete Erfahrungen mit einer „echten“ Integration von experimenteller Spieltheorie und professionellem Spieldesign liegen nach Wissen der Antragssteller bislang nicht vor. Ansatzweise wurde versucht, ausgewählte Ergebnisse aus Laborexperimenten in virtuellen Umgebungen (World of Warcraft, Second Life) zu replizieren (Bloomfield und Rennekamp 2008, Fiedler und Haruvy 2009, Spann et al. 2010). Allerdings geht die Nutzung bereits existierender

Spielwelten mit einem Kontrollverlust einher, da die Umgebung gegeben ist und somit nicht an die wissenschaftliche Fragestellung angepasst werden kann. Es gibt einige Publikationen, die sich mit der Frage beschäftigen, anhand welcher Mittel der Treatmentgestaltung in wissenschaftlichen Experimenten eine bessere Immersion der Versuchspersonen erreicht werden kann. Unter Immersion versteht man hierbei den subjektiven Eindruck, in eine vom Spieleentwickler angebotene virtuelle Welt einzutauchen und sich mit der dort vorgegebenen Welt nicht nur zu identifizieren, sondern auch mit ihr zu interagieren. Anders als bei einer rein passiven Immersion wie etwa in Spielfilmen wird es dem Spieler oder der Spielerin hier in einer virtuellen Umgebung ermöglicht, Entscheidungen zu treffen und anhand der daraus gewonnenen Erfahrungen zu lernen. So untersuchen beispielsweise Bigoni und Dragone (2012) oder Gronberg et al. (2012) die Fähigkeit von grafischen Oberflächen zu einem besseren Verständnis der experimentellen Instruktionen. Die Rolle einer verbesserten Immersion für eine Erhöhung der externen Validität experimentalökonomischer Untersuchungen wurde in jüngerer Zeit von Bachen et al. (2016), Hou et al. (2012) sowie Hamari et al. (2016) analysiert. Ähnliche Untersuchungen, die sich auf die Fähigkeit computeranimierter Experimente zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit von Cheap-Talk-Designs konzentrieren, wurden von Madani et al. (2017) und Connolly et al. (2012) vorgelegt.

„Serious Games“ und „Educational Games“ verfolgen in Abgrenzung zu (reinen) Unterhaltungsspielen den Zweck, auf spielerische Art gezielt Erkenntnisse zu vermitteln oder Fähigkeiten zu trainieren. Es handelt sich dabei in der Regel um elektronische Spiele, die neben einer spielerisch-unterhaltenden Komponente auch erhebliche vermittelnde Elemente enthalten. Sie unterscheiden sich damit von konventionellen Spielen, die lediglich in Lehr- und Trainingssituationen eingesetzt werden. Allerdings gestalten sich die Übergänge zum Teil fließend. Ein Beispiel für ein nicht-elektronisches Serious Game ist das kybernetische Umweltspiel "Ökopolopoly" von Frederic Vester, das später auch als PC-Spiel realisiert wurde. Das Spiel soll den Spieler bzw. die Spielerin für Interdependenzen in einem (stark vereinfachten) Gesellschaftssystem sensibilisieren. Ein Beispiel für das Training von Fähigkeiten sind Simulatoren, wobei die Flugsimulatoren hier als Vorreiter gelten.

Neben den rein erlebnisorientierten und vermittelnden Spielen existieren auch solche Spiele, die das Ziel verfolgen, Informationen und Daten zu sammeln oder das Verhalten oder die Einstellung von Spielern und Spielerinnen zu beeinflussen. Beispiele für die Musikforschung sind hier "Emotify" (<http://emotify.org>) und "Hooked" (<http://www.hookedonmusic.org.uk>). Ziel des ersteren sind Untersuchungen zu durch Musik induzierten Gefühlsregungen. Zweiteres erhebt Daten zur Wiedererkennung von Musikpassagen. Andererseits finden Spiele für Akzeptanzbeschaffung bzw. das Recruiting Anwendung. Ein schon etwas älteres Spiel ist hier "America's Army" (<https://www.americasarmy.com>), mit dem Akzeptanz und Nachwuchs für die amerikanischen Streitkräfte gesucht wird. Unter den Serious Games für den Umweltbereich finden sich häufig Klimasimulatoren, die sich mit der globalen Erwärmung befassen. Allerdings bleiben die Spiele oft im Allgemeinen und bieten kein Gefühl der Präsenz, auch weil ein Bezug zur unmittelbaren, real erfahrbaren Umwelt der Spieler und Spielerinnen mit den bislang vorliegenden Spieledesigns nicht hergestellt wird. Auch bei dem mit viel Hintergrundwissen realisierten Spiel "Energetica" beschränkt sich das Gameplay auf eine Simulation energiewirtschaftlicher Parameter, auch wenn unterschiedliche Stakeholdergruppen über statische Illustrationen eingeblendet werden. Die

Präzedenz von Serious Games für die Erhöhung der Akzeptanz entwicklungs- bzw. umweltpolitischer Projekte wurde jüngst von Luz et al. (2016) am Beispiel eines Computerspiels zur Tropenkrankheit untersucht. In Bezug auf Nachhaltigkeitsprobleme könnten Konfliktsituationen als plausible Geschichten dargestellt und die verschiedenen Aspekte und Standpunkte im Perspektivenwechsel nachvollziehbar werden. Mit der Entwicklung eines Serious Games kann eine eigene, virtuelle Welt geschaffen werden, in der umwelt- und ressourcenpolitisch relevante Entscheidungssituationen gezielt untersucht werden können. Mit einem derartigen Spiel kann zudem die Reichweite der Informationsvermittlung erhöht werden. Ein solches Format erleichtert mit seiner multimedialen und interaktiven Struktur den Zugang zu komplexen Sachverhalten und erlaubt, Spielerentscheidungen strukturiert auszulesen (game analytics) und im Rahmen wissenschaftlicher Fragestellungen zu bewerten.

### **3 Realisation und Projektverlauf**

Die Umsetzung dieses Forschungsprojektes ist auf Basis der folgenden Arbeitsschritte erfolgt:

1. Zunächst wurden die spiel- und verhaltensökonomischen Basiselemente entwickelt. Diese wurden unter den Projektpartnern gemeinsam diskutiert. Im Vordergrund standen hierbei zwei Fragen: Welche Designelemente sind aus verhaltensökonomischer Sicht als Basisinputs bzw. als Vorgaben für das professionelle Spieldesign zu betrachten? Und welche konkreten programmierseitigen Ressourcen werden vor diesem Hintergrund bei der Überführung in ein professionelles Spieldesign (incl. Gamification) benötigt?
2. Nach der Verabschiedung der Grundelemente des Designs entwickelten die Arbeitsgruppen der TU Clausthal und der HSU HH ein konkretes spieltheoretisches Modell. Dieses Modell umfasst neben der Ausgestaltung der sog. Payoff-Funktion in Form eines nicht-linearen Spiels zur Bereitstellung öffentlicher Güter auch die konkrete Parametrisierung der Funktion, die Bestimmung von Spieleranzahl, Spielrunden und Treatmentstrukturen. Für alle Treatments wurden die theoretischen Gleichgewichtslösungen entwickelt, die für eine wissenschaftliche Hypothesenbildung notwendig sind und eine Analyse der bei der Anwendung des Spiels gewonnenen Daten ermöglichen (vgl. hierzu die Ausführungen im folgenden Abschnitt).
3. Anschließend wurde diese konkrete Spielstruktur mit einer in das Spieldesign zu integrierenden Narrationen und weiteren konkreten Designelementen auf Basis der Vorarbeiten der Arbeitsgruppe der FH Augsburg verknüpft (vgl. hierzu die Ausführungen im Abschnitt 5 dieses Abschlussberichtes). In diesem Zusammenhang wurde auch die Entscheidungen über die konkrete Umsetzung und den Ablauf des Spiels getroffen. Mit der Erstellung und Programmierung des Pilotexperimentes wurde der zentrale Projektoutput realisiert.
4. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Abschlussberichtes (Ende Januar 2018) arbeiten die drei Arbeitsgruppen vernetzt an der Vorbereitungen zur Durchführung des Pilotexperimentes, welches im Februar 2018 im Experimentallabor der HSU-HH durchgeführt werden soll. Neben einer auf dem spieltheoretischen Kern aufbauenden Konkretisierung des Gamification-Designs

stehen derzeit die komplexen IT-Fragen der technischen Realisierung des Pilotexperimenten im Vordergrund der Arbeiten.

## 4 Spieltheoretisches Design

### 4.1 Payoff-Funktion

Formal wird die Entscheidungssituation der Spieler wie folgt modelliert: Insgesamt  $n$  Spieler erhalten ein Budget  $e$  und werden auf hypothetische Gesellschaften mit jeweils drei Mitgliedern aufgeteilt. Innerhalb ihrer Gesellschaften erhalten diese die Möglichkeit, durch die aus ihrem Budget zu finanzierende Investition  $s$  einen Payoff zu realisieren. Dieser Payoff (Auszahlung) wird durch eine Funktion  $u$  gekennzeichnet, die im Spieldesign (vgl. hierzu die Ausführungen des folgenden Abschnitts 5) aus der Sicht einer/eines einzelnen Bürgermeisterin/Bürgermeisters die Anzahl der Einwohner ihrer/seiner Kommune reflektiert, die damit das subjektive Ziel des einzelnen Spielers darstellt. Jeweils drei Bürgermeister einer Region sind damit für die Gestaltung ihrer eigenen Städte, aber auch der gesamten Region verantwortlich. Der Payoff hängt von den eigenen Investitionsentscheidungen, aber auch von den Investitionen der übrigen Mitglieder (Bürgermeister/Bürgermeisterinnen) der Gesellschaft ab (Spillover-Effekte). Im Anschluss an das Experiment wird den Spielern der von ihnen in den konkreten Spielsituationen realisierte Payoff (Anzahl der Einwohner in ihrer Stadt) in einem konkreten, zuvor kommunizierten Wechselkurs in bar ausbezahlt (z.B.  $x$  Eurocent pro tsd. Einwohner).

Die theoretische Verhaltenshypothese prognostiziert in einer derartigen Entscheidungsumgebung, dass die Spieler lediglich die von ihren Investitionen ausgehenden Effekte für ihre eigene Payoff-Funktion berücksichtigen, während es aus sozialer Sicht wünschenswert wäre, dass die Spieler auch die positiven Effekte für ihre jeweiligen Mitspieler berücksichtigen und damit einen entsprechend höheren Betrag investieren würden. Zur Internalisierung der externen Effekte wird in einigen Treatments des Experimentes eine Subvention  $z$  gezahlt. Entsprechend der ökonomischen Theorie erlauben diese Treatments die Überprüfung der Hypothese, dass eine derartige Subvention zur Internalisierung und zu einer Steigerung der Investitionen aller Spieler auf das aus sozialer Sicht optimale Niveau leisten kann. Die nicht lineare Payoff-Funktion wird damit formal wie folgt definiert:

**Spieler** Spielermenge  $\mathbf{N} = \{1, 2, \dots, n\}$ , Laufindizes  $i, k, \dots \in \mathbf{N}$

**Runde** Spielrunden  $\mathbf{T} = \{1, 2, \dots, T\}$ , Laufindex  $t \in \mathbf{T}$

**Auszahlung** Auszahlung für Spieler  $i$  in Runde  $t$

$$u_{it} = (e_{it} - (1 - z_{it}) s_{it}) \times (\alpha s_{it} + \zeta \sum_{j \in \mathbf{N}_{-i}} s_{jt})$$

mit

- $u$  Anzahl der Einwohner („Auszahlung“)
- $e$  Budget
- $s$  Investition, wobei  $e \geq s \geq 0$  gilt
- $z$  Subventionssatz, wobei  $z \in [0, 1]$

- $\alpha$  marginaler Eigentertrag der Investition
- $\zeta$  marginaler Spillover der Investition aller anderen

## 4.2 Parametrisierung

Das Spiel wird im sog. Partner-Matching in  $T$  Runden bzw. Durchläufen gespielt. Dies bedeutet, dass eine Gruppe von  $n$  Spielern über  $T$  Runden zusammen bleibt. Die Parameter der Payoff-Funktion werden so bestimmt, dass die Produktivität der eigenen Investition eines Spielers für seine Payoff-Funktion (marginaler Eigentertrag) größer ist als die Produktivität der Investitionen seiner Mitspieler auf seine Investition (marginaler Spillover):

- Anzahl Spieler  $n = 3$
- Anzahl Spielrunden  $T = 10$
- $\alpha = 1.15$ ;  $\zeta = 0.7$

Die Budgetausstattung der Spieler wird so gestaltet, dass das Gesamtbudget aller drei Spieler in jedem Treatment 144 Einheiten beträgt. Die Aufteilung des Gesamtbudgets auf die drei Spieler kann homogen (gleich) gestaltet sein, sie kann aber auch heterogen gestaltet sein. In Treatments mit heterogenen Ausstattungen kann zwischen einer symmetrischen und einer (links-) schiefen Budgetverteilung unterschieden werden.

Name	$e_1$	$e_2$	$e_3$	Summe
Gleich	48	48	48	144
Symmetrisch	36	48	60	144
Schief	36	36	72	144

*Tabelle 1: Budgetausstattung der Spieler*

In den Treatments, in denen die Wirkung der Gewährung einer Subvention  $z$  auf das Investitionsverhalten der Spieler untersucht werden soll, wird die Höhe der geleisteten Subvention als „optimaler“ Subventionssatz vorgegeben. Im o.g. Modell der Payoff-Funktion führt dieser Subventionssatz zu einer vollständigen Internalisierung der von den eigenen Investitionen ausgehenden positiven Spillovereffekte auf die Payoff-Funktionen der Mitspieler in der Gesellschaft. Die Höhe dieser optimalen Investition bestimmt sich insbesondere aus der Höhe der Budgets der Spieler. Daher erhalten die Spieler in Treatments mit einer gleichen Budgetverteilung einen identischen Subventionssatz, während der Subventionssatz in den Treatments mit einer heterogenen Budgetausstattung individuell unterschiedlich bestimmt ist.

Name	$z_1$	$z_2$	$z_3$
keine	0	0	0
Gleich	38	38	38
Symmetrisch	48	38	30
Schief	48	48	23

*Tabelle 2: Subventionssatz (%) [optimale Subvention]*

### 4.3 Treatmentstruktur

Das Spiel wird in den beiden Treatmentdimensionen "Budgetverteilung" und "Subventionsgewährung" variiert. Im Sinne eines between-subjects-Ansatzes können auf diese Weise die Wirkung von optimalen Subventionen anhand eines Vergleichs mit Beobachtungen aus Nicht-Subventionstreatments ermittelt werden. Zudem kann untersucht werden, ob und inwiefern die Heterogenität und die Schiefe der Budgetverteilung die Wirkung der Subventionen beeinflussen. Der folgenden Tabelle kann die Treatmentstruktur des Spiels entnommen werden.

Subvention	Budget		
	Gleich	Symmetrisch	Schief
keine	TG0	TS0	TR0
Gleich	TGS	-	-
Symmetrisch	-	TSS	-
Schief	-	-	TRS

*Tabelle 3: Treatmentstruktur*

### 4.4 Ablauf des Experimentes

Der Ablauf des Experimentes lässt sich anhand der folgenden Schritte darstellen. Zunächst melden sich die Spieler und Spielerinnen gleichzeitig zu einer Session an. In einer Session spielen alle Spieler gleichzeitig das gleiche Treatment. Innerhalb einer Session werden die Spieler zufällig und anonym 3er Gruppen zugeordnet. Wenn die Anzahl der Spieler geteilt durch 3 nicht ganzzahlig ist, dann erhalten ein oder zwei überschüssige Spieler nur eine feste Auszahlung und werden wieder abgemeldet. Diese Gruppenzuordnung bleibt für die folgenden 10 Runden erhalten (Partner Matching).

In jeder Gruppe erfolgt die Zuordnung der Spieler auf die Budgets zufällig und fix für die folgenden 10 Runden. Den Spielern wird auf dem Bildschirm jeweils das eigene Budget und das der anderen angezeigt. Die Aufgabe der Spieler besteht darin, den Anteil des eigenen Budgets festzulegen, der in die Ökologie der Stadt investiert werden soll. Maximal kann das gesamte Budget investiert werden, allerdings kann der Spieler auch entscheiden, gar keine Investition zu tätigen. Zur Visualisierung der Entscheidung gibt es drei Schieberegler auf dem Bildschirm, die jeder Spieler für sich und die beiden anderen Spieler zwischen Null und dem jeweiligen Maximum festlegen kann, d.h., der jeweils eigene Schieberegler stellt die eigene Investitionsentscheidung dar, die beiden anderen die erwartete Investitionsentscheidung der Mitspieler.



Die Spieler haben nun in jeder Runde 3 Minuten Zeit, die Regler zu bewegen. Mit Hilfe der Schiebereglerpositionen wird jeweils über die Formel bestimmt, wieviel Einwohner die drei Städte erhalten. Dieser Effekt der Investitionen der drei Spieler wird durch die jeweils erwartete Einwohnerzahl visualisiert. Nach Ablauf der 3 Minuten wird die jeweils eigene Schiebereglerposition verbindlich und damit als Entscheidung gewertet. Anschließend wird über den tatsächlichen Stand der drei Schieberegler die „Auszahlung“ (Einwohnerzahl) der drei Städte bestimmt und angezeigt.

Nach Abschluss dieser Entscheidung und der Visualisierung ihrer Konsequenzen folgt die nächste Runde. Hierfür wird das Budget wieder auf den vorherigen Stand zurückgesetzt. Die „Historie“ der vorherigen Runden kann auf dem Bildschirm jederzeit angeschaut werden. Nach der zehnten Runde endet das Spiel und die Spieler erhalten eine auf der erreichten Einwohnerzahl in einer zufällig ausgewählten Runde basierende Auszahlung.

Im Anschluss an das Spiel wird allen Spielern ein Fragebogen vorgelegt, der soziodemografische Fragen (Alter, Geschlecht, Anzahl von Geschwistern und Religionszugehörigkeit) und einige Einstellungsfragen (etwa zur Risikoneigung) enthält.

## **5 Das Energiewende-Spiel: Gamedesign**

### **5.1 Konzept**

Das Konzept wurde im September 2017 auf einem Workshop in Hamburg entwickelt. Die Grundidee besteht darin, dass die Spieler die Rolle von Bürgermeistern übernehmen. Drei Bürgermeister und die ihnen zugeordneten Städte stellen hierbei eine Gesellschaft dar. Die Investitionen der Spieler in ihre Städte lassen die jeweilige Bevölkerung unterschiedlich wachsen. Die Konsequenzen kooperativer und nicht-kooperativer Entscheidungen werden visuell sichtbar.

Parallel zur Anpassung und Weiterentwicklung der spieltheoretischen Fragestellungen wurden zusätzliche spielerischer Elemente entwickelt und in die Programmabläufe integriert. Auf der Grundlage einer definierten Umgebung und entsprechender Programmabläufe (Entscheidungsfindungen) wurden alternative Ansätze geprüft. Neben einem Gamification-Ansatz, der die Motivation der Spieler unterstützt (Deterding et. al. 2011, Kapp 2012, Müller 2014) wurden auch gameplay-orientierte Serious Games (McGonigal 2011) auf Anwendbarkeit geprüft. Für das vorliegende Projekt war entscheidend, Spieleprinzipien wie direktes Feedback, bewältigbare Herausforderungen und eine immersive Umgebung zu implementieren. Ein weiteres Ziel lag in der Erhebung von Nutzungsdaten für die Spielentscheidungen für die wissenschaftliche Auswertung. Damit geht das Projekt über eine Zusammenführung der vorausgegangenen Untersuchungen zur Akzeptanz und zur Illustration von Stakeholderperspektiven hinaus. Die Herausforderung bestand darin, Gameplay-Elemente für den Entscheidungsfindungsprozess nutzbar zu machen, ohne die User von der Konzentration auf das sog. Nash-Gleichgewicht abzulenken. Die Verfügbarkeit und Transparenz von Informationen der Spieler über die relevanten Eigenschaften der Payoff-Funktion stellt aus spieltheoretischer Sicht ein wesentliches Element dar, welches auch im Gamedesign sichtbar werden muss. Eine anfangs beabsichtigte story-orientierte Umsetzung wurde

zurückgestellt, um das Konzept auf intuitive Abläufe sowie die Anschaulichkeit des Payoffs konzentrieren zu können. Auch wenn die letztlich entwickelte Applikation für die Verwendung in einem Testlabor optimiert ist, wurde bei der Umsetzung bereits die mögliche Erweiterung für eine mobile Version berücksichtigt.

Die Applikation folgt einem vorgegebenen Ablauf. Der/die Experimentleiter/in weist die Probanden in das Experiment und dessen Ablauf ein. Dabei erhalten die ProbandInnen eine Identifikationsnummer, mit der sie sich in der Anwendung einloggen können. Die Spieler konfigurieren ein individuelles Stadtwappen, das anschließend Auswirkungen auf die Visualisierungen ihrer Entscheidungen hat. Die Applikation organisiert die Teilnehmer zu Dreiergruppen. Es werden insgesamt zehn Runden gespielt, in der jeder Spieler bzw. jede Spielerin die eigene Investition zu bestimmen hat. Dies wird über drei Schieberegler ermöglicht, wobei der oberste die eigene Investition setzt und die beiden anderen die potenziellen bzw. erwarteten Investitionen der Mitspieler repräsentieren, um deren möglichen Entscheidungen und deren Auswirkungen zu testen. Die sich aus den Investitionen ergebenden Auszahlungen werden für alle Spieler angezeigt. Sobald sich alle Mitspieler für eine konkrete Investitionshöhe entschieden haben, werden die tatsächlichen Auszahlungswerte berechnet und angezeigt. Nach der zehnten Runden werden anhand eines Fragebogens persönliche Daten erhoben.

Während der Runden wird das Hintergrundbild, das die eigene Stadt repräsentiert, entsprechend dem Payoff in Form der nach den Entscheidungen realisierten Bevölkerungszahl angepasst. Die Frage, ob und inwiefern eine derartige dynamisierte Darstellung Auswirkungen auf das Entscheidungsverhalten hat, kann auf der Grundlage der vom System generierten Logdatei in der zugeordneten Datenbank beantwortet werden. Eine der zehn Runden wird per Zufall als diejenige Runde bestimmt, die für die tatsächliche Auszahlung der Spieler herangezogen wird.

## **5.2      Gameplay**

Drei Spieler versuchen in der Rolle von Bürgermeistern in insgesamt 10 dreiminütigen Runden in ihre Städte zu investieren. Dabei kennen sie die Entscheidungen ihrer Mitspieler nicht. Der Payoff wird in Form von Bevölkerungswachstum und Lebensqualität visuell sichtbar, die Städte verändern sich durch die Spielerentscheidungen.

## **5.3      Game-World**

Schauplatz des Spiels ist eine stilisierte moderne Stadt. Abhängig von den Entscheidungen der Spieler als Bürgermeister verändert sich die Stadt zu einem mehr oder weniger lebenswerten Ort. Die Darstellung einer lebenswerten Stadt orientiert sich an den Visionen einer gelungenen Energiewende-Welt, wie sie im Projekt e-transform diskutiert wurden (Hipp et.al 2014, 2016 und 2017). Die unterschiedlichen Vorstellungen der Spieler zur Gestaltung ihrer Game-World können sich beispielsweise zu Beginn des Spiels äußern, wenn jeder Bürgermeister das Stadtwappen der von ihm verantworteten Kommune konfigurieren kann. Die unterschiedlichen Stadtvarianten werden aus einem gemeinsamen Asset-Baukasten erzeugt und sowohl auf der Grundlage des gewählten Stadtwappen kombiniert als auch auf Grundlage der Investitionsentscheidungen eingesetzt.

## 5.4 Charakterdesign

Jeder Spieler wird durch das von ihm bzw. ihr generierte Stadtwappen repräsentiert. Hierdurch wird die abstrakte ID-Nummer der Spieler im weiteren Spielverlauf mit einem merkbaren, Identifikation stiftenden und bedeutungsgenerierendem Symbol verknüpft. Die gewählte Symbolik hat Einfluß auf die visuelle Darstellung im Verlauf des Spiels: je nach Symbolik werden unterschiedliche Formen der Energieversorgung dargestellt. Im zugehörigen Konfigurationstool werden dafür zuerst eine Farbwahl angeboten und anschließend sechs Zeichen für Primärenergie zur Auswahl gestellt. Die Konfiguration der Stadt wird durch diese Wahl beeinflusst: So werden beispielsweise bei der Wahl einer bestimmten Sorte von Primärenergieträgern entsprechende Kraftwerke visualisiert und anhand von damit verbundenen Miniszenen für den Alltag der Stadt aktiviert.

## 5.5 Technische Umsetzung

Die technische Umsetzung des Spiels nutzt die Spiele-Engine Unity. Kriterien für die Auswahl waren zum einen die gute Entwicklungsumgebung für 2D-Grafik und die Integration der Programmiersprache C#. Ein besseres Rendering von 3D-Welten oder die Möglichkeit einer visuellen Programmierumgebung wie bei der Unreal Engine war für dieses Projekt von geringerer Bedeutung.

Zentrale Aufgabe des Spiels ist das Aufzeichnen von Spielerentscheidungen. Diese Daten müssen für die Auswertung einfach zugänglich sein. Dafür bietet die Applikation zwei unterschiedliche Zugänge: Experimentator/Administrator und Proband/Spieler. Für die Bereitstellung und Speicherung der Daten wurde eine Anbindung an eine Datenbank erstellt, um alle Daten strukturiert zugänglich zu machen. Das Tracking von Userdaten in Unity könnte über das Modul Unity Analytics erfolgen. Vorteile sind die gute Integration in die Engine und die Daten können auf einfache Weise, gefiltert, strukturiert und exportiert werden. Eine Alternative wäre die Verwendung von Google Analytics, das ähnliche Dienste bereitstellt. Beide Lösungen haben den Vorteil, dass auf eine vorgefertigte konfigurierbare Lösung zugegriffen werden könnte und durch die Speicherung der Daten bei einem Drittanbieter die eigene Applikation sehr flexibel wäre, da für die Datenbankbindung lediglich ein Internetanschluss vorausgesetzt würde. Diese Flexibilität ginge verloren, wenn der Server im Testlabor einer spezifischen Institution (z.B. HSU HH) implementiert würde, da dann bei einer anderen Testumgebung der entsprechende Zugang erst angefordert werden müsste. Die vorliegende Implementierung umgeht dieses Problem, indem der Admin-Recher zugleich die Serverfunktion übernimmt. Dadurch müssen keine eigenen Datensätze an fremde Server (z.B. Unity-Cloud) übergeben werden. Zudem ist die Applikation dadurch schlanker, da der Großteil der möglichen Analysefunktionen der kommerziellen Tools nicht benötigt wird. Ausserdem entfällt die Erstellung einer Schnittstelle, die den Datentransfer zwischen Admin-Gerät und Server regelt.

In der Datenbanklösung, realisiert mit SQL, werden die Login- und persönlichen Konfigurationsdaten, die Entscheidungen der Spieler/Probanden für jede Runde und anschließend die Eingaben in das Fragebogenlayout gespeichert. Da hier Daten pro Session und Daten pro Runde anfallen, werden zwei getrennte Matrizen erstellt. Die Login-Daten werden ebenfalls in zwei getrennten Matrizen für Administrator und Teilnehmer gespeichert. Für die Anonymisierung der Daten war darauf zu achten, dass die Nutzerdaten nicht für die Teilnehmer zugänglich sind und nur vom Administrator ausgelesen werden können. In der Spieleengine werden die Programmfunktionen in Szenen (Levels) strukturiert, in der auf die Gameobjekte/Assets (z.B. Grafiken, Sounds, 3D-Objekte) zugegriffen werden kann. Gameobjekte definieren auch den Spieler oder mehrere Gameobjekte wie in unserem Spiel die dynamische Repräsentation einer Stadt.

Während des Spielverlaufs hat das Spiel zwei Zustände. Im Offlinemodus, stellt der Administrator das Setting des Experiments ein und zum anderen konfiguriert der Spieler/Proband sein Stadtwappen. In beiden Fällen besteht keine Kommunikation zwischen den Teilnehmern. Im Onlinemodus eröffnet der Administrator eine gemeinsame Session, bei der die Spieler miteinander verbunden sind und kooperieren können. Für beide Zustände wird im Unity jeweils eine Szene aufgesetzt, die die jeweiligen Gameobjekte enthalten. Dazu wird jeweils ein eigenes grafisches Interface entwickelt und mit der entsprechenden Funktionalität in C# verknüpft.

## **6 Durchführung der Pilotuntersuchung und Datenauswertung**

Die im Rahmen der Projektfinanzierung vereinbarte Entwicklung eines funktionsfähigen Pilotexperimentes ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Abschlussberichtes abgeschlossen. Die Datenerhebung auf Basis dieses Pilotexperimentes ist für März 2018 geplant. Die Auswertung dieser Daten und eine erste wissenschaftliche Veröffentlichung hierzu sind ebenfalls in Vorbereitung.

### **Literatur**

Bachen, C., Hernandez-Ramos, P. F., Raphael, C. (2016): How do presence, flow, and character identification affect players' empathy and interest in learning from a serious computer game?, *Computers in Human Behavior* 64.

Balliet, D., Parks, C., Joireman, J. (2009): Social Value Orientation and Cooperation in Social Dilemmas: A Meta-Analysis. *Group Processes & Intergroup Relations* 12, 533-547.

Bigoni, M., Dragone, D. (2012): Effective and efficient experimental instructions, *Economics Letters* 117.

Bloomfield, R.; Rennekamp, K. (2008): Experimental Research in Financial Reporting: From the Laboratory to the Virtual World, in: Foundations and Trends in Accounting 3(1).

Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., Boyle, J. M. (2012): A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games, Computers & Education 59 (2).

Deterding, S., Dixon, D. Khaled, R. and Nacke, L. (2011) From game design elements to gamefulness – defining ‚gamification‘, in: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference – Envisioning Future Media Environments (MindTrek '11), ACM, New York, pp 9-15, <http://doi.acm.org/10.1145/2181037.2181040>.

Fernandez, Raquel; Rodrik, Dani (1991): Resistance to Reform: Status Quo Bias in the Presence of Individual-Specific Uncertainty, American Economic Review 81, 1146-1155.

Fiedler, M.; Haruvy, E. (2009): The lab versus the virtual lab and virtual field – An experimental investigation of trust games with communication, in: Journal of Economic Behavior and Organization 72(2), 716-724.

Gronberg, T. J., Luccasen III, R. A., Turocy, T. L., Van Huyck, J. B. (2012): Are tax-financed contributions to a public good completely crowded-out? Experimental evidence, Journal of Public Economics 96.

Beyer, G., Borchers, D., Frondel, M., Hrach, m., Kutzschbauch, O., Menges, R., Sommer, S., Traub, S. (2018): Die gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende – Befunde eines interdisziplinären Forschungsprojektes, zur Veröffentlichung angenommen in: LIST-Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik.

Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller. B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016): Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning, Computers in Human Behavior 54.

Hertwig, R., Barron, G., Weber, E.U., Erev, I. (2004): Decisions From Experience and the Effect of Rare Events in Risky Choice, Psychological Science 15, 534-539.

Hipp, C, Kaelber, C. and Müller, J. (ed.) Kommunikation erneuerbarer Energieversorgung, e-transform issue 1, University of Applied Sciences Augsburg and Brandenburg Technical University in Cottbus, Augsburg and Cottbus, [e-transform.org/publikation](http://e-transform.org/publikation).

Hipp, C, Kaelber, C. and Müller, J. (ed.) Leitbilder für eine erneuerbare Energieversorgung, e-transform issue 2, University of Applied Sciences Augsburg and Brandenburg Technical University in Cottbus, Augsburg and Cottbus 2016, [e-transform.org/publikation](http://e-transform.org/publikation).

Hipp, C, Kaelber, C. and Müller, J. (ed.) Medien für eine erneuerbare Energieversorgung, e-transform issue 3, University of Applied Sciences Augsburg and Brandenburg Technical University in Cottbus, Augsburg and Cottbus, Augsburg and Cottbus 2017, [e-transform.org/publikation](http://e-transform.org/publikation).

Hou, J., Nam, Y., Peng, W., Lee, K. M. (2012): Effect of screen size, viewing angle, and players' immersion tendencies no game experience, Computers in Human Behavior 28.

Kapp, K.M. (2012): *The Gamification of Learning and Instruction. Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer/Wiley.

Luz, S., Masoodian, M., Cesario, R. R., Cesario, M. (2016): Using a serious game to promote community-based awareness and prevention of neglected tropical diseases, *Entertainment Computing* 15.

Madani, K., Pierce, T. W., Mirchi, A. (2017): Serious games on environmental management, *Sustainable Cities and Society* 29.

McGonigal, J (2012): *besser als die Wirklichkeit. Wann wir von Computerspielen profitieren und wie sie die Welt verändern*, München: Heye.

Menges, R. (2007): Verteilungs- und Allokationswirkungen energiepolitischer Instrumente, *Zeitschrift für Neues Energierecht* 11, 285-291.

Menges, R.; Traub, S. (2012): Sozialpolitik im Klimawandel: Konfliktlinien zwischen sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit, *Zeitschrift für Sozialreform* 58, 3, 343-362.

Menges, R.; Traub, S. (2009a): Who Should Pay the Bill for Promoting Green Electricity? An Experimental Study on Consumer Preferences, *International Journal of Environment and Pollution* 39, 44-60.

Menges, R.; Traub, S. (2009b): An Experimental Study on the Gap between Willingness to Pay and Willingness to Donate for Green Electricity, *Finanzarchiv* 65, 335-357.

Menges, R.; Schröder, C; Traub, S. (2005): Altruism, Warm Glow and the Willingness-to-Donate for Green Electricity: An Artefactual Field Experiment, *Environmental and Resource Economics* 31, 431-458.

Menges, R.; Schröder, C; Traub, S. (2004): Erhebung von Zahlungsbereitschaften für Ökostrom: Methodische Aspekte und Ergebnisse einer experimentellen Untersuchung, in: *Marketing – Zeitschrift für Forschung und Praxis* 26, 247-258.

Müller, J. (2014): Weltrettung durch Zocken, in: Kaiser, M. (ed.): *Ringvorlesung Games, Retro-Gaming – Gamification – Augmented Reality*, Verlag Dr. Gabriele Hooffacker, Edition Medien Campus Bayern, München, pp 61 –79.

Müller et. al(2017): A process full of challenges: A serious game about the german energy transition. *Proceedings of the 11th European Conference on Game Based Learning, Graz 2017*.

El-Nasr, M. S., Drachen, A., Canossa, A. (2013): *Game Analytics – The Basics*. In: Dies. (HG.): *Game Analytics. Maximizing the Value of Player Data*. London: Springer

Spann, M.; Hinz, O.; Hann, I.-H.; Skiera, B. (2010): Decision Making in Virtual Worlds: An Experimental Test of Altruism, Fairness and Presence, in: *ECIS 2010 Proceedings* 36.

Sütterlin, B.; Brunner, T.A.; Siegrist, M. (2013): Impact of social value orientation on energy consumption in different behavioral domains, in: *Journal of Applied Social Psychology* 43, 1725-1735.