

Kostenaufteilung bei Mehrzweckprojekten*

Von G. Knieps, Universität Groningen, und H. Sommer, Universität Bern

1. Einleitung

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist ein Problem, das in den vergangenen Jahren im Kanton Uri aufgetreten ist. Dort stellt sich die Aufgabe, in 11 verschiedenen Orten über den Bau und die Finanzierung von Hochwasserschutzprojekten zu entscheiden. An jedem Ort soll sowohl die Bahn, die Strasse, das angrenzende Dorf und in manchen Fällen auch eine Militäranlage geschützt werden. Die Projekte sollen nicht allein aus dem allgemeinen Staatshaushalt finanziert werden, sondern die Kosten müssen von den einzelnen Nutzniessern (SBB, Nationalstrasse, Dorf, Militär) mitgetragen werden. Der Bau eines einzigen Projektes, das mehreren Zwecken *gleichzeitig* dient, ist typischerweise kostengünstiger als der Bau mehrerer separater Teilprojekte für jeden einzelnen Zweck. Diese Verbundvorteile eines gemeinsamen Projektes führen zu dem klassischen Problem der Aufteilung von Gemeinkosten. Aus der Sicht der Effizienz stellt sich das Stabilitätsproblem, die Kosten unter den verschiedenen Partnern so aufzuteilen, dass keine Anreize für eine Separation vom Gesamtprojekt entstehen. Aus der Sicht der Gerechtigkeit stellt sich das Problem, die Kosten so aufzuteilen, dass sie als "fair" anerkannt werden.

Im ersten Teil werden zunächst traditionelle Aufteilungsregeln auf der Basis von Overhead-Kosten vorgestellt. Im Anschluss daran werden im zweiten Teil das Effizienzkriterium sowie zwei unterschiedliche Gerechtigkeitskonzepte (Shapley-Wert, Nucleolus) dargelegt. Im einzelnen kann gezeigt werden, dass bei hinreichend grossen Verbundvorteilen der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Partnern, der übliche Trade-off zwischen Effizienz und Gerechtigkeit verschwindet. Die Einigung auf eines der beiden Gerechtigkeitskonzepte ermöglicht es vielmehr, aus der grossen Menge von stabilen Lösungen eine eindeutige, allgemein akzeptierbare Kostenaufteilung auszuwählen.

Im dritten Teil wird anhand der geschätzten Kostendaten von 11 Orten im Kanton Uri das Vorliegen von erheblichen Verbundvorteilen nachgewiesen. Ferner werden die stabilen und fairen Kostenaufteilungen berechnet. Im Anschluss daran wird die Frage untersucht, inwieweit die im Kanton Uri tatsächlich ausgehandelten Kostenaufteilungen durch Stabilität sowie durch ein Gerechtigkeitskriterium erklärt werden können. Es zeigt sich, dass die in der Praxis ausgehandelten Kostenaufteilungen in den verschiedenen Orten besser erklärt werden können durch das Konzept des Nucleolus als durch den Shapley-Wert und dass nicht jede in der Praxis gewählte Kostenaufteilung stabil ist. Die in

* Dank gilt dem Schweizerischen Nationalfonds für die finanzielle Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

dieser Arbeit erzielten empirischen Ergebnisse müssen relativiert werden wegen den Unsicherheiten bei der Ermittlung möglicher (hypothetischer) Teilprojekte und deren Kostenabschätzung.

2. Kostenaufteilungen bei Mehrzweckprojekten

2.1 Das Kostenaufteilungsproblem

Angenommen, es sollen durch den Bau eines (oder mehrerer) Projekte n Zwecke erfüllt werden. Bezeichne $K(i)$ die "Stand Alone"-Kosten, den i -ten Zweck separat auszuführen; $K(S)$ die Kosten, eine Teilmenge S von Zwecken in einem Teilprojekt separat zu erfüllen¹, sowie $K(N)$ die Kosten, alle $N = \{1, \dots, n\}$ Zwecke in einem Gesamtprojekt zu erfüllen. Ferner bezeichne $\bar{K}(S) := K(N) - K(N - S)$ die (koalitionsspezifischen) Zusatzkosten, eine Teilmenge von S Zwecken bereitzustellen, unter der Voraussetzung, dass die Zwecke $N - S$ ohnehin durchgeführt werden. Im Rahmen unserer Arbeit sind erhebliche Verbundvorteile von Bedeutung, verschiedene Zwecke durch ein einziges Projekt zu erfüllen. Dies bedeutet, dass die Kostenfunktion K subadditiv ist, d. h. $K(S) + K(T) \geq K(S \cup T)$ für alle S, T in N mit $S \cap T = \emptyset$.

Bezeichne y_i den Kostenanteil, den die Nutzniesser des i -ten Zweckes zur Finanzierung des N -Zweck-Projektes (Gesamtprojektes) leisten.

Definition 1: Eine Kostenallokation $y = (y_1, \dots, y_n)$ ist durchführbar, falls

$$\sum_{i=1}^N y_i = K(N), \quad y_i \geq 0.$$

2.2 Traditionelle Aufteilungsregeln auf der Basis von Overhead-Kosten

Das Kostenaufteilungsproblem bei Verbundvorteilen wird traditionell mit Hilfe des Overhead-Kosten-Ansatzes formuliert (vgl. Clark, 1923; Ransmeier, 1942):

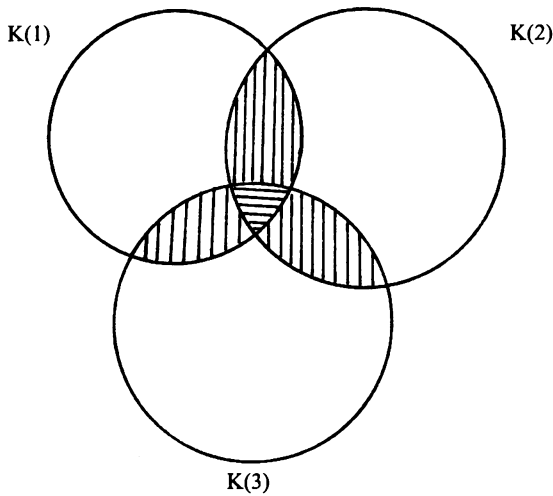
Gesucht ist eine eindeutige Aufteilungsregel der einem einzelnen Zweck nicht direkt zurechenbaren Kosten (Overhead-Kosten, OK), die wie folgt definiert sind:

$$OK = K(N) - \sum_{i \in N} \bar{K}(i) = K(N) - \sum_{i \in N} [K(N) - K(N - i)]$$

¹ Falls die Kosten eines Teilprojektes den Gesamtprojektkosten entsprechen, wird das Gesamtprojekt gewählt; es besteht also keine Teilalternative.

Da die Zusatzkosten $\bar{K}(i)$ nur für einelementige Mengen gewählt werden (individuelle Zusatzkosten), folgt daraus, dass die derart definierten Overhead-Kosten alle Kosten beinhalten, die nicht einem *einzelnen* Zweck direkt zugeordnet werden können. Koalitionsspezifische Gemeinkosten, die zwar nicht einem einzelnen Zweck, aber einer Teilmenge von Zwecken direkt zugeordnet werden können – und folglich den koalitionsspezifischen Zusatzkosten $\bar{K}(S)$ zurechenbar sind – werden also ebenfalls zu den Overhead-Kosten eines Gesamtprojektes gerechnet.

Die folgende Abbildung für ein Projekt mit 3 Zwecken diene der Veranschaulichung:



Die *vertikal* schraffierten Flächen charakterisieren die koalitionsspezifischen Verbundvorteile.

Die *horizontal* schraffierte Fläche charakterisiert die gesamtprojektspezifischen Verbundvorteile.

Die Gesamtmenge der schraffierten Flächen entspricht den Overhead-Kosten

$$OK = K(N) - \sum_{i \in N} \bar{K}(i).$$

In der Praxis werden häufig die beiden folgenden Aufteilungsregeln von Overhead-Kosten angewendet, die die Durchführbarkeitsbedingung erfüllen, allerdings nicht auf theoretisch fundierten Effizienz- oder Gerechtigkeitskonzepten beruhen.

(1) Die proportionale Aufteilung der Overhead-Kosten:

$$y_i = \bar{K}(i) + \frac{OK}{n}$$

(2) Die “Alternative Cost Avoided” (ACA) Methode (Ransmeier, 1942)

$$y_i = \bar{K}(i) + \frac{K(i) - \bar{K}(i)}{\sum_{j \in N} (K(j) - \bar{K}(j))} \cdot OK$$

Je grösser die Differenz zwischen den “Stand Alone” Kosten $K(i)$ und den individuellen Zusatzkosten $\bar{K}(i)$, desto höher wird die Belastung der Nutzniesser des i -ten Zwecks mit Overhead-Kosten.

2.3 Stabile Kostenaufteilungen

Definition 2: Eine Kostenallokation $y = (y_1, \dots, y_n)$ ist stabil, falls

$$\sum_{i \in S} y_i \leq K(S) \quad \forall S \subseteq N$$

Da der Beitrag jeder Koalition von Zwecken zum Gesamtprojekt nicht grösser ist als die Kosten, ein eigenes Teilprojekt zu bestreiten, setzen stabile Kostenaufteilungen keine Anreize, sich von dem Gesamtprojekt zu separieren. Stabile Kostenallokationen sind daher effizient, weil sämtliche Verbundvorteile ausgeschöpft werden können. Durchführbare Kostenallokationen sind genau dann stabil, falls sie die folgende Zusatzkostenbedingung erfüllen:

$$\sum_{i \in S} y_i \geq \bar{K}(S) \quad \forall S \subseteq N$$

Dies bedeutet, dass jede Koalition von Zwecken zumindest ihre gesamten Zusatzkosten decken muss. Sowohl die proportionale Aufteilung der Overhead-Kosten als auch die Alternative Cost Avoided-Methode müssen daher nicht notwendigerweise zu einer stabilen Kostenaufteilung führen (Williams, 1983). Dies liegt darin begründet, dass mittels dieser Verfahren auch die koalitionsspezifischen Gemeinkosten auf *sämtliche* Zwecke aufgeschlüsselt werden, obwohl sie den Zusatzkosten $\bar{K}(S)$ einer bestimmten Koalition zuzuordnen sind.

Die Kostenfunktion $K(S)$ kann auch als charakteristische Funktion eines kooperativen Spiels (K, N) aufgefasst werden, wobei die einzelnen Zwecke $i = 1, \dots, n$ als Spieler interpretiert werden. Kostenallokationen, die durchführbar und stabil sind, liegen im *Kern* des Spiels (K, N) (Gately, 1974; Faulhaber, 1975). Es handelt sich um die Menge der durchführbaren Kostenaufteilungen, bei der sich keine Koalition von Zwecken durch Realisierung eines Teilprojektes

verbessern kann. Der Kern kann somit interpretiert werden als die Menge der "sozial stabilen" Ergebnisse, in der keine Koalition sich aus eigener Kraft verbessern kann. In Abbildung 1 sind sämtliche Kostenaufteilungen, die in der horizontal schraffierten Fläche liegen, im Kern.

Der Kern eines Kostenspiels kann auch leer sein (Faulhaber, 1975). Im folgenden wird unter Zuhilfenahme eines geeignet definierten Einsparungsspiels aufgezeigt, dass dieser Fall in unserem Kontext nicht auftritt. Analog dem Kostenspiel kann das Einsparungsspiel wie folgt formuliert werden: Jeder Kostenallokation $(y_1, \dots, y_n)$ entspricht eine Ersparnis-Allokation $(x_1, \dots, x_n)$, wobei $x_i = K(i) - y_i$, die Ersparnis des i -ten Zwecks durch Beteiligung am Gesamtprojekt bezeichnet. Die Einsparungsfunktion $v(S) := \sum_{i \in S} K_i - K(S)$ wird als charakteristische Funktion des Einsparungsspiels (v, N) aufgefasst. $v(S)$ bezeichnet die Einsparung, die sich die Koalition S selbst garantieren kann, ohne sich am Gesamtprojekt zu beteiligen.

Wegen der Subadditivität der Kostenfunktion K ist das Einsparungsspiel (v, N) superadditiv, d. h. $v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$; $S \cap T = \emptyset$. Darüber hinaus sind – wie im empirischen Teil zu zeigen sein wird – die Verbundvorteile so erheblich, dass die Einsparungsfunktion $v(S)$ konvex ist. Anschaulich besagt dies, dass die Verbundvorteile durch Hinzufügen eines einzelnen Zwecks zu einer Koalition von Zwecken mit der Grösse dieser Koalition anwachsen. Formal ausgedrückt bedeutet dies (vgl. Shapley, 1971, 13):

$$\begin{aligned} \sum_{Su\{i\}} K(i) - K(Su\{i\}) - \left[\sum_S K(i) - K(S) \right] \\ \leq \sum_{Tu\{i\}} K(i) - K(Tu\{i\}) - \left[\sum_T K(i) - K(T) \right] \\ \forall i \in N, \quad S \subseteq T \subseteq N - \{i\} \end{aligned}$$

Die Konvexität des Einsparungsspiels garantiert, dass sein Kern nicht leer ist (vgl. Shapley, 1971, Theorem 4).

Nunmehr gilt $\sum_{i \in N} x_i = v(N)$ genau dann, wenn $\sum_{i \in N} y_i = K(N)$. Ferner gilt $\sum_{i \in S} x_i \geq v(S)$ genau dann, wenn $\sum_{i \in S} y_i \leq K(S)$.

Daraus folgt, dass eine Ersparnisallokation $(x_1, \dots, x_n)$ genau dann im Kern des Einsparungsspiels (v, N) liegt, wenn die entsprechende Kostenallokation $(y_1, \dots, y_n)$ im Kern des Kostenspiels (K, N) liegt. Da der Kern des Einsparungsspiels (v, N) somit äquivalent (isomorph) zum Kern des Kostenspiels (K, N) ist, folgt unmittelbar, dass der Kern des Kostenspiels genau dann nicht leer ist, wenn der Kern des dazugehörigen Einsparungsspiels nicht leer ist. Da die Konvexität der Einsparungsfunktion für die Kostenfunktion des empirischen Teils nachgewiesen werden kann, ist somit auch der Kern des dazugehörigen Kostenspiels nicht leer.

2.4 Faire Kostenaufteilungen

Selbst wenn der Kern eines Kostenspiels existiert, folgt hieraus noch nicht, dass das Problem der Kostenaufteilung zur Finanzierung eines Mehrzweckprojektes bereits gelöst ist. Die Menge der Kernlösungen ist im allgemeinen nicht eindeutig, sondern überabzählbar gross. Für die Praxis stellt sich daher die Frage, welche der stabilen Kostenaufteilungen ausgewählt werden soll.

Kostenaufteilungsverfahren können nicht nur aus der Sicht der ökonomischen Effizienz, sondern auch gemäss einer bestimmten Gerechtigkeitsvorstellung als mehr oder weniger akzeptierbar angesehen werden. Im folgenden werden zwei grundsätzlich verschiedene Gerechtigkeitskonzepte vorgestellt: Der Shapley-Wert und der Nucleolus. Beide Konzepte haben den Vorteil, dass sie eine *eindeutige* Lösung hervorbringen. Da – wie im empirischen Teil zu zeigen sein wird – die Verbundvorteile hinreichend gross sind derart, dass das Einsparungsspiel konvex ist, liegen der Shapley-Wert und der Nucleolus überdies im Kern. Dies bedeutet, dass der übliche Konflikt zwischen Effizienz (Stabilität) und Gerechtigkeit verschwindet.

(1) Der Shapley-Wert

Der Shapley-Wert basiert auf der hypothetischen Voraussetzung, dass jedes Mehrzweckprojekt in unterschiedlichen Baustufen errichtet werden kann. Die Zusatzkosten jedes Zweckes hängen dabei entscheidend von seiner Position in der Baustufenfolge ab.

Beispiel mit 2 Zwecken:

$\bar{K}(1) = K(1)$	falls 1 beginnt
$\bar{K}(1) = K(1 + 2) - K(2)$	falls 2 beginnt
$\bar{K}(2) = K(1 + 2) - K(1)$	falls 1 beginnt
$\bar{K}(2) = K(2)$	falls 2 beginnt

Zur eindeutigen Aufteilung der Gesamtkosten eines Mehrzweckprojekts wird davon ausgegangen, dass die Dringlichkeit der verschiedenen Zwecke a priori unbekannt und folglich gleichverteilt ist. Man bildet daher den Erwartungswert über die verschiedenen hypothetischen Baustufenfolgen.

Aufgrund dieser vollständigen Gleichbehandlung sämtlicher Zwecke wird der Shapley-Wert häufig auch als Referenzpunkt der Fairness aufgefasst (vgl. z. B. Segal, 1970; Gately, 1974).

Für den Fall von zwei Zwecken ergibt der Shapley-Wert

$$y_1 = \frac{1}{2}K(1) + \frac{1}{2}[K(1 + 2) - K(2)]$$

$$y_2 = \frac{1}{2}K(2) + \frac{1}{2}[K(1 + 2) - K(1)]$$

Für den Fall von 3 Zwecken gilt:

$$\begin{aligned}
 y_1 = & \frac{1}{3}K(1) + \frac{1}{6}[K(2+1) - K(2)] \\
 & + \frac{1}{6}[K(3+1) - K(3)] \\
 & + \frac{1}{6}[K(2+3+1) - K(2+3)] \\
 & + \frac{1}{6}[K(3+2+1) - K(3+2)]
 \end{aligned}$$

Die Werte y_2 und y_3 werden analog berechnet.

Allgemein gilt bei n Zwecken für die Aufteilung nach dem Shapley-Wert (Shapley, 1953; Loehman/Whinston, 1977):

$$y_i = \sum_{\substack{S \subseteq N \\ i \in S}} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} [K(S) - K(S - \{i\})] \quad \forall i \in N$$

Das Gewicht der zusätzlichen Kosten des Zweckes i , wenn seine Nachfrage (hypothetische Baustufenfolge) an die s -te Position gerückt ist, beträgt:

$$\frac{(s-1)!(n-s)!}{n!}$$

Dieser Koeffizient wird dadurch bestimmt, dass wenn der i -te Zweck an der s -ten Stelle steht, es $(s-1)$ Anordnungen von Zwecken davor und $(n-s)$ Anordnungen von Zwecken danach gibt. Der Shapley-Wert ist eindeutig.

Ein entscheidener Vorteil des Shapley-Wertes für das hier untersuchte Kostenallokationsproblem besteht darin, dass der Shapley-Wert eines konvexen Spieles im Kern liegt (Shapley, 1971, Theorem 7). Dies bedeutet, dass der Shapley-Wert

$$x_i = \sum_{\substack{S \subseteq N \\ i \in S}} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} [v(S) - v(S - \{i\})] \quad \forall i \in N$$

des Einsparungsspiels (v, N) im Kern des Einsparungsspiels liegt, da im empirischen Teil die Konvexität der Einsparungsfunktion nachgewiesen werden kann. Andererseits ist der Kern des Einsparungsspiels äquivalent (isomorph) zu dem Kern des Kostenspiels (K, N) . Da durch die Transformation $x_i = K(i) - y_i$ des Shapley-Wertes x_i im Einsparungsspiel der Shapley-Wert y_i des Kostenspiels entsteht, gilt folglich auch, dass y_i im Kern des Kostenspiels liegt. Dies bedeutet, dass eine nach diesem Gerechtigkeitskonzept anerkannte Kostenallokation gleichzeitig auch stabil (d. h. paretoeffizient) ist.

(2) Der Nucleolus

J. Rawls (1971) entwickelte in seinem Buch ein auf einer Gerechtigkeitsidee beruhendes Wohlfahrtskriterium, das oft als die Alternative zum effizienzorientierten Pareto-Kriterium angesehen wird. *Rawls* Kriterium erfordert, dass der Nutzen der am schlechtesten gestellten Person maximiert wird. Diese Gerechtigkeitsvorstellung wird von dem von *Schmeidler* (1969) entwickelten Nucleolus-Schema eines Spiels eingefangen. Der Nucleolus des Kostenspiels lässt sich wie folgt formulieren:

Für jede beliebige durchführbare Kostenallokation $y = (y_1, \dots, y_n)$ bezeichne $E_S := K(S) - \sum_{i \in S} y_i$ die Ersparnis der Koalition S durch Beteiligung am Gesamtprojekt. Bezeichne $\theta(y)$ den Ersparnisvektor in R^{2^n-1} , dessen Komponenten durch die Ersparnisse $E_S \forall S \in 2^{n-1}$ in aufsteigender Reihenfolge angeordnet sind. Seien y und z zwei durchführbare Kostenallokationen, der Ersparnisvektor $\theta(z)$ ist lexikographisch grösser als der Ersparnisvektor $\theta(y)$, falls $\exists i \in \{1, \dots, n-1\}$ mit $\theta_i(z) > \theta_i(y)$ und $\theta_j(z) = \theta_j(y) \forall j = 1, \dots, i-1$.

Als Nucleolus wird diejenige durchführbare Kostenallokation bezeichnet, deren Ersparnisvektor lexikographisch maximal ist. Das Ziel dieses Lösungskonzeptes besteht also darin, eine solche Kostenallokation zu finden, die die Ersparnis der am schlechtest gestellten Koalitionen (lexikographisch) maximiert. Der Nucleolus kann mit Hilfe eines linearen Programms berechnet werden und ist eindeutig (*Schmeidler*, 1969). Er hat ebenfalls den Vorteil, dass er im Kern liegt, falls der Kern nicht leer ist (vgl. z. B. *Hamlen/Hamlen/Tschirhart*, 1977, 622). Dies bedeutet, dass der allgemein angenommene Gegensatz zwischen Paretoeffizienz und Rawlscher Gerechtigkeitsvorstellung sich in unserem Kontext auflöst, da im empirischen Teil die Konvexität der Einsparungsfunktion nachgewiesen werden kann.

Die dem Nucleolus zugrundeliegende Gerechtigkeitsvorstellung unterscheidet sich von derjenigen des Shapley-Wertes dadurch, dass beim Nucleolus nicht sämtliche Koalitionen von Zwecken gleich behandelt werden, sondern die durch das Gemeinschaftsprojekt am wenigsten begünstigte Koalition möglichst gut gestellt wird³.

3. Kostenaufteilungen bei Hochwasserschutzprojekten

Im Kanton Uri wurde in den vergangenen Jahren an elf verschiedenen Orten der Bau von Hochwasserschutzprojekten geplant. Es besteht das Problem, die Bahn, die Strasse, das angrenzende Dorf und in manchen Fällen auch eine

² So wird zum Beispiel der Vektor $\theta(z) = (2, 10, 13, 19)$ dem Vektor $\theta(y) = (2, 9, 14, 21)$ lexikographisch vorgezogen, weil $\theta_1(z) = \theta_1(y) = 2$ aber $\theta_2(z) = 10 > \theta_2(y) = 9$.

³ Im Unterschied zu *Rawls* umfassendem Nutzenkonzept bezieht sich natürlich der Nucleolus – wie auch der Shapley-Wert – nur auf eine projektbezogene Gerechtigkeit, d. h. auf die Veränderung der Kostensituation vor und nach dem Bau des Projektes, und nicht etwa auf die allgemeine (finanzielle) Lage der Partner.

Militäranlage zu schützen. Je nach Projekt werden verschiedene Massnahmen wie Verbauung von Nebenbächen, Aufforstungen, Entwässerung und Bau von Geschiebesammlern durchgeführt. Der Bau eines einzigen Projektes, das mehreren Zwecken *gleichzeitig* dient, ist naturgemäss kostengünstiger als der Bau mehrerer separater Projekte für jeden einzelnen Zweck. Diese Verbundvorteile eines gemeinsamen Projekts führen zu dem im Teil 2 abgehandelten Problem der Aufteilung von Gemeinkosten. An jedem der elf verschiedenen Orte haben sich die beteiligten Partner in mehreren Verhandlungsrunden über die Aufteilung der Kosten des jeweils in Frage kommenden Gesamtprojektes geeinigt.

Das Ziel dieses Abschnitts besteht nun darin, die vorgestellten Verfahren zur Kostenaufteilung (Proportionale Aufteilungsmethode, ACA-Methode, Kern, Shapley-Wert, Nucleolus) auf die verschiedenen Projektsituationen anzuwenden und daraus sich ergebende Kostenaufteilungsvorschläge zu berechnen. Darüber hinaus soll untersucht werden, wie weit sich diese Kostenaufteilungsvorschläge von den in der Praxis tatsächlich gewählten unterscheiden.

3.1 Daten

Bei Berechnung der theoretischen Konzepte wird die Kenntnis der "Stand Alone" Kosten der einzelnen Zwecke und der Kosten bei Separierung (Koalitionskosten) vorausgesetzt und damit auch das Wissen über mögliche alternative Teilprojekte zur Erfüllung einzelner Zwecke oder Unterkoalitionen von Zwecken.

Daher mussten zuerst solche alternativen Hochwasserschutzkonzepte angenommen und anschliessend deren Kosten abgeschätzt werden.⁴ Vor allem die Entwicklung von Alternativkonzepten hat sich als ausserordentlich schwierig erwiesen, und es mussten teilweise Alternativen angenommen werden, bei denen die einzelnen Partner im Vergleich zum Gesamtprojekt nicht gleich gut geschützt werden. Dieser Qualitätseffekt unterschiedlicher (hypothetischer) Teilprojekte musste bei den nachfolgenden Berechnungen vernachlässigt werden. Grundsätzlich konnte die Situation an den 11 verschiedenen Orten in zwei Kategorien unterteilt werden. In den Orten Nr. 1–6 hatte keine der beteiligten Parteien eine echte Kostenalternative. Es konnte entweder ein globales Schutzkonzept entwickelt werden oder nicht. In den Orten Nr. 7–11 konnte zumindest für einen der beteiligten Partner eine Teilalternative ausfindig gemacht werden.

Das Problem der Kostenaufteilung zwischen den beteiligten Parteien wurde noch kompliziert durch das folgende Subventionsproblem. Der Bund leistet bei Hochwasserschutzprojekten an den Kanton – stellvertretend für das Dorf – Subventionszahlungen, die zwischen den einzelnen Orten variieren können. Für die Berechnungen werden diese Subventionszahlungen in zwei unterschiedlichen hypothetischen Varianten behandelt. Variante A geht davon

⁴ Falls an einem Ort ein Teilzweck überhaupt nicht erfüllt werden soll, erhält er zur Vereinfachung der Notation in den nachfolgenden Tabellen die Kosten Null zugeordnet.

aus, dass die einzelnen Parteien – unabhängig von der zu erwartenden Subventionszahlung – die Kostenbelastungen aushandeln und nur das Dorf über die Subventionszahlung als Finanzierungsquelle verfügen kann. In Variante B wird davon ausgegangen, dass die Partner so verhandeln, als stände ihnen ebenfalls eine Subvention in gleicher Höhe wie dem Dorf zu.

3.2 Berechnungen

Zunächst wurde die Konvexität des Einsparungsspiels anhand der vorliegenden Kostendaten für jedes der elf Orte nachgewiesen. Die Berechnungen sind mittels der in Abschnitt 2.3 gewählten Formulierung der Konvexität sehr einfach und sollen aus Platzgründen an dieser Stelle weggelassen werden⁵. Die Berechnungen der proportionalen Aufteilung, der ACA-Methode und des Shapley-Wertes waren ebenfalls leicht durchführbar. Die Bestimmung des Nucleolus erwies sich aufgrund der Unstetigkeit des Optimierungsproblems (lexikographische Vektormaximierung) als komplizierter. Zur Errechnung des Nucleolus musste daher ein lineares Programm erstellt werden⁶.

3.3 Ergebnisse

Für jeden der 11 Orte sind die aus den einzelnen Verfahren sich ergebenden Kostenaufteilungen und ihr Verhältnis zu den tatsächlichen Kostenaufteilungen der Praxis im Anhang (Tab. 1–11) aufgeführt. Wie im Abschnitt 2.3 erwartet wurde, liegen die Kostenaufteilungen nach der proportionalen Methode nicht in allen Fällen (Orte Nr. 8, 9, 10, 11) im Kern. Demgegenüber liegen Shapley-Wert und Nucleolus bei sämtlichen Orten im Kern.

Die vorgestellten Aufteilungsverfahren gehen lediglich auf die unterschiedlichen Kostenbedingungen der einzelnen Projekte ein. Daher ergeben sich bei den Orten 2–6 mit für alle Partner jeweils gleichen Ausgangsbedingungen auch eine identische Kostenaufteilung. Bei den Kostenaufteilungen der Praxis fällt im Gegensatz dazu auf, dass sie bei den soeben erwähnten Orten 2–6 zu unterschiedlichen Belastungen für die einzelnen Partner führen. Dies mag einerseits darin begründet sein, dass die verschiedenen Teilprojekte in der Praxis nicht explizit ausformuliert worden sind, und dass andererseits Unsicherheiten bestehen bei der Ermittlung möglicher (hypothetischer) Teilprojekte und deren Kostenabschätzungen. Dies kann (neben den vernachlässigten unterschiedlichen Schutzqualitäten) auch die Ursache dafür sein, dass nicht jede Kostenaufteilung der Praxis im Kern liegt (vgl. die Orte Nr. 9 Variante B sowie Nr. 10).

Die Abweichungen zwischen den Kostenaufteilungen der theoretischen Verfahren und der Praxis sind in den meisten Fällen bei der Interpretation der

⁵ Der interessierte Leser kann diese umfangreichen Berechnungen bei den Autoren anfordern.

⁶ Dabei wurde eine Variante der PL-1-Programmierung verwendet. Für die Erstellung des Programms danken wir Herrn Dipl. Physiker H. Marti.

Subventionen nach Variante B geringer als bei Variante A (vgl. dazu die Angaben in den Tabellen über den mittleren absoluten Prozentfehler und die Varianz). Dies lässt vermuten, dass die Partner bei den Verhandlungen von Variante B ausgegangen sind, d.h. eine Verteilung der vom Bund an den Kanton (Dorf) geleisteten Subvention durchsetzen konnten. Darüber hinaus zeigt sich, dass bei der Interpretation der Subventionen nach Variante B die Kostenaufteilungen der Praxis besser durch das Konzept des Nucleolus als durch den Shapley-Wert erklärt werden können.

Anhang: Tabellarischer Teil

Tabelle 1: Grounbach	S. 162
Tabelle 2: Riemenstaldnerbach	S. 163
Tabelle 3: Chilenbach	S. 164
Tabelle 4: Unteralpreuss	S. 165
Tabelle 5: Gotthardreuss	S. 166
Tabelle 6: Schächental	S. 167
Tabelle 7: Kummetbach	S. 168
Tabelle 8: Schipfenbach	S. 169
Tabelle 9: Öfibach	S. 170
Tabelle 10: Palanggenbach	S. 171
Tabelle 11: Selderbach	S. 172

Tabelle 1

		Stand Alone- und Teilprojektkosten		Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:		
				Subventionssatz:		Absolut		%
Ort:	Gruonbach	S: Strasse	31.00	S: Strasse	20.12	S: Strasse	7.70	22.00
Nr.:	1.00	D: Dorf	35.00	D: Dorf	22.72	D: Dorf	6.76	19.30
		E: EMD	0.00	E: EMD	0.00	E: EMD	0.00	0.00
Anzahl		B: SBB	30.00	B: SBB	19.47	B: SBB	7.35	21.00
Partner:	3.00	S + D	35.00	S + D	22.72	PTT	0.91	2.60
		S + B	35.00	S + B	22.72	Subvention	12.29	35.10
		D + B	35.00	D + B	22.72			
		Gesamtprojekt:	35.00	Gesamtprojekt:	22.72			

Kern:	Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention	
	y(S) + y(D) + y(B) + y(E) =	35.00	y(S) + y(D) + y(B) + y(E) =	22.72
	y(S) ≤	31.00	y(S) ≤	20.12
	y(D) ≤	35.00	y(D) ≤	22.72
	y(B) ≤	30.00	y(B) ≤	19.47
	y(S) + y(D) ≤	35.00	y(S) + y(D) ≤	22.72
	y(S) + y(B) ≤	35.00	y(S) + y(B) ≤	22.72
	y(D) + y(B) ≤	35.00	y(D) + y(B) ≤	22.72

Interpretation A der Subvention											
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Differenz der 3-Belegung zur Praxis (D:Subv.+D)
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	
S:	11.67	33.33	11.30	32.29	11.17	31.90	11.66	33.31	7.70	22.00	-11.33
D:	11.67	33.33	12.76	36.46	13.17	37.62	11.66	33.31	6.76	19.30	21.07
E:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B:	11.67	33.33	10.94	31.25	10.67	30.48	11.66	33.31	7.35	21.00	-12.33
	100.00		100.00		100.00		99.94		PTT	0.91	2.60
									Subv	12.29	35.10
											14.91
											12.83
											12.05
											14.90
											Mittlerer absoluter 3-Fehler
											19.11
											13.08
											11.20
											19.27
											Varianz

Interpretation B der Subvention											
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Differenz der 3-Belegung zur Praxis
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	
S:	7.57	21.63	7.34	20.96	7.25	20.71	7.57	21.64	7.70	22.00	0.37
D:	7.57	21.63	8.28	23.66	8.55	24.41	7.57	21.64	6.76	19.30	-2.33
E:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B:	7.57	21.63	7.10	20.28	6.92	19.78	7.57	21.64	7.35	21.00	-0.63
	64.90		64.90		64.90		64.91		PTT	0.91	2.60
	35.10		35.10		35.10		35.10		Subv	12.29	35.10
											1.11
											2.04
											2.54
											1.11
											Mittlerer absoluter 3-Fehler
											0.76
											2.71
											3.31
											0.76
											Varianz

Tabelle 2

		Stand Alone- und Teilprojektkosten		Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:			
				Subventionssatz:		Absolut		%	
Ort:	Riesenstaldnerbach	S: Strasse	6.00	S: Strasse	4.41	S: Strasse	1.50	22.00	
Nr.:	2.00	D: Dorf	6.00	D: Dorf	4.41	D: Dorf	1.43	21.00	
		E: EMD	0.00	E: EMD	0.00	E: EMD	0.00	0.00	
Anzahl		B: SBB	6.00	B: SBB	4.41	B: SBB	1.31	19.30	
Partner:	3.00	S + D	6.00	S + D	4.41				
		S + B	6.00	S + B	4.41	PTT	0.18	2.60	
		D + B	6.00	D + B	4.41	Subvention	2.39	35.10	
		Gesamtprojekt	6.00	Gesamtprojekt	4.41				

Kern:	Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention	
	$y(S) + y(D) + y(B) \leq$	6.00	$y(S) + y(D) + y(B) \leq$	4.41
	$y(S) \leq$	6.00	$y(S) \leq$	4.41
	$y(D) \leq$	6.00	$y(D) \leq$	4.41
	$y(B) \leq$	6.00	$y(B) \leq$	4.41
	$y(S) + y(D) \leq$	6.00	$y(S) + y(D) \leq$	4.41
	$y(S) + y(B) \leq$	6.00	$y(S) + y(B) \leq$	4.41
	$y(D) + y(B) \leq$	6.00	$y(D) + y(B) \leq$	4.41

Interpretation A der Subvention																
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Subv.		Differenz der t-Belastung zur Praxis (D:Subv.+D)			
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	t + D in %		P	ACA	S	N
S:	2.27	33.33	2.27	33.33	2.27	33.33	2.27	33.34	1.50	22.00	56.10		-11.33	-11.33	-11.33	-11.34
D:	2.27	33.33	2.27	33.33	2.27	33.33	2.27	33.34	1.43	21.00			22.77	22.77	22.77	22.76
E:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
B:	2.27	33.33	2.27	33.33	2.27	33.33	2.27	33.34	1.31	19.30			-14.03	-14.03	-14.03	-14.04
	100.00		100.00		100.00		100.01		PTT	0.18	2.60		16.04	16.04	16.04	16.05
									Subv	2.39	35.10		23.81	23.81	23.81	23.77
																Mittlerer absoluter t-Fehler
																Varianz

Interpretation B der Subvention																
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Differenz der t-Belastung zur Praxis					
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	P	ACA	S	N		
S:	1.47	21.63	1.47	21.63	1.47	21.63	1.47	21.62	1.50	22.00	0.37	0.37	0.37	0.38		
D:	1.47	21.63	1.47	21.63	1.47	21.63	1.47	21.62	1.43	21.00	-0.63	-0.63	-0.63	-0.62		
E:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
B:	1.47	21.63	1.47	21.63	1.47	21.63	1.47	21.62	1.31	19.30	-2.33	-2.33	-2.33	-2.32		
	64.90		64.90		64.90		64.85		PTT	0.18	2.60	1.11	1.11	1.11	1.11	Mittlerer absoluter t-Fehler
Subv:	35.10		35.10		35.10		35.10		Subv	2.39	35.10	0.76	0.76	0.76	0.74	Varianz

Tabelle 3

Stand Alone- und Teilprojektkosten				Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:			
				Subventionssatz:		Absolut			
Ort:	Chilenbach	S: Strasse	0.00	S: Strasse	0.00	S: Strasse	0.00	0.00	
Nr.:	3.00	D: Dorf	4.17	D: Dorf	2.29	D: Dorf	1.13	27.00	
		E: EMD	4.17	E: EMD	2.29	E: EMD	0.11	2.70	
Anzahl		B: SBB	4.17	B: SBB	2.29	B: SBB	0.92	22.00	
Partner:	3.00	D + E	4.17	D + E	2.29	PTT	0.14	3.30	
		D + B	4.17	D + B	2.29	Subvention	1.88	45.00	
		E + B	4.17	E + B	2.29				
		Gesamtprojekt	4.17	Gesamtprojekt	2.29				

Kern:	Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention	
	y(D) + y(E) + y(B) ≤	4.17	y(D) + y(E) + y(B) ≤	2.29
	y(D) ≤	4.17	y(D) ≤	2.29
	y(E) ≤	4.17	y(E) ≤	2.29
	y(B) ≤	4.17	y(B) ≤	2.29
	y(D) + y(E) ≤	4.17	y(D) + y(E) ≤	2.29
	y(D) + y(B) ≤	4.17	y(D) + y(B) ≤	2.29
	y(E) + y(B) ≤	4.17	y(E) + y(B) ≤	2.29

Interpretation A der Subvention											
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Differenz der t-Beastung zur Praxis (D:Subv.+0))
	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t + D in t	
S:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	P
D:	1.39	33.33	1.39	33.33	1.39	33.33	1.39	33.33	1.13	27.00	ACA
E:	1.39	33.33	1.39	33.33	1.39	33.33	1.39	33.33	0.11	2.70	S
B:	1.39	33.33	1.39	33.33	1.39	33.33	1.39	33.33	0.92	22.00	N
	100.00		100.00		100.00		100.00		PTT	0.14	3.30
									Subv	1.88	45.00
											Mittlerer absoluter t-Fehler
											131.57
											131.57
											131.57
											131.57
											Varianz
Interpretation B der Subvention											
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Differenz der t-Beastung zur Praxis
	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	
S:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	P
D:	0.76	18.32	0.76	18.32	0.76	18.32	0.76	18.30	1.13	27.00	ACA
E:	0.76	18.32	0.76	18.32	0.76	18.32	0.76	18.30	0.11	2.70	S
B:	0.76	18.32	0.76	18.32	0.76	18.32	0.76	18.30	0.92	22.00	N
	54.97		54.97		54.97		54.89		PTT	0.14	3.30
	45.00		45.00		45.00		45.00		Subv	1.88	45.00
											Mittlerer absoluter t-Fehler
											24.01
											24.01
											24.01
											24.01
											Varianz

Tabelle 4

		Stand Alone- und Teilprojektkosten		Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:			
				Subventionsatz:		Absolut		%	
Ort:	Unterallpreuss	S: Strasse	1.00	S: Strasse	0.64	S: Strasse	0.20	20.00	
Nr.:	4.00	D: Dorf	1.00	D: Dorf	0.64	D: Dorf	0.19	19.40	
		E: EMD	1.00	E: EMD	0.64	E: EMD	0.04	4.40	
Anzahl		B: SBB	1.00	B: SBB	0.64	B: SBB	0.18	17.60	
Partner:	4.00	S + D	1.00	S + D	0.64				
		S + E	1.00	S + E	0.64	PTT	0.03	2.60	
		S + B	1.00	S + B	0.64	Subvention	0.36	36.00	
		D + E	1.00	D + E	0.64				
		D + B	1.00	D + B	0.64				
		E + B	1.00	E + B	0.64				
		S + D + E	1.00	S + D + E	0.64				
		S + D + B	1.00	S + D + B	0.64				
		S + E + B	1.00	S + E + B	0.64				
		D + E + B	1.00	D + E + B	0.64				
		Gesamtprojekt	1.00	Gesamtprojekt	0.64				
Kern:									
		Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention					
		$y(S) + y(D) + y(E) + y(B) \leq$		$y(S) + y(D) + y(E) + y(B) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(S) \leq$		$y(S) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(D) \leq$		$y(D) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(E) \leq$		$y(E) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(B) \leq$		$y(B) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(S) + y(D) \leq$		$y(S) + y(D) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(S) + y(E) \leq$		$y(S) + y(E) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(S) + y(B) \leq$		$y(S) + y(B) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(D) + y(E) \leq$		$y(D) + y(E) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(D) + y(B) \leq$		$y(D) + y(B) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(E) + y(B) \leq$		$y(E) + y(B) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(S) + y(D) + y(E) \leq$		$y(S) + y(D) + y(E) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(S) + y(D) + y(B) \leq$		$y(S) + y(D) + y(B) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(S) + y(E) + y(B) \leq$		$y(S) + y(E) + y(B) \leq$					
		1.00		0.64					
		$y(D) + y(E) + y(B) \leq$		$y(D) + y(E) + y(B) \leq$					
		1.00		0.64					
Interpretation A der Subvention									
	Proportional	ACA		Shapley		Nucleolus		Subv.	Differenz der t-Belastungen zur Praxis (D:Subv.+0)
	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t + D in t	P ACA S N
S:	0.25	25.00	0.25	25.00	0.25	25.00	0.20	20.00	-5.00 -5.00 -5.00 -5.00
D:	0.25	25.00	0.25	25.00	0.25	25.00	0.19	19.40	30.40 30.40 30.40 30.40
E:	0.25	25.00	0.25	25.00	0.25	25.00	0.04	4.40	-20.60 -20.60 -20.60 -20.60
B:	0.25	25.00	0.25	25.00	0.25	25.00	0.18	17.60	-7.40 -7.40 -7.40 -7.40
	100.00		100.00		100.00		100.00	PTT 0.03 2.60	15.85 15.85 15.85 15.85
								Subv 0.36 36.00	105.85 105.85 105.85 105.85
Interpretation B der Subvention									
	Proportional	ACA		Shapley		Nucleolus			Differenz der t-Belastungen zur Praxis
	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	P ACA S N
S:	0.16	16.00	0.16	16.00	0.16	16.00	0.20	20.00	4.00 4.00 4.00 4.00
D:	0.16	16.00	0.16	16.00	0.16	16.00	0.19	19.40	3.40 3.40 3.40 3.40
E:	0.16	16.00	0.16	16.00	0.16	16.00	0.04	4.40	-11.60 -11.60 -11.60 -11.60
B:	0.16	16.00	0.16	16.00	0.16	16.00	0.18	17.60	1.60 1.60 1.60 1.60
	64.00		64.00		64.00		64.00	PTT 0.03 2.60	5.15 5.15 5.15 5.15
	36.00		36.00		36.00		36.00	Subv 0.36 36.00	14.65 14.65 14.65 14.65
5.15 5.15 5.15 5.15 Mittlerer absoluter t-Fehler									
14.65 14.65 14.65 14.65 Varianz									

Tabelle 5

Stand Alone- und Teilprojektkosten				Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:			
				Subventionssatz:		Absolut			
Ort:	Gotthardreuss	S: Strasse	0.00	S: Strasse	45.00	S: Strasse	0.00	0.00	
Nr.:	5.00	D: Dorf	0.50	D: Dorf	0.28	D: Dorf	0.03	5.00	
		E: EMD	0.50	E: EMD	0.28	E: EMD	0.12	24.70	
Anzahl:		B: SBB	0.50	B: SBB	0.28	B: SBB	0.11	22.00	
Partner:	3.00	D + E	0.50	D + E	0.28				
		D + B	0.50	D + B	0.28	PTT	0.02	3.30	
		E + B	0.50	E + B	0.28	Subvention	0.23	45.00	
		Gesamtprojekt	0.50	Gesamtprojekt	0.28				

Kern:	Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention	
	$y(D) + y(E) + y(B) \leq$	0.50	$y(D) + y(E) + y(B) \leq$	0.28
	$y(D) \leq$	0.50	$y(D) \leq$	0.28
	$y(E) \leq$	0.50	$y(E) \leq$	0.28
	$y(B) \leq$	0.50	$y(B) \leq$	0.28
	$y(D) + y(E) \leq$	0.50	$y(D) + y(E) \leq$	0.28
	$y(D) + y(B) \leq$	0.50	$y(D) + y(B) \leq$	0.28
	$y(E) + y(B) \leq$	0.50	$y(E) + y(B) \leq$	0.28

Interpretation A der Subvention														
Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Subv.	Differenz der 4-Belastungen zur Praxis (D:Subv.+B)			
Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	+ D in %				
S:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	P	ACA	S	N
D:	0.17	33.33	0.17	33.33	0.17	33.33	0.17	33.34	0.03	5.00	16.67	16.67	16.67	16.66
E:	0.17	33.33	0.17	33.33	0.17	33.33	0.17	33.34	0.12	24.70	-8.63	-8.63	-8.63	-8.64
B:	0.17	33.33	0.17	33.33	0.17	33.33	0.17	33.34	0.11	22.00	-11.33	-11.33	-11.33	-11.34
	100.00		100.00		100.00		100.02		PTT	0.02	12.21	12.21	12.21	12.21
									Subv	0.23	11.14	11.14	11.14	11.10
														Varianz

Interpretation B der Subvention														
Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Differenz der 4-Belastungen zur Praxis				
Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	P	ACA	S	N	
S:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
D:	0.09	18.33	0.09	18.33	0.09	18.33	0.09	18.60	0.03	5.00	-13.33	-13.33	-13.33	
E:	0.09	18.33	0.09	18.33	0.09	18.33	0.09	18.60	0.12	24.70	6.37	6.37	6.10	
B:	0.09	18.33	0.09	18.33	0.09	18.33	0.09	18.60	0.11	22.00	3.67	3.67	3.40	
	55.00		55.00		55.00		55.00		PTT	0.02	7.79	7.79	7.70	
	45.00		45.00		45.00		45.00		Subv	0.23	16.59	16.59	16.59	
													18.62	
														Varianz

Tabelle 6

		Stand Alone- und Teilprojektkosten		Subventionierte Kosten	36.9	Tatsächliche Kostenaufteilung:	
				Subventionsatz:		Absolut	% E
Ort:	Schächental	S: Strasse	40.00	S: Strasse	25.24	S: Strasse	7.20 18.00
Mr.:	6.00	D: Dorf	40.00	D: Dorf	25.24	D: Dorf	6.84 17.10
		E: EMD	40.00	E: EMD	25.24	E: EMD	6.68 16.70
Anzahl:		B: SBB	40.00	B: SBB	25.24	B: SBB	3.44 8.60
Partner:	4.00	S + D	40.00	S + D	25.24		
		S + E	40.00	S + E	25.24	PTT	1.08 2.70
		S + B	40.00	S + B	25.24	Subvention	14.76 36.90
		D + E	40.00	D + E	25.24		
		D + B	40.00	D + B	25.24		
		E + B	40.00	E + B	25.24		
		S + D + E	40.00	S + D + E	25.24		
		S + D + B	40.00	S + D + B	25.24		
		S + E + B	40.00	S + E + B	25.24		
		D + E + B	40.00	D + E + B	25.24		
		Gesamtprojekt	40.00	Gesamtprojekt:	25.24		
Kern:		Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention			
		$y(S) + y(D) + y(E) + y(B) \leq 40.00$		$y(S) + y(D) + y(E) + y(B) \leq 25.24$			
		$y(S) \leq 18.00$		$y(S) \leq 25.24$			
		$y(D) \leq 40.00$		$y(D) \leq 25.24$			
		$y(E) \leq 40.00$		$y(E) \leq 25.24$			
		$y(B) \leq 40.00$		$y(B) \leq 25.24$			
		$y(S) + y(D) \leq 40.00$		$y(S) + y(D) \leq 25.24$			
		$y(S) + y(E) \leq 40.00$		$y(S) + y(E) \leq 25.24$			
		$y(S) + y(B) \leq 40.00$		$y(S) + y(B) \leq 25.24$			
		$y(D) + y(E) \leq 40.00$		$y(D) + y(E) \leq 25.24$			
		$y(D) + y(B) \leq 40.00$		$y(D) + y(B) \leq 25.24$			
		$y(E) + y(B) \leq 40.00$		$y(E) + y(B) \leq 25.24$			
		$y(S) + y(D) + y(E) \leq 40.00$		$y(S) + y(D) + y(E) \leq 25.24$			
		$y(S) + y(D) + y(B) \leq 40.00$		$y(S) + y(D) + y(B) \leq 25.24$			
		$y(S) + y(E) + y(B) \leq 40.00$		$y(S) + y(E) + y(B) \leq 25.24$			
		$y(D) + y(E) + y(B) \leq 40.00$		$y(D) + y(E) + y(B) \leq 25.24$			
Interpretation A der Subvention							
S:	Proportional	ACA	Shapley	Nucleolus	Praxis	Subv.	Differenz der t-Beastung zur Praxis (D:Subv.+0)
	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t + D in t	P ACA S N
	10.00	25.00	10.00	25.00	7.20	18.00	-7.00 -7.00 -7.00 -7.00
	10.00	25.00	10.00	25.00	6.84	17.10	29.00 29.00 29.00 29.00
	10.00	25.00	10.00	25.00	6.68	16.70	-8.30 -8.30 -8.30 -8.30
B:	10.00	25.00	10.00	25.00	3.44	8.60	-16.40 -16.40 -16.40 -16.40
	100.00	100.00	100.00	100.00	PTT	1.08 2.70	15.18 15.18 15.18 15.18 Mittlerer absoluter t-fehler
					Subv	14.76 36.90	76.68 76.68 76.68 76.68 Varianz
Interpretation B der Subvention							
S:	Proportional	ACA	Shapley	Nucleolus	Praxis		Differenz der t-Beastung zur Praxis
	Absolut	t	Absolut	t	Absolut	t	P ACA S N
	6.31	15.78	6.31	15.78	7.20	18.00	2.22 2.22 2.23 2.23
	6.31	15.78	6.31	15.78	6.84	17.10	1.32 1.32 1.32 1.33
	6.31	15.78	6.31	15.78	6.68	16.70	0.92 0.92 0.93 0.93
B:	6.31	15.78	6.31	15.78	3.44	8.60	-7.18 -7.18 -7.18 -7.18
	63.10	63.10	63.10	63.10	PTT	1.08 2.70	2.91 2.91 2.91 2.91 Mittlerer absoluter t-fehler
Sub:	36.90	36.90	36.90	36.90	Subv	14.76 36.90	6.28 6.28 6.28 6.28 Varianz

Tabelle 7

Stand Alone- und Teilprojektkosten				Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:			
				Subventionssatz:		Absolut			
						%			
Ort:	Kummetbach	S: Strasse	7.00	S: Strasse	4.23	S: Strasse	1.80	12.00	
Nr.:	7.00	D: Dorf	15.00	D: Dorf	9.06	D: Dorf	4.58	30.50	
		E: EMD	7.00	E: EMD	4.23	E: EMD	1.16	7.70	
Anzahl:		B: SOB	7.00	B: SOB	4.23	B: SOB	1.10	7.30	
Partner:	4.00	S + D	15.00	S + D	9.06				
		S + E	7.00	S + E	4.23	PTT	0.44	2.90	
		S + B	7.00	S + B	4.23	Subvention	5.94	39.60	
		D + E	15.00	D + E	9.06				
		D + B	15.00	D + B	9.06				
		E + B	7.00	E + B	4.23				
		S + D + E	15.00	S + D + E	9.06				
		S + D + B	15.00	S + D + B	9.06				
		S + E + B	7.00	S + E + B	4.23				
		D + E + B	15.00	D + E + B	9.06				
		Gesamtprojekt	15.00	Gesamtprojekt	9.06				

Kern:	Interpretation A der Subvention	Interpretation B der Subvention
	$y(S) + y(D) + y(E) + y(B) \leq 15.00$	$y(S) + y(D) + y(E) + y(B) \leq 9.06$
	$y(S) \leq 7.00$	$y(S) \leq 4.23$
	$y(D) \leq 15.00$	$y(D) \leq 9.06$
	$y(E) \leq 7.00$	$y(E) \leq 4.23$
	$y(B) \leq 7.00$	$y(B) \leq 4.23$
	$y(S) + y(D) \leq 15.00$	$y(S) + y(D) \leq 9.06$
	$y(S) + y(E) \leq 7.00$	$y(S) + y(E) \leq 4.23$
	$y(S) + y(B) \leq 7.00$	$y(S) + y(B) \leq 4.23$
	$y(D) + y(E) \leq 15.00$	$y(D) + y(E) \leq 9.06$
	$y(D) + y(B) \leq 15.00$	$y(D) + y(B) \leq 9.06$
	$y(E) + y(B) \leq 7.00$	$y(E) + y(B) \leq 4.23$
	$y(S) + y(D) + y(E) \leq 15.00$	$y(S) + y(D) + y(E) \leq 9.06$
	$y(S) + y(D) + y(B) \leq 15.00$	$y(S) + y(D) + y(B) \leq 9.06$
	$y(S) + y(E) + y(B) \leq 7.00$	$y(S) + y(E) + y(B) \leq 4.23$
	$y(D) + y(E) + y(B) \leq 15.00$	$y(D) + y(E) + y(B) \leq 9.06$

Interpretation A der Subvention																
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis	Subv.	Differenz der 3-Belastung zur Praxis (D:Subv.+0)					
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%								
S:	1.75	11.67	1.75	11.67	1.75	11.67	1.75	11.67	1.80	12.00	0.33	0.33	0.33	0.33		
D:	9.75	65.00	9.75	65.00	9.75	65.00	9.75	65.00	4.58	30.50	5.10	5.10	5.10	5.10		
E:	1.75	11.67	1.75	11.67	1.75	11.67	1.75	11.67	1.16	7.70	-3.97	-3.97	-3.97	-3.97		
B:	1.75	11.67	1.75	11.67	1.75	11.67	1.75	11.67	1.10	7.30	-4.37	-4.37	-4.37	-4.37		
	100.00		100.00		100.00		100.00		PTT	0.44	2.90	3.44	3.44	3.44	3.44	Mittlerer absoluter 3-Fehler
									Subv	5.94	39.60	3.39	3.39	3.39	3.39	Varianz

Interpretation B der Subvention																
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis	Differenz der 3-Belastung zur Praxis						
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%								
S:	1.06	7.05	1.06	7.05	1.06	7.05	1.06	7.05	1.80	12.00	4.95	4.95	4.95	4.95		
D:	5.89	39.26	5.89	39.26	5.89	39.26	5.89	39.25	4.58	30.50	-8.76	-8.76	-8.76	-8.75		
E:	1.06	7.05	1.06	7.05	1.06	7.05	1.06	7.05	1.16	7.70	0.65	0.65	0.65	0.65		
B:	1.06	7.05	1.06	7.05	1.06	7.05	1.06	7.05	1.10	7.30	0.25	0.25	0.25	0.25		
	60.40		60.40		60.40		60.39		PTT	0.44	2.90	3.66	3.66	3.66	3.65	Mittlerer absoluter 3-Fehler
Subv:	39.60		39.60		39.60		39.60		Subv	5.94	39.60	12.08	12.08	12.08	12.05	Varianz

Tabelle 8

		Stand Alone- und Teilprojektkosten		Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:	
				Subventionssatz:		Absolut	
Ort:	Schiffenbach	S: Strasse	2.10	S: Strasse	1.34	S: Strasse	0.42 20.00
Nr.:	8.00	D: Dorf	2.10	D: Dorf	1.34	D: Dorf	0.33 15.00
		E: EMD	0.15	E: EMD	0.10	E: EMD	0.09 4.40
Anzahl:		B: SDB	2.10	B: SDB	1.34	B: SDB	0.44 21.10
Partner:	4.00	S + D	2.10	S + D	1.34		
		S + E	2.10	S + E	1.34	PIT	0.06 2.70
		S + B	2.10	S + B	1.34	Subvention	0.76 36.00
		D + E	2.10	D + E	1.34		
		D + B	2.10	D + B	1.34		
		E + B	2.10	E + B	1.34		
		S + D + E	2.10	S + D + E	1.34		
		S + D + B	2.10	S + D + B	1.34		
		S + E + B	2.10	S + E + B	1.34		
		D + E + B	2.10	D + E + B	1.34		
		Gesamtprojekt	2.10	Gesamtprojekt	1.34		
Kern:		Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention			
		$y(S) + y(D) + y(E) + y(B) \leq$	2.10	$y(S) + y(D) + y(E) + y(B) \leq$	1.34		
		$y(S) \leq$	2.10	$y(S) \leq$	1.34		
		$y(D) \leq$	2.10	$y(D) \leq$	1.34		
		$y(E) \leq$	0.15	$y(E) \leq$	0.10		
		$y(B) \leq$	2.10	$y(B) \leq$	1.34		
		$y(S) + y(D) \leq$	2.10	$y(S) + y(D) \leq$	1.34		
		$y(S) + y(E) \leq$	2.10	$y(S) + y(E) \leq$	1.34		
		$y(S) + y(B) \leq$	2.10	$y(S) + y(B) \leq$	1.34		
		$y(D) + y(E) \leq$	2.10	$y(D) + y(E) \leq$	1.34		
		$y(D) + y(B) \leq$	2.10	$y(D) + y(B) \leq$	1.34		
		$y(E) + y(B) \leq$	2.10	$y(E) + y(B) \leq$	1.34		
		$y(S) + y(D) + y(E) \leq$	2.10	$y(S) + y(D) + y(E) \leq$	1.34		
		$y(S) + y(D) + y(B) \leq$	2.10	$y(S) + y(D) + y(B) \leq$	1.34		
		$y(S) + y(E) + y(B) \leq$	2.10	$y(S) + y(E) + y(B) \leq$	1.34		
		$y(D) + y(E) + y(B) \leq$	2.10	$y(D) + y(E) + y(B) \leq$	1.34		
Interpretation A der Subvention		Proportional		ACA		Shapley	
		Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%
S:		0.53	25.00	0.68	32.56	0.69	32.74
D:		0.53	25.00	0.68	32.56	0.69	32.74
E:		0.53	25.00	0.05	2.33	0.04	1.79
B:		0.53	25.00	0.68	32.56	0.69	32.74
		100.00		100.00		100.00	
Interpretation B der Subvention		Proportional		ACA		Shapley	
		Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%
S:		0.34	16.00	0.44	20.84	0.44	20.94
D:		0.34	16.00	0.44	20.84	0.44	20.94
E:		0.34	16.00	0.03	1.49	0.03	1.19
B:		0.34	16.00	0.44	20.84	0.44	20.94
		64.00		64.00		64.00	
Subv:		36.00		36.00		36.00	
		Nucleolus		Praxis		Differenz der %-Belastung zur Praxis	
		Absolut	%	Absolut	%	P	ACA
S:		0.68	32.14	0.42	20.00	-5.00	-12.56
D:		0.68	32.14	0.33	15.80	-26.80	-19.24
E:		0.08	3.60	0.09	4.40	-20.60	-2.07
B:		0.68	32.14	0.44	21.10	-3.90	-11.64
		100.02		100.00		14.08	11.33
PIT		0.06	2.70			11.51	10.91
Subv		0.76	36.00			45.04	45.04
		Nucleolus		Praxis		Differenz der %-Belastung zur Praxis	
		Absolut	%	Absolut	%	P	ACA
S:		0.43	20.48	0.42	20.00	4.00	-0.94
D:		0.43	20.48	0.33	15.80	-0.20	-5.04
E:		0.05	2.38	0.09	4.40	-11.60	-2.91
B:		0.43	20.48	0.44	21.10	5.10	0.26
		63.81		64.00		2.26	2.36
PIT		0.06	2.70			1.95	1.95
Subv		0.76	36.00			3.82	2.84
		Nucleolus		Praxis		Differenz der %-Belastung zur Praxis	
		Absolut	%	Absolut	%	P	ACA
S:		0.42	20.00	0.42	20.00	0.00	-0.94
D:		0.33	15.80	0.33	15.80	-0.20	-5.04
E:		0.09	4.40	0.09	4.40	-11.60	-2.91
B:		0.44	21.10	0.44	21.10	5.10	0.26
		100.00		100.00		2.26	2.36
PIT		0.06	2.70			1.95	1.95
Subv		0.76	36.00			3.82	2.84

Tabelle 9

		Stand Alone- und Teilprojektkosten		Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:	
				Subventionssatz: 36,90		Absolut %	
Ort:	Oefibach	S: Strasse	0.50	S: Strasse	0.32	S: Strasse	0.40 18.00
Nr.:	9.00	D: Dorf	2.20	D: Dorf	1.39	D: Dorf	0.40 18.00
		E: EMD	0.00	E: EMD	0.00	E: EMD	0.00 0.00
Anzahl:		B: SSB	2.20	B: SSB	1.39	B: SSB	0.54 24.40
Partner:	3.00	S + D	2.20	S + D	1.39		
		S + B	2.20	S + B	1.39	PTT	0.06 2.70
		D + B	2.20	D + B	1.39	Subvention	0.81 36.90
		Gesamtprojekt	2.20	Gesamtprojekt	1.39		

Kern:	Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention	
	y(S) + y(D) + y(B) ≤	2.10	y(S) + y(D) + y(B) ≤	1.39
	y(S) ≤	0.50	y(S) ≤	0.32
	y(D) ≤	2.20	y(D) ≤	1.39
	y(B) ≤	2.20	y(B) ≤	1.39
	y(S) + y(D) ≤	2.20	y(S) + y(D) ≤	1.39
	y(S) + y(B) ≤	2.20	y(S) + y(B) ≤	1.39
	y(D) + y(B) ≤	2.20	y(D) + y(B) ≤	1.39

Interpretation A der Subvention									
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Differenz der 3-Bebelastung zur Praxis (D:Subv.+0)
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	
S:	0.73	33.33	0.22	10.20	0.17	7.58	0.25	11.36	54.90
D:	0.73	33.33	0.99	44.90	1.02	46.21	0.90	44.32	
E:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
B:	0.73	33.33	0.99	44.90	1.02	46.21	0.90	44.32	
	100.00		100.00		100.00		100.00		
							PTT	0.06 2.70	15.28 12.77 13.64 12.38
							Subv	0.81 36.90	26.60 30.71 33.88 31.02
									N Mittlerer absoluter 3-Fehler Varianz

Interpretation B der Subvention									
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Differenz der 3-Bebelastung zur Praxis
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	
S:	0.46	21.03	0.14	6.44	0.11	4.78	0.16	7.27	54.90
D:	0.46	21.03	0.62	28.33	0.64	29.16	0.62	27.95	
E:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
B:	0.46	21.03	0.62	28.33	0.64	29.16	0.62	27.95	
	63.10		63.10		63.10		63.10		
	36.90		36.90		36.90		36.90		PTT 0.06 2.70
							Subv	0.81 36.90	0.02 11.19 12.97 10.33
									N Mittlerer absoluter 3-Fehler Varianz

		Stand Alone- und Teilprojektkosten		Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:	
				Subventionssatz:		Absolut: %	
Ort:	Palanggenbach	S: Strasse	10.00	S: Strasse	6.58	S: Strasse	2.40 24.00
Mr.:	10.00	D: Dorf	10.00	D: Dorf	6.58	D: Dorf	3.30 33.00
		E: EMD	0.30	E: EMD	0.20	E: EMD	0.63 6.30
Anzahl		B: SOB	0.00	B: SOB	0.00	B: SOB	0.00 0.00
Partner:	3.00	S + D	10.00	S + D	6.58		
		S + E	10.00	S + E	6.58	PTT	0.25 2.50
		D + E	10.00	D + E	6.58	Subvention	3.42 34.20
		Gesamtprojekt	10.00	Gesamtprojekt	6.58		

Kern:		Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention	
		$y(S) + y(B) + y(E) \leq$	10.00	$y(S) + y(D) + y(B) \leq$	6.58
		$y(S) \leq$	10.00	$y(S) \leq$	6.58
		$y(D) \leq$	10.00	$y(D) \leq$	6.58
		$y(E) \leq$	0.30	$y(E) \leq$	0.20
		$y(S) + y(B) \leq$	10.00	$y(S) + y(D) \leq$	6.58
		$y(S) + y(E) \leq$	10.00	$y(S) + y(E) \leq$	6.58
		$y(D) + y(E) \leq$	10.00	$y(D) + y(E) \leq$	6.58

Interpretation A der Subvention															
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Subv.	Differenz der %-Belastung der Praxis (D:Subv.-D)			
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	% in %	P	ACA	S	N
S:	3.33	33.33	4.93	49.26	4.95	49.50	4.93	49.25	2.40	24.00		-9.33	-25.26	-25.50	-25.25
D:	3.33	33.33	4.93	49.26	4.95	49.50	4.93	49.25	3.30	33.00	67.20	33.87	17.94	17.70	17.95
E:	3.33	33.33	0.15	1.48	0.10	1.00	0.15	1.50	0.63	6.30		-27.03	4.82	5.30	4.80
B:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
	100.00		100.00		100.00		100.00		PTT	0.25	2.50	23.41	16.01	16.17	16.00
									Subv	3.42	34.20	106.87	71.49	69.18	71.60
												Mittlerer absoluter %-Fehler			
												Varianz			
Interpretation B der Subvention															
	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis			Differenz der %-Belastung der Praxis			
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%		P	ACA	S	N
S:	2.19	21.93	3.24	32.41	3.26	32.57	3.24	32.40	2.40	24.00		2.07	-8.41	-8.57	-8.40
D:	2.19	21.93	3.24	32.41	3.26	32.57	3.24	32.40	3.30	33.00		11.07	0.59	0.43	0.60
E:	2.19	21.93	0.10	0.97	0.07	0.66	0.10	1.00	0.63	6.30		-15.63	5.33	5.64	5.30
B:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
	65.80		65.80		65.80		65.80		PTT	0.25	2.50	9.59	4.78	4.88	4.77
Subv:	34.20		34.20		34.20		34.20		Subv	3.42	34.20	31.77	10.36	11.34	10.26
												Mittlerer absoluter %-Fehler			
												Varianz			

Tabelle 11

		Stand Alone- und Teilprojektkosten		Subventionierte Kosten		Tatsächliche Kostenaufteilung:			
				Subventionssatz:		Absolut			
Ort:	Selderbach	S: Strasse	0.00	S: Strasse	45.00	S: Strasse	0.00	0.00	
Nr.:	11.00	D: Dorf	2.00	D: Dorf	1.10	D: Dorf	0.54	27.00	
		E: EMD	0.20	E: EMD	0.11	E: EMD	0.05	2.70	
Anzahl		B: SSB	2.00	B: SSB	1.10	B: SSB	0.44	22.00	
Partner:	3.00	D + E	2.00	D + E	1.10				
		D + B	2.00	D + B	1.10	PTT	0.07	3.30	
		E + B	2.00	E + B	1.10	Subvention	0.90	45.00	
		Gesamtprojekt	2.00	Gesamtprojekt	1.10				

Kern:	Interpretation A der Subvention		Interpretation B der Subvention	
	Absolut	%	Absolut	%
$y(D) + y(E) + y(B) \leq$	2.00		$y(D) + y(E) + y(B) \leq$	1.10
$y(D) \leq$	2.00		$y(D) \leq$	1.10
$y(E) \leq$	0.20		$y(E) \leq$	0.11
$y(B) \leq$	2.00		$y(B) \leq$	1.10
$y(D) + y(E) \leq$	2.00		$y(D) + y(E) \leq$	1.10
$y(D) + y(B) \leq$	2.00		$y(D) + y(B) \leq$	1.10
$y(E) + y(B) \leq$	2.00		$y(E) + y(B) \leq$	1.10

Interpretation A der Subvention

	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Subv.	Differenz der %-Belastung zur Praxis (D=Subv.-0)			
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%		P	ACA	S	N
S:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
D:	0.67	33.33	0.95	47.62	0.97	48.33	0.95	47.50	0.54	27.00	72.00	38.67	24.38	23.67	24.50
E:	0.67	33.33	0.10	4.76	0.07	3.33	0.10	5.00	0.05	2.70		-30.63	-2.06	-0.63	-2.30
B:	0.67	33.33	0.95	47.62	0.97	48.33	0.95	47.50	0.44	22.00		-11.33	-25.62	-26.33	-25.50
	100.00		100.00		100.00		100.00		PTT	0.07	3.30	26.88	17.35	16.88	17.43
									Subv	0.90	45.00	131.57	117.18	133.13	114.68
															Mittlerer absoluter %-Fehler

Interpretation B der Subvention

	Proportional		ACA		Shapley		Nucleolus		Praxis		Subv.	Differenz der %-Belastung zur Praxis			
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%		P	ACA	S	N
S:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
D:	0.37	18.33	0.52	26.19	0.53	26.58	0.52	26.10	0.54	27.00		8.67	0.81	0.42	0.90
E:	0.37	18.33	0.05	2.42	0.04	1.83	0.06	2.75	0.05	2.70		-15.63	0.08	0.87	-0.05
B:	0.37	18.33	0.52	26.19	0.53	26.58	0.52	26.10	0.44	22.00		3.67	-4.19	-4.58	-4.10
	55.00		55.00		55.00		54.95		PTT	0.07	3.30	9.32	1.69	1.96	1.68
Subv:	45.00		45.00		45.00		45.00		Subv	0.90	45.00	24.00	3.21	3.49	3.04
															Mittlerer absoluter %-Fehler
															Varianz

Literaturverzeichnis

- Clark, J.M.* (1923): *Studies in the Economics of Overhead Costs*. Chicago, University of Chicago Press.
- Faulhaber, G.R.* (1975): Cross-Subsidization. Pricing in Public Enterprises. *American Economic Review* 65, 966–977.
- Gately, D.* (1974): Sharing the Gains from Regional Corporation. A Game Theoretic Application to Planning Investments in Electric Power. *International Economic Review* 15, N°. 1, 195–208.
- Hamlen, S./Hamlen W.A./Tschirhart, J.T.* (1977): The Use of Core Theory in Evaluating Joint Cost Allocation Schemes, *The Accounting Review* LII, N°. 3, 616–627.
- Loehman, E./Whinston, A.* (1971): A New Theory of Pricing and Decisions Making in Public Investments. *Bell Journal of Economics*, 606–628.
- Lindahl, E.* (1923): Just Taxation – A Positive Solution. In: Musgrave and Peacock (eds.), *Classics in the Theory of Public Finance*, New York 1967, 168–176.
- Ransmeier, J.S.* (1942): *The Tennessee Valley Authority. A Case Study in the Economics of Multiple Purpose stream Planning*. Vanderbilt University Press.
- Rawls, J.* (1971): *A Theory of Justice*. Cambridge Mass., Harvard University Press.
- Segal, D.* (1970): On Making Customs Unions Fair. An East African Example. *Yale Economic Essays* X, Fall 1970, 115–160.
- Shapley, L.* (1953): A Value for a n-person Game. In: *Kuhn and Tucker* (1953), *Contributions to the Theory of Games II*, Princeton, 307–317.
- Shapley, L.S.* (1971): Cores of Convex Games. *International Journal of Game Theory* I, 11–26.
- Sharkey, W.W.* (1982): Suggestions for a Game theoretic Approach to Public Utility Pricing and Cost Allocation. *Bell Journal of Economics*, 57–68.
- Schmeidler, D.* (1969): The Nucleolus of a Characteristic Function Game. *SIAM J. Appl. Math.* 17, N°. 6, 1163–1170.
- Straffin, P.D./Heaney, J.P.* (1981): Game Theory and the Tennessee Valley Authority. *International Journal of the Game Theory* 10, 35–43.
- Williams, M.A.* (1983): *The Separable Cost Remaining Benefit Overhead Cost Allocation Method. A Game Theoretic Perspective*. U.S. Departement of Justice, D.P., Washington D.C.

Zusammenfassung

Kostenaufteilung bei Mehrzweckprojekten

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist das Problem, in 11 verschiedenen Orten des Kantons Uri über den Bau und die Finanzierung von Hochwasserschutzprojekten zu entscheiden. An jedem Ort soll die Bahn, die Strasse und das angrenzende Dorf geschützt werden. Zunächst werden traditionelle Aufteilungsregeln auf der Basis von Overhead-Kosten vorgestellt. Danach werden das Effizienzkriterium und zwei unterschiedliche Gerechtigkeitskonzepte dargelegt. Es kann gezeigt werden, dass bei hinreichend grossen Verbundvorteilen der Zusammenarbeit der Trade-off zwischen Effizienz und Gerechtigkeit verschwindet. Anhand der geschätzten Kostendaten werden die stabilen und fairen Kostenaufteilungen berechnet, sowie untersucht, ob die tatsächlich ausgehandelten Kostenaufteilungen durch Stabilität und ein Gerechtigkeitskriterium erklärt werden können.

Résumé

Répartition des coûts dans les projets multiples

Le point de départ de ce travail est le problème du choix à faire dans la réalisation et le financement de projets de protection contre les inondations en 11 points différents du canton d'Uri. A chaque endroit il faut protéger la voie ferrée, la route et le village limitrophe. Avant tout, les règles traditionnelles de répartition sont présentées sur la base de coûts indirectes. Ensuite, on présente le critère d'efficacité ainsi que deux concepts différents d'équité. Il peut être démontré qu'en présence d'avantages suffisamment importants dus à la coopération, l'argumentation entre efficacité et équité s'élimine. A partir des coûts estimés, les répartitions de coûts stables et équitables sont calculés, et l'on étudie si les répartitions de coûts réellement négociés peuvent être explicitées par la stabilité et un critère d'équité.

Summary

Fair and Efficient Cost Allocations of Multipurpose Projects – Theory and Empirical Tests

The basis for this paper are the problems connected with deciding on construction and financing of facilities for protection against flooding. In every case the railways, the roads as well as the neighboring village are to be protected. First, traditional rules for the allocation of costs based on overhead costs are introduced. Then the criteria of efficiency plus two different concepts of fairness are modelled. It can be shown that if economies of scope in the cooperation between different partners are sufficiently large, the normal trade off between efficiency and fairness disappears. Using estimated cost data the stable allocations of costs are calculated. Then the question is investigated whether the actual allocations of costs can be explained by stability and a criterion of fairness.