

Ermittlung der Wegekosten für ein Skigebiet

Entgeltberechnung für Verkehrsinfrastruktur

VON DIPL. WI.-ING. ANSELM OTT,¹
DIPL. PHYS. GERNOT LIEDTKE² UND
DIPL. WI.-ING. DAVID SCHMEDDING³
Institut IWW, Universität Karlsruhe (TH)

Mit der Einführung der Lkw Maut werden zum ersten Mal nutzerspezifische Entgelte für die Benutzung eines großen Teils der Verkehrsinfrastruktur in Deutschland erhoben. Ganz neu ist die Bepreisung von Verkehrswegen nicht. Bereits seit mehreren hundert Jahren gibt es verschiedene Versuche, die Kosten einer Infrastruktureinrichtung und - wenn möglich - diverse Aufschläge zur Verbesserung der Einnahmesituation von verschiedenen Nutzern zu verlangen. Ein Beispiel hierfür sind Abgaben für Brücken, Tunnel und Passstraßen. Im Unterschied dazu ist es bis heute in den meisten Fällen / Staaten üblich, Verkehrsinfrastruktur vorwiegend durch die Allgemeinheit, das heißt über Steuermittel zu finanzieren. Diese Form der Finanzierung berücksichtigt in der Hauptsache nicht die unterschiedliche Beanspruchung der Infrastruktur durch den einzelnen Nutzer bzw. durch Nutzergruppen.

Im Allgemeinen beschreibt die Wegekostenrechnung die Ermittlung der kompletten Kosten der für den Verkehrsbetrieb notwendigen Infrastruktur und die Verteilung der Kosten auf die Nutzer. Wegweisend für die heute angewendete Methodik war hierbei eine Veröffentlichung von Hotelling [1] aus dem Jahre 1938.

In Europa wurde der Gedanke einer fairen Behandlung der Nutzer in einem aktuelleren Kontext erst wieder in den 60er Jahren angewandt. Für die Europäische Gemeinschaft wurde im Jahr 1965 von den Wissenschaftlern Allais⁴, del Viscovo, la Vi-

nelle, Ort und Seidenfus [2] eine umfassende Studie zu den Kosten im Verkehrsbereich und deren Übernahme durch die jeweiligen Verkehrsträger erstellt. Der Begriff der Wegekosten wurde in Deutschland durch den im Jahr 1969 erschienenen "Bericht über die Kosten der Wege des Eisenbahn-, Straßen- und Binnenschiffsverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland" geprägt. Der Auftraggeber war hierbei das Bundesministerium für Verkehr [3]. Im Anschluss daran wurden im mehrjährigen Abstand die Berechnungen der Kosten des Verkehrs durch das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) wiederholt.

Einen entscheidenden Auftrieb erfuhr die Wegekostenrechnung zuletzt durch die Vorbereitungen zur Einführung der Lkw-Maut in Deutschland. Dabei erhielt das Konsortium Prognos/IWW einen umfassenden Auftrag [4] zur Berechnung der vollständigen tatsächlichen Kosten des Straßenverkehrs und zur Erstellung einer Methodik für eine gerechte Verteilung auf verschiedene Nutzergruppen. Die Ergebnisse bildeten die Grundlage zur Festlegung der endgültigen Höhe der entfernungsabhängigen Maut für schwere Netzfahrzeuge. Im Anschluss daran wurde die Methodik weiterentwickelt und auch im Schienen- und Luftverkehr [5, 6] angewendet.

Im vorliegenden Aufsatz soll nun untersucht werden, wieweit sich die Methodik auch außerhalb des traditionellen Verkehrsbereiches (Straße, Schiene, Luftverkehr, Wasserstraße) einsetzen lässt. Ausgewählt wurde hierbei ein fiktives Wintersportgebiet, in dem die Kosten der Vorhaltung und des Betriebs von Pisten und Lifтанlagen mit der vorliegenden Methodik für die einzelnen Nutzergruppen ermittelt werden sollen.

Die Methodik der Wegekostenrechnung

Grundsätzlich soll eine Wegekostenrechnung alle Kosten, die bei Infrastruktureinrichtungen anfallen sowie die zur Sicherstellung der Mobilität benötigt werden, berücksichtigt. Für die Straße heißt dies, dass alle Straßen, Kreuzungen, Lichtsignalanlagen (Ampeln), etc. in die Berechnungen aufgenommen werden, jedoch keine Rastanlagen, da diese nicht unbedingt für den Verkehr benötigt werden. In einem zweiten Schritt werden die ermittelten Kosten möglichst gerecht auf die verschiedenen Nutzergruppen verteilen.

Zu Anfang werden für alle Bauelemente die anfallenden Kosten ermittelt. Diese unterscheiden sich in laufende Kosten und Kapitalkosten.

Die laufenden Kosten umfassen Ausgaben, deren zeitlicher Bezug maximal zwei Jahre umfasst. Hierunter fallen im Verkehrswesen die ständig anfallenden Kosten von Erhaltungsmaßnahmen zur Gewährleistung eines sicheren und reibungslosen Betriebs, Aufwendungen der Verwaltung, aber auch Kosten für Sicherheitseinrichtungen sowie Erhebungssysteme der Nutzerfinanzierung (z.B. Anlagen zur Feststellung der Lkw-Maut).

Die Kapitalkosten sind in zwei Bereiche zu unterteilen. Zum einen sind hier die Abschreibungen zu nennen, die den Wertverlust der Anlage im Laufe der Zeit erfassen, zum anderen kalkulatorische Zinsen, die auf das gebundene - nicht abgeschriebene Kapital - berechnet werden.

Nach einer Zusammenstellung aller Kosten nach kaufmännischen Grundsätzen wird in einem nächsten Schritt die Aufteilung der Kosten auf die einzelnen Nutzergruppen festgelegt, wobei eine gerechte Verteilung im Vordergrund steht. Hierbei werden die

Vollkosten nach folgendem Schema aufgeteilt:

► **Veranlassungsbezogene Elemente:** Es wird untersucht, welche Bauelemente oder Anlagen ausschließlich für eine oder mehrere Nutzergruppen erstellt wurden. Die relevanten Nutzergruppen tragen die Kosten für diesen Teil vollständig. Ein Beispiel für ein solches Bauelement ist die Lineare Zugbeeinflussung (LZB), die in Deutschland für Zugfahrten mit Geschwindigkeiten über 160 km/h zwingend vorgeschrieben ist. Die Anlage ist in den meisten Fällen ausschließlich für den schnellen Per-

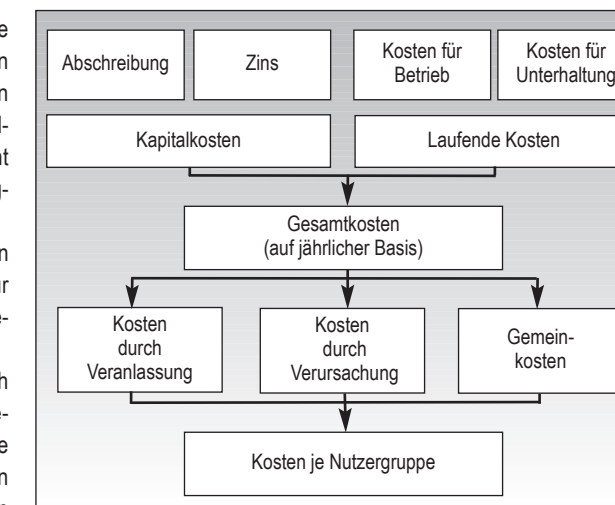
sonenfernverkehr von Bedeutung, somit müssen die Kosten alleine vom Personenfernverkehr getragen werden.

► **Verursachungsbezogene Elemente:** Hierbei wird untersucht, welche Nutzergruppe für den Verschleiß gemeinsam genutzter Bauelemente bzw. der Beanspruchung von Dienstleistungen in welchem Maße verantwortlich ist. Ein Beispiel ist die Erkenntnis, dass ein einzelner Lkw die Deckschicht einer Straße auf Grund seiner hohen Achslasten um ein Vielfaches mehr schädigt als ein Pkw. Aus diesem Grunde wird einem Lkw bei diesem Bauelement auch ein Mehrfaches der Kosten angelastet.

► **Gemeinkosten:** Neben den zwei oben genannten Sachverhalten gibt es Kostenelemente, die keiner Nutzergruppe nach einem vorbestimmten Schlüssel zugerechnet werden können. Die Kosten werden demnach jedem Nutzer zu gleichen Teilen zugerechnet. Beispiele hierfür sind im Straßenverkehr u.a. die Unterhaltung des Seitenstreifens und der Winterdienst. Dabei lässt sich nicht sagen, dass ein Pkw-Fahrer in einem stärkeren oder schwächeren Maße profitiert als ein Lkw-Fahrer.

Darüber hinaus enthält die Methodik Ausfallwahrscheinlichkeiten für einzelne Baue-

lemente. Grundlage hierfür ist die Erkenntnis, dass die Lebensdauern der einzelnen Bauelemente nicht unbedingt den prognostizierten entspricht. So wird bei Brücken im Straßenbau davon ausgegangen, dass die Lebensdauer von Neubauten bei 65 Jahre



▲ **Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des Modells**

liegt. Tatsache ist jedoch, dass ein Teil der in der jüngeren Vergangenheit gebauten Brücken schon weit vor dem Erreichen der prognostizierten Lebensdauer ersetzt werden musste, da verstärkt Schäden an den Bauten auftraten.

Daneben wird versucht, die Kapitalkosten der zukünftigen Preisentwicklung und Nachfrage anzupassen. Ziel dabei ist eine möglichst gerechte Verteilung der Kosten. Es soll ausgeschlossen werden, dass die heutige Nutzergeneration einen erhöhten Anteil Kosten zahlt, wenn mit starker Zunahme der Nutzerzahlen (und damit einhergehende Zunahme des Verschleißes) zu rechnen ist. Das gilt natürlich auch im umgekehrten Fall.

Grundsätzlich stellt die vorliegende Berechnung der Wegekosten eine Vollkostenrechnung nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen dar. Externe Umweltkosten sowie Unfall- und Staukosten werden in dem Modell nicht berücksichtigt.

Berechnung der Wegekosten für ein Wintersportgebiet

Um die Anwendbarkeit der Wegekostenrechnung im Bereich des Skisportes zu de-

monstrieren, wurde modellhaft ein fiktives Skigebiet entworfen. Das Skigebiet "Hoher Yves 2000" zeichnet sich durch Übersichtlichkeit und eine vielfältige Nutzerzusammensetzung aus, so dass die Anwendung der Rechnungsmethodik zur Ermittlung der Wegekosten interessant erscheint.

1. Die vorhandene Infrastruktur

Die Infrastruktur eines Skigebietes setzt sich aus den Liften, Pisten, Anlagen zur Präparierung der Pisten und Anlagen zur Entgelterhebung zusammen. Nicht berücksichtigt werden Einrichtungen zur Versorgung der Skifahrer (z.B. Restaurants).

Das in dieser Untersuchung betrachtete Skigebiet "Hoher Yves 2000" liegt auf einer Höhe von 1.300 bis 2.200 Meter. Es sind insgesamt acht Lifтанlagen mit einer Gesamtlänge von 8.760 Meter in Betrieb. Im einzelnen gliedern sich die Lifтанlagen in folgende Bereiche:

- Eine Kabinenbahn mit einer Länge von 1.920 m und einer Beförderungsleistung von 1000 Personen/ Stunde,
- sechs Sessellifte mit einer Gesamtlänge von 6.550 m und
- ein Schlepplift mit einer Länge von 290 m. Die vorhandenen 17 Pisten haben eine Gesamtlänge von 22.580 m. Die Pisten können folgendermaßen klassifiziert werden:
 - 13 Pisten mit einer Gesamtlänge von 17.530 m sind als schwierig (rot) eingestuft,
 - drei Pisten mit einer Gesamtlänge von 2.550 m sind als einfach (blau) eingestuft,
 - eine Piste mit einer Gesamtlänge von 2.500 m ist ausschließlich für Rodler angelegt und
 - darüber hinaus existiert eine Höhenloipe von 7.000 m Länge.

2. Nutzergruppen

Analog zum Straßen- und Schienenverkehr gibt es in einem Skigebiet ebenfalls zu differenzierende Nutzergruppen, die jeweils unterschiedliche Anforderungen und Wünsche an ein Skigebiet haben. Auf Grund der in die Bewertung einbezogenen Sportarten sowie die unterschiedlichen Anforderungen an z.B. die Pistentopographie wurden für die vorliegende Untersuchung folgende Gruppen gebildet:

¹ ott@iww.uni-karlsruhe.de.

² liedtke@iww.uni-karlsruhe.de.

³ schmedding@iww.uni-karlsruhe.de.

⁴ In der Literatur wird die Studie häufig als Allais Report bezeichnet (Rapport Allais).

► **Ski-Anfänger:** Bei der Gruppe der Ski-Anfänger wird angenommen, dass diese ausschließlich einfache Pisten (blau gekennzeichnet) nutzen. Darüber hinaus wird bei der Bewertung unterstellt, dass Ski-Anfänger neben der für die Bergfahrt notwendigen Fahrt mit der Gondelbahn, nur den einzigen im Skigebiet vorhandene Schlepplift benötigen.

► **Ski-Fortgeschrittene:** Im Gegensatz zu der Gruppe der Anfänger wird bei dieser Gruppe unterstellt, dass sie neben den für Fortgeschrittene gekennzeichneten Pisten (rot gekennzeichnet) auch die für die Anfänger gekennzeichneten Pisten nutzen. Von Seiten der Beförderung wird angenommen, dass Ski-Fortgeschrittene jegliche im Skigebiet vorhandenen Beförderungseinrichtungen nutzen.

► **Langläufer:** Neben der für den Zugang zur Höhenloipe notwendigen Gondelbahn wird für diese Nutzergruppe keine weitere Beförderungseinrichtung in die Bewertung einbezogen. Darüber hinaus wird angenommen, dass für die Loipen-Präparation keine - neben den für die Abfahrer bereits benötigten - technischen Geräte benötigt werden. Das heißt, dass Schneekanonen, Pistenfahrzeuge, etc. ausschließlich von den übrigen Nutzergruppen getragen werden. Ausschließlich der für die Loipe notwendige (Bau-) Grund wurde bei der vorliegenden Betrachtung berücksichtigt.

► **Rodler:** Bei dieser Nutzergruppe wurde ausschließlich, die für das "Rodeln" gekennzeichnete blaue Piste sowie die für die Bergfahrt benötigte Gondelbahn in die Bewertung einbezogen. Sonstige im Skigebiet vorhandene Beförderungseinrichtungen sowie Pisten sind für diese Nutzergruppe nicht mit einzubeziehen.

3. Kalkulatorischer Zins

Von entscheidender Bedeutung bei den Kosten des Skigebiets ist der kalkulatorische Zins auf das gebundene Kapital. Wie oben beschrieben, wird das gebundene - noch nicht abgeschriebene - Kapital verzinst. Die Höhe des Zinses hängt hauptsächlich davon ab, ob der Betreiber der Anlage als private oder öffentliche Institution agiert. Darüber hinaus spielen Sicherheiten bzw. das individuelle Ausfallrisiko des Be-

treibers eine Rolle. Daneben darf natürlich die langfristige Höhe der Zinsen auf dem Kapitalmarkt nicht aus dem Auge gelassen werden.

Im weiteren Verlauf wird davon ausgegangen, dass der Betreiber des Skigebiets zwar eine privatrechtliche Gesellschaftsform einnimmt, allerdings erfährt der Betreiber eine starke Unterstützung durch die ortsansässigen Kommunen (in Form von Bürgschaften, etc.). Zur Zeit beträgt der Zinssatz bei langfristigen Staatsanleihen in Westeuropa ca. 4 %. Da die Betreibergesellschaft ein höheres Ausfallrisiko hat, wird ein Aufschlag von 2 % angenommen, womit der kalkulatorische Zins bei 6 % liegt.

4. Die jährlichen Kosten des Skigebiets

Analog zu den anderen Verkehrsträgern werden zuerst die jährlichen Gesamtkosten des Skigebiets ermittelt. Diese werden dann den einzelnen Nutzergruppen zugeschrieben und letztendlich auf die einzelnen Nutzer aufgeteilt.

Die Kostenseite des Skigebietes setzt sich zusammen aus den jährlichen Kapitalkosten für langlebige Infrastrukturelemente und Ausgaben für den Betrieb.

Folgende Kosten können unterschieden werden:

- **Gondelbahn:** Kapitalkosten (Grunderwerb, Masten, Kabinen, etc.) und Betriebskosten (Personal, Energie, etc.),
- **Lifтанlagen:** Kapitalkosten (Grunderwerb, Masten, Sessel, etc.) und Betriebskosten (Personal, Energie, etc.),
- **Pisten:** Kapitalkosten (Grunderwerb, Schneekanonen, etc.) und Betriebskosten (Personal, Pistendienst, Wasser, Energie, etc.) sowie
- **Entgelterhebung:** Kapitalkosten (Abrechnungssystem) und Betriebskosten (Personal, Wartung).⁵

5. Kostenallokation

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Kosten, die in die Berechnung der Wegekosten einbezogen wurden. Hierbei handelt es sich um Abschätzungen, die anhand von Daten (Bauvorhaben, Ge-

⁵ Die Berechnung der gesamten Wegekosten für das Referenzjahr ist aus der Tabelle 1 ersichtlich.

schäftsberichte) aus mehreren Skigebieten gewonnen und auf das hier untersuchte, fiktive Skigebiet übertragen wurden.

Im Wesentlichen wurden die Kategorien "Lifтанlagen", "Präparation", "Grunderwerb" sowie "Entgelterhebung" berücksichtigt. Sonstige Einrichtung (z.B. Restaurants, Skiverleih) wurden nicht in die Berechnung der Wegekosten einbezogen.

Des Weiteren wurde angenommen, dass die entstehenden Kosten ausschließlich in den Wintermonaten getragen werden. Ein eventueller Sommerbetrieb der Lifтанlagen ist in der Kalkulation nicht berücksichtigt. Es wird mit 100 Betriebstagen im Zeitraum von Dezember bis April kalkuliert.

6. Aufteilung nach Nutzergruppen

Nachdem die Kosten des Skigebietes ermittelt wurden, werden nun die Kosten auf die jeweiligen Nutzer verteilt. Die jeweiligen Aufteilungsschlüssel können aus der Tabelle 2 entnommen werden.

7. Nutzer

Im Mittel nutzen 1750 Personen pro Tag das Skigebiet. Eine Aufteilung der Nutzer wurde nach dem folgenden Verteilungsschlüssel vorgenommen:

- 15% der Nutzer sind Langläufer,
- 5% sind Rodler (Nutzung ausschließlich der zum Rodeln gekennzeichneten Piste),
- 30% sind Skianfänger (Nutzung ausschließlich von blauen Pisten) und
- 50% Fortgeschrittene (Nutzung aller im Skigebiet vorhandenen Skipisten).

Ergebnisse

Entsprechend dem in Tabelle 1 dargestellten Wertegerüsts sowie den weiteren vorgeweg genannten Annahmen wird ein durchschnittlicher Kostensatz pro Nutzer von EUR 21,06 ermittelt.

Eine weitere Differenzierung nach Nutzergruppen ist mit den vorhandenen Daten möglich. Wie bereits dargestellt, wurden hierbei Kapitalkosten für die Infrastruktureinrichtungen sowie die Betriebskosten den Nutzergruppen zugeschrieben. Einrichtungen (z.B. die Gondelbahn), die von allen Nutzergruppen in Anspruch genommen

Abbildung 2 (im Hintergrund): Die Gondelbahn im Skigebiet Hoher Yees 2000

wird, wurde prozentual (anhand der Nutzerstruktur) auf die einzelnen Nutzergruppen aufgeteilt. Folgende Kosten konnten pro Person und Nutzergruppe ermittelt werden:

- Langläufer: EUR 5,93,
- Rodler: EUR 10,33,
- Ski-Anfänger: EUR 21,01 und
- Ski-Fortgeschrittener: EUR 26,70.

Zusammenfassung

Die Wegekostenrechnung versucht, eine veranlassungs- und verursachungsgerechte Kostenaufteilung vorzunehmen. Das Kostenaufteilungsproblem ist jedoch nicht eindeutig definiert. Insbesondere im Hinblick auf die Fairness kann das vom IWW entwickelte Modell noch verbessert werden. Eine individuelle Betrachtung der Nutzer erfolgt derzeit noch nicht. So gibt es innerhalb der einzelnen Nutzergruppen ein breites Spektrum an Skifahrern, die die Anlagen unterschiedlich stark nutzen und beanspruchen. Relativ einfach kann jedoch die individuelle Häufigkeit der Lift- und Pistenbenutzung ermittelt werden. Eine Möglichkeit der technischen Umsetzung bietet beispielsweise die RFID (Radio Frequency Identification) Technologie, die sich in vorhandene Liftkarten integrieren lassen könnte, an. Abhängig von einer Vielzahl von Parametern (Fahrweise, Können, Körpergewicht, etc.)

findet eine unterschiedlich starke Beanspruchung und Abnutzung von Infrastrukturkomponenten statt. Im Unterschied zum Straßen- und Schienenverkehr, existieren noch keine wissenschaftlich fundierten Zusammenhänge zwischen der Nutzung der Infrastruktur und dem Verschleiß. Es ist erforderlich die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen in diesem Bereich zu vertiefen.

Abschließend ist anzumerken, dass die entwickelte Methodik zur Berechnung von Wegekosten nicht nur auf die klassischen Verkehrsträger (Schiene, Straße, Wasser, Luft) angewendet werden kann, sondern alternative Fortbewegungsmittel ebenfalls einer Bewertung unterzogen werden können.■

Literatur :

[1] Hotelling, Harold (1938): 'The general Welfare in Relation to Problems of Taxation and of Rail-

Kosten	Aufteilungsprinzip
Beförderungsanlagen	Niederlassungsgruppe, veranlassungsbezogen
Pisten & Präparation	Nutzergruppe
Entgelterhebung	Gemeinkosten

▲ **Tabelle 2: Aufteilungsprinzip der Kosten**

- waynd Utility Rates'. *Econometrica*, Vol. 6, 242-269.
- [2] Kommission der Europäischen Gemeinschaften [Hrsg.] (1965): Möglichkeiten der Tarifpolitik im Verkehr. Brüssel.
- [3] Bundesministerium für Verkehr [Hrsg.] (1969): Bericht über die Kosten der Wege des Eisenbahn-, Straßen- und Binnenschiffsverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland. Bad Godesberg, Neuer Vorwärts-Verlag Nau & Co.
- [4] IWW / Prognos (2002): Wegekostenrechnung für das Bundesfernstraßennetz unter Berücksichtigung der Vorbereitung einer streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr - Schlussbericht. Basel / Karlsruhe:
- [5] IWW (2002): Ermittlung der Wegekosten für ausgewählte Korridore der Bundesschienenwege für das Jahr 2000 - Studie im Auftrag der Deutschen Bahn AG, Karlsruhe.
- [6] IWW (2005): Wegekosten und Wegekostendeckungsgrade 2000 und 2015 im Vergleich - Studie im Auftrag der Dt. Lufthansa AG, Karlsruhe.

▼ **Tabelle 1: Berechnete jährliche Kosten des untersuchten Skigebietes.**

	Abschreibung pro Jahr	Zinskosten (gebundene Kapital)	Kapitalkosten	Laufende Kosten	Jährliche Gesamtkosten
Lifтанlagen					
Gondelbahn	337.344,00 €	202.406,40 €	539.750,40 €	202.406,40 €	742.156,80 €
Sessellift	708.055,00 €	424.833,00 €	1.132.888,00 €	424.833,00 €	1.557.721,00 €
Schlepplift	15.689,00 €	4.706,70 €	20.395,70 €	9.413,40 €	29.809,10 €
Personal	- €	- €	- €	400.000,00 €	400.000,00 €
Präparation					
Schneekanone (groß)	33.000,00 €	9.900,00 €	42.900,00 €	6.600,00 €	49.500,00 €
Zuleitung Wasser & Strom	112.500,00 €	101.250,00 €	213.750,00 €	- €	213.750,00 €
Kosten Wasser & Strom	- €	- €	- €	100.000,00 €	100.000,00 €
Pistenbully	45.000,00 €	27.000,00 €	72.000,00 €	13.500,00 €	85.500,00 €
Treibstoff & Wartung	- €	- €	- €	90.000,00 €	90.000,00 €
Personal	- €	- €	- €	100.000,00 €	100.000,00 €
Grunderwerb					
Grund Piste (rot)	- €	129.975,00 €	129.975,00 €	- €	129.975,00 €
Grund Piste (blau)	- €	19.125,00 €	19.125,00 €	- €	19.125,00 €
Grund Piste (Rodler)	- €	11.250,00 €	11.250,00 €	- €	11.250,00 €
Grund Höhenloipe	- €	10.500,00 €	10.500,00 €	- €	10.500,00 €
Grund Lift	- €	26.280,00 €	26.280,00 €	- €	26.280,00 €
Entgelterhebung					
Abrechnungssystem	40.000,00 €	9.600,00 €	49.600,00 €	10.000,00 €	59.600,00 €
Personal	- €	- €	- €	60.000,00 €	60.000,00 €