

DIPLOMARBEIT Master Thesis

Vergleich kontinuierlich fördernder Personenseilbahnsysteme in Hinblick auf mögliche Vergleichsparameter und ihre System- grenzen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Norbert Ostermann

und als verantwortlich mitwirkend

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Johannes Kehr

E230

Institut für Verkehrswissenschaften

Forschungsbereich für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Daniel Ulrichshofer

0926994

Anselm Schrambgasse 3
3390 Melk

Danksagung

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mir aufgrund ihrer fachlichen Kompetenz bei dieser Diplomarbeit weitergeholten haben.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Norbert Ostermann.

Ein weiterer Dank gilt meinem Betreuer Dipl. Ing. Johannes Kehrler BSc.

Zum Schluss möchte ich noch allen danken, die mich durch das Studium begleitet und unterstützt haben.

Kurzfassung

Seilbahnen bieten seit Jahrzehnten eine sichere Transportmöglichkeit für Personen und Güter. In den letzten 20 Jahren haben sich neue Seilbahnsysteme zur Erweiterung der schon länger im Einsatz befindlichen Einseilumlaufbahnen durchgesetzt. Eines dieser Systeme ist die 3S Bahn ein weiteres das System Funitel. 3S Bahnen und Funitel Anlagen sind ebenfalls Umlaufbahnen.

Zuerst wird ein historischer Streifzug von Seilbahnen in dieser Arbeit dargestellt. Danach werden Anforderungen an Seilbahnen definiert. Beim Bau einer Seilbahn sind viele Parameter für den Entscheid eines Seilbahnsystems maßgebend. Es werden theoretische Grundlagen der drei Systeme Einseilumlaufbahn, 3S Bahn und Funitel Bahn dargestellt. Zur Abgrenzung gegenüber Pendelbahnen wird das Prinzip der Pendelbahnen erklärt. Danach werden ausgewählte Projekte der drei Seilbahnsysteme vorgestellt und verglichen. Es können technische, betriebliche und wirtschaftliche Vergleichspunkte abgearbeitet sowie Systemgrenzen definiert werden. Diese Vergleichspunkte werden zusammengefasst, um die Fragestellung nach den Vergleichs- bzw. Entscheidungsparametern zu beantworten.

Die Diplomarbeit kann als Hilfestellung für die Entscheidung beim Neubau eines Seilbahnumlaufsystems, im Speziellen einer Einseilumlaufbahn, 3S Bahn oder Funitel Bahn dienen, klarstellen, welche Parameter dabei eine wichtige Rolle spielen und soll aufzeigen, was Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen kennzeichnet.

Abstract

Comparison of continuously operating passenger ropeway systems in regarding possible comparison parameters and their system boundaries

Cable cars have offered safe transportation for people and goods for decades. In the last 20 years new cable car systems have prevailed to extend the already longer in use detachable monocable gondola. One of these systems is the detachable tricable gondola (3S cable car), another one the Funitel ropeway system. 3S cable cars and Funitel ropeways are also circulating ropeways.

First, the history of the cable cars is presented in this thesis. When building a cable car many parameters need to be taken into consideration. Theoretical bases of the three systems (detachable monocable gondola, detachable tricable gondola and Funitel system) are illustrated. Reversible ropeways are presented to show the differences to the circulating ropeways. Thereafter, technical, operational and economic points of comparison can be processed and system boundaries are defined. These points of comparison are combined in order to answer the question concerning the comparison and decision parameters.

This Master thesis can be used as a guide for choosing which circulating ropeway system to build, especially regarding a detachable monocable gondola, detachable tricable gondola or Funitel system. It should also make clear which parameters play an important role and should show what features characterize a detachable monocable gondola, detachable tricable gondola and a Funitel system.

Abkürzungsverzeichnis

ABGB	Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch
ca.	zirka
d.h.	das heißt
etc.	et cetera
EUB	Einseilumlaufbahn
exkl.	exklusive
Hrsg.	Herausgeber
inkl.	Inklusive
i.V.	im Vergleich
Mio.	Million (1,000.000)
ÖNORM	Österreichische Norm
P/h	Personen pro Stunde
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
u.U.	unter Umständen
uzw.	und zwar
z.B.	zum Beispiel

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Motivation und Problemstellung.....	1
1.2	Zieldefinition.....	1
2	Begriffsdefinitionen.....	3
2.1	Die Seilbahn und ihre Arten	3
3	Historische Entwicklung der Seilbahnsysteme.....	5
3.1	Hanf- oder Frühzeit.....	5
3.2	Drahtseilzeit	7
3.2.1	Einseilumlaufbahnen.....	8
3.2.2	Zweiseilumlaufbahnen bzw. 3S Bahnen.....	10
3.2.3	Funitel	11
4	Anforderungen an Seilbahnen	12
4.1	Anforderungen an die Trasse	12
4.2	Anforderungen an den Betrieb.....	13
4.3	Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr.....	13
4.4	Wirtschaftlichkeitsanforderungen.....	14
4.5	Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Bedingungen	14
5	Theoretische Grundlagen zu Seilbahnsystemen	16
5.1	Einseilumlaufbahnen.....	16
5.1.1	Antrieb und Spanneinrichtung	17
5.1.2	Stationen	19
5.1.3	Strecke.....	21
5.1.4	Seil/Seilbemessung	22
5.1.5	Kabinen	23
5.1.6	Leistungsfähigkeit.....	23
5.1.7	Kosten	24
5.2	3S Bahnen	24
5.2.1	Antrieb und Spanneinrichtung	24
5.2.2	Stationen	25
5.2.3	Strecke.....	26
5.2.4	Seil/Seilbemessung	27
5.2.5	Kabinen	28
5.2.6	Leistungsfähigkeit.....	29
5.2.7	Kosten	30
5.3	Funitel	30
5.3.1	Antrieb und Spanneinrichtung	31
5.3.2	Stationen	32
5.3.3	Strecke.....	32
5.3.4	Seil/Seilbemessung	32
5.3.5	Kabinen	33

5.3.6	Leistungsfähigkeit.....	33
5.3.7	Kosten	34
5.4	Weitere Seilbahnsysteme-Pendelbahnen	34
6	Empirische Untersuchung.....	36
6.1	Einseilumlaufbahnen.....	36
6.1.1	Ausgewählte Projekte	36
6.1.2	Vergleich der Projekte	36
6.2	3S Bahnen	37
6.2.1	Ausgewählte Projekte	37
6.2.2	Vergleich der Projekte	37
6.3	Funitel	38
6.3.1	Ausgewählte Projekte	38
6.3.2	Vergleich der Projekte	38
6.4	Systemgrenzen von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen	38
6.4.1	Trasse	38
6.4.2	Funktion	40
6.4.3	Verfügbarkeit	40
6.4.4	Leistungsfähigkeit.....	42
6.4.5	Investitionskosten	44
6.5	Vergleich der Systemgrenzen mit den Projekten.....	45
7	Vergleich der drei Seilbahnsysteme	46
7.1	Tabellarischer Vergleich.....	46
7.1.1	Technischer Vergleich	47
7.1.2	Betrieblicher Vergleich.....	49
7.1.3	Wirtschaftlicher Vergleich.....	51
7.2	Vergleichs- bzw. Entscheidungsparameter	53
7.2.1	Trassenverhältnisse	53
7.2.2	Verfügbarkeit	54
7.2.3	Leistungsfähigkeit.....	57
7.2.4	Kosten	59
8	Fazit/Schlussfolgerung	65
	Literaturverzeichnis	67
	Abbildungsverzeichnis	70
	Tabellenverzeichnis	72
	Begriffsbestimmungen.....	73
	Anhang.....	76

1 Einleitung

1.1 Motivation und Problemstellung

Seilbahnen bieten seit vielen Jahrzehnten sowohl im Güter- als auch im Personenverkehr eine sichere Transportmöglichkeit. Oft sind sie aufgrund der geographischen Gegebenheiten das einzig sinnvolle Verkehrsmittel. Besonders in den alpinen Gebieten erfreuen sie sich hoher Beliebtheit.

Natürlich findet, wie in fast jedem Wirtschaftssektor auch hier eine Optimierung der technischen Bestandteile, der Betriebsabläufe und der Kosten statt. Diese Optimierung bzw. Weiterentwicklung wird speziell seit den 1970er Jahren in Österreich maßgeblich durch den Bau der ersten Einseilumlaufbahn vorangetrieben. Aber auch der Einsatz von Seilbahnen mit mehr als einem Seil wird gerade in besonders gebirgigen Gelände forciert. Diese Bahnen, speziell die 3S Bahnen und Funitel Bahnen sind für Seilbahnbetreiber attraktiv, da sie eine hohe Leistungsfähigkeit bieten. Allein in den Jahren 2010 bis 2013 sind 36 Einseilumlaufbahnen in Österreich errichtet worden. Genau das und der Umstand, dass 3S Bahnen und Funitel Bahnen eine Erweiterung dieser Einseilumlaufbahnen sind, ist die Motivation diese drei Seilbahnsysteme technisch, betrieblich und wirtschaftlich anhand von realisierten Projekten mithilfe von ausgesuchten Parametern zu vergleichen und damit Entscheidungskriterien für den Neubau zu finden.

1.2 Zieldefinition

Ziel dieser Arbeit ist es Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu untersuchen, Vergleiche innerhalb und zwischen diesen Seilbahnsystemen anzustellen und Vergleichs- und Entscheidungsparameter für den Neubau zu definieren.

Zuerst werden in Kapitel 2 Begriffe, die für diese Arbeit notwendig sind, definiert.

In Kapitel 3 wird die historische Entwicklung der Seilbahnsysteme skizziert. Dies soll dabei helfen, zu verstehen, wie Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen entstanden sind.

Kapitel 4 befasst sich mit den Anforderungen von Seilbahnen. Es werden technische, betriebliche und wirtschaftliche Anforderungen aufgelistet.

Der Hauptteil dieser Diplomarbeit findet sich in den Kapiteln 5, 6 und 7. Zuerst werden die theoretischen Grundlagen der Systeme skizziert. Zur Abgrenzung gegenüber den untersuchten Umlaufbahnen wird in Kapitel 5.4 das Pendelbahnsystem vorgestellt.

Dann werden ausgewählte Beispiele der Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen präsentiert und ihre technischen Daten zusammengefasst. In einem zweiten Schritt folgt die Analyse der Systemgrenzen der drei Seilbahnsysteme. Danach wird ein Vergleich dieser Bahnen angestellt. Hier werden vor allem technische, betriebliche und wirtschaftliche Punkte tabellarisch verglichen.

In einem dritten Schritt werden Vergleichs- bzw. Entscheidungsparameter entwickelt und interpretiert. Dadurch werden folgende Forschungsfragen geklärt:

Wo sind die Systemgrenzen von Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen?

Welche Parameter können zum Vergleich der drei Systeme und als Entscheidungshilfe für den Neubau herangezogen werden?

Zum Schluss wird in Kapitel 8 ein Fazit abgegeben bzw. die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst.

2 Begriffsdefinitionen

2.1 Die Seilbahn und ihre Arten

„Unter dem Begriff **Seilbahnen** werden alle jene Verkehrsmittel zusammengefasst, die sich eines Seiles als Zugorgan für die Fahrzeuge oder als Fahrbahn für dieselben bedienen.“¹

Die Definition der **Seilbahn** laut österreichischem Seilbahngesetz lautet: „Seilbahnen im Sinnes dieses Bundesgesetzes sind Eisenbahnen, deren Fahrbetriebsmittel durch Seile spurgebunden bewegt werden sowie Schlepplifte.“²

Eine Gliederung der verschiedenen Seilbahnen findet sich im Österreichischem Seilbahngesetz:

„Seilbahnen sind:

(...)

1) Seilschwebbahnen, deren Fahrbetriebsmittel ohne feste Führungen von einem oder mehreren Seilen getragen und bewegt werden. Das sind:

a) Seilschwebbahnen, deren Fahrbetriebsmittel ohne Wechsel der Fahrbahnseite zwischen den Stationen bewegt werden (Pendelseilbahnen);

b) Seilschwebbahnen, deren Fahrbetriebsmittel auf beiden Fahrbahnseiten umlaufend bewegt werden (Umlaufseilbahnen). Das sind:

i) Umlaufseilbahnen, deren allseits geschlossene Fahrbetriebsmittel mit dem Seil betrieblich lösbar oder nicht lösbar verbunden sind (Kabinenseilbahnen);

ii) Umlaufseilbahnen mit allseits geschlossenen Fahrbetriebsmitteln und nicht allseits geschlossenen Fahrbetriebsmitteln (Kombibahnen);

iii) Umlaufseilbahnen, deren nicht allseits geschlossene Fahrbetriebsmittel mit dem Seil betrieblich lösbar verbunden sind (Sesselbahnen);

iv) Umlaufseilbahnen, deren nicht allseits geschlossene Fahrbetriebsmittel mit dem Seil betrieblich nicht lösbar verbunden sind (Sessellifte);

(...)³

¹Czitary (1962), S 1

²SeilbG 2003, § 2

³SeilbG 2003, § 2

„Seilbahn (des Personenverkehrs):

Anlage, die aus verschiedenen Bauteilen besteht, entworfen, produziert, montiert und in Betrieb genommen mit dem Ziel der Personenbeförderung. Diese Anlagen, die vor Ort errichtet werden, befördern Personen in Fahrzeugen oder ziehen sie mittels Schleppvorrichtungen, die durch ein oder mehrere Seile in Fahrtrichtung getragen und/oder bewegt werden.“⁴

Für die weitere Arbeit ist es noch wichtig Seilschwebbahnen, Einseilbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen zu definieren:

Seilschwebbahnen sind Bahnen, bei welchen die „Fortbewegung der Wagen mit einem Zugseil geschieht, die Fahrbahn vom Boden weg auf ein zwischen Stützen ausgespanntes, nachgiebiges Tragseil verlegt ist.“⁵

Einseilbahnen sind Bahnen, „bei denen Trag- und Zugseil ein einziges Organ bilden, an dem Fördergefäße oder Tragsessel hängen,“⁶

Diese Arbeit soll sich nur mit kuppelbaren (vom Seil betrieblich lösbaren Fahrbetriebsmittel) Einseilumlaufbahnen mit geschlossenen Fahrzeugen (Kabinen) mit einem Fassungsvermögen von acht und zehn Personen beschäftigen.

3S Bahnen gehören zu der Gruppe der Zweiseilumlaufbahnen. Zweiseilumlaufbahnen haben ein Tragseil und ein Zugseil, an dem die Fahrzeuge außerhalb der Stationen festgeklemmt sind. 3S Bahnen besitzen ebenfalls ein Zugseil, aber zwei Tragseile. In dieser Arbeit werden Zweiseilumlaufbahnen mit zwei Tragseilen als 3S Bahnen bezeichnet.

Funitel Bahnen sind Doppeleinseilumlaufbahnen. Sie besitzen ein Seil mit zwei Seilstreifen pro Richtung. Das Seil dient sowohl als Trag-, als auch als Zugseil.

⁴ÖNORM EN 1907 (2006), S 7

⁵Czitary (1962), S 1

⁶Czitary (1962), S 1

3 Historische Entwicklung der Seilbahnsysteme

Das Jahr 1834 stellt für Seilbahnhistoriker einen markanten Wendepunkt in der Geschichte der Seilbahnen dar. In diesem Jahr ist nämlich von dem braunschweigischen Bergrat Albert das moderne Drahtseil erfunden worden. Die Seilbahngeschichte lässt sich deshalb in zwei Epochen einteilen, nämlich in die Hanf- oder Frühzeit, vor dem Jahr 1834 und in die Stahldraht-Zeit nach 1834.⁷

Der hier präsentierte Überblick der historischen Entwicklung geht nicht über das Jahr 2000 hinaus, da Daten zur Beantwortung der Forschungsfragen ab diesem Jahr verwendet werden und diese Seilbahnanlagen als „gegenwärtige Entwicklung“ eingestuft werden.

3.1 Hanf- oder Frühzeit

Die **Hanf-** oder **Frühzeit** ist erstmals auf einer Abbildung aus dem alten China um das Jahr 250 v. Chr. dargestellt. Diese Art Seilbahn wird aber sicherlich nicht die erste in der Geschichte gewesen sein. Seilbahnen, deren Seile aus gedrehten Hanf, Bambus, Naturfasern oder Tiersehnern hergestellt wurden sind damals hauptsächlich zum Transport von Gütern für den Bau von großen Bauwerken verwendet worden. Um dieselbe Zeit sollen in der gebirgigen Südprovinz Sichuan schon Personen mithilfe von Seilen aus Bambus- und Rattan-Fasern Flüsse überquert haben. Sie haben die Schwerkraft genutzt, um von einem höher liegenden Ufer auf das niedrigere mit Ringen zu rutschen. Hier sind nach Überlieferungen auch durch die Nutzung eines Zugseils, das von den Ufern aus mit Manneskraft gezogen wurde, die ersten Vorgänger unserer Zweiseil-Umlaufbahnen entstanden.⁸

⁷Vgl. Schmoll 2000a, S 13

⁸Vgl. Schmoll 2000a, S 13ff

Um 1250 ist in Japan eine Tuschzeichnung entstanden, die eine Art Zweiseil-Umlaufbahn zeigt. (siehe Abbildung 3.1) Menschen können hier in Körben transportiert werden, die über Zugseile von Hilfskräften gezogen werden.⁹



Abbildung 3.1: Zweiseilumlaufbahn um 1250 n. Chr.. (Quelle: Schmoll 2000a, S 14)

⁹Vgl. Schmoll 2000a, S 17

In der Zeit des Mittelalters entstehen zum ersten Mal auch Aufzeichnungen der Architekten und Ingenieure über ihre Hilfs- und Transportmittel. Dadurch ist auch die erste wirkliche Einseilumlaufbahn bekannt geworden, nämlich jene von dem holländischen Festungsbaumeister Adam Wybe. (Siehe Abbildung 3.2) Sie ist mit Eimern bestückt, über ein Göpelwerk von Pferden angetrieben und im Jahr 1644 zum Bau der Vorburg Bischofsberg in Danzig, im Speziellen zur Befestigung des Berges zum Einsatz gekommen.¹⁰

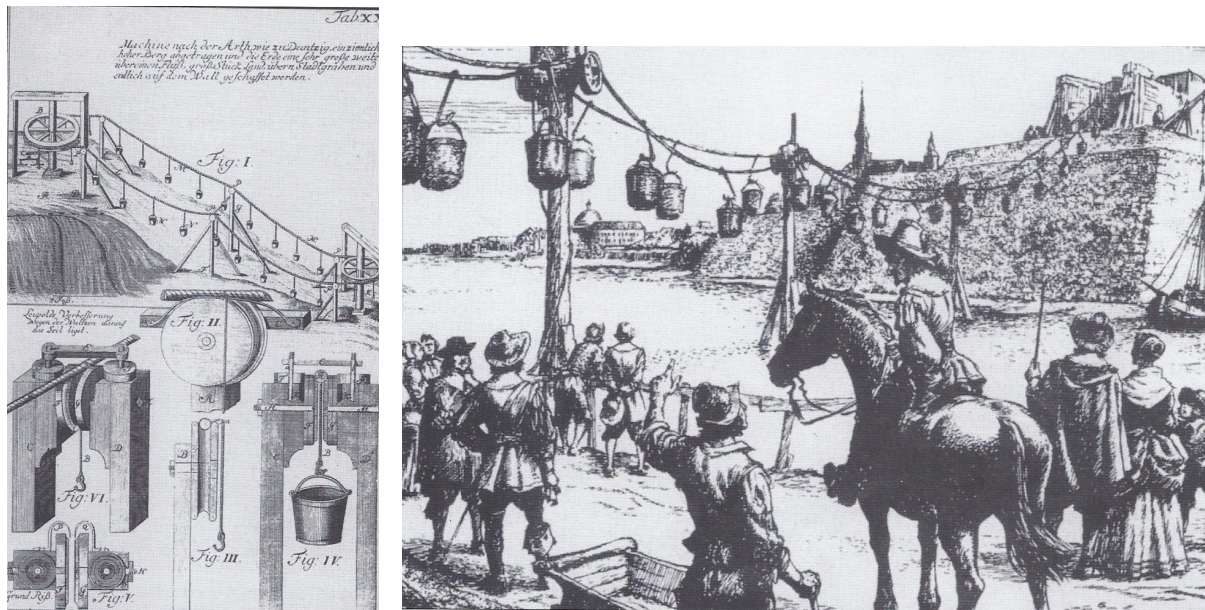


Abbildung 3.2: Schema (links) und Zeichnung von Adam Wybe der Einseilumlaufbahn zum Bau der Vorburg Bischofsberg in Danzig im Jahr 1644. (Quelle: Schmoll 2000a, S 17)

3.2 Drahtseilzeit

Mit dem Jahr 1834 beginnt die **Drahtseilzeit**. Zu dieser Zeit hat der braunschweigische Oberbergrat Wilhelm August Julius Albert eine handwerkliche Verseilvorrichtung entwickelt, mit der er im Gleichschlag, oder auch nach ihm benannt Albertschlag drei Litzen zu je vier Drähten geformt hat. Die Entwicklung ist so schnell vorangegangen, dass schon drei Jahre später der Wiener Mechaniker Franz Wurm die erste Verseilmaschine erfunden hat.¹¹

Diese Erfindung hat den Weg zu den kuppelbaren Schwebbahnen geebnet. Zu Beginn sind allerdings hauptsächlich Materialeilbahnen in den Lüften geschwebt. Erst später haben die Schwebbahnen ihren Siegeszug bei der Personenbeförderung angetreten.

Der Engländer Hodgson hat 1869 das 1856 von seinem Kollegen Robinson angemeldete Patent der Einseilumlaufbahn mit fixen Klemmen in die Praxis umgesetzt. Es wird „Englisches System“ genannt,

¹⁰Vgl. Schmoll 2000a, S 18

¹¹Vgl. Schmoll 2000a, S 31f

das im Jahr 1890 durch die Erfindung einer Kupplungsklemme von Pierce Roc erweitert worden ist. Mehr oder weniger zeitgleich wird auch ein „Amerikanisches System“ entwickelt. Es ist von einem amerikanischen Ingenieur 1861 durch den Bau einer Zweiseilumlaufbahn für eine Mine in Colorado geboren worden. Dieses System zeichnet sich durch ein Tragseil und ein Umlaufseil, auf dem Transportkarren festgeklemmt sind, aus. Als drittes System dieser Zeit ist die „Deutsche Seilbahn“ zu nennen. Hiermit ist eine kuppelbare Zweiseilumlaufbahn gemeint. Die Fahrzeuge sind am Zugseil durch Schraubenklemmen, die vom Österreicher Theobald Bach erfunden worden sind, befestigt gewesen.¹²

Die erste wirklich funktionsfähige und im Einsatz befindliche Materialseilbahn ist von Adolf Bleichert und dem Ingenieur Theodor Otto 1873 in Teutschenthal bei Halle in Betrieb genommen worden. Sie zeichnet sich durch den Einsatz von zwei Seilen aus, an einem hängen „die Waagen mit ihren „Klauen“ in den am Seil befestigten Muffen-Klemmapparat“¹³. Kurz darauf, im Jahr 1874 haben die beiden eine Reibungskupplung, den Exzenter-Kupplungsapparat erfunden.¹⁴

Die erste durch ein Foto überlieferte Personenseilbahn ist im Jahr 1866 entstanden. 1907 ist dann die erste dauerhafte Pendelbahn in San Sebastian von Don Leonardo Torres y Quevedo errichtet worden. 1913 wurden auch im Kaiser- und Königreich Österreich die ersten beiden Pendelbahnen, in Bozen und Meran in Betrieb genommen. 1926 ist die erste Luftseilbahn in der Republik Österreich auf die Rax gebaut worden.¹⁵

Aufgrund der späteren Analyse der Systeme Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen wird die weiterführende Historie (ab 1945) in diesen Systemgeschichten nun aufgeteilt.

3.2.1 Einseilumlaufbahnen

In dieser Arbeit werden kuppelbare Einseilumlaufbahnen mit geschlossenen Kabinen betrachtet. Das bedeutet, dass die Kabinen in den Stationen vom Seil getrennt werden, um das Einsteigen der Fahrgäste zu erleichtern und eine höhere Fahrgeschwindigkeit auf der Strecke zu erreichen und beim Verlassen der Stationen wieder an das Förderseil geklemmt werden.

Im Jahr 1947 hat Professor Ugo Carlevaro in Italien die erste Kleinkabinen Einseilumlaufbahn gebaut. Die Kabinen, die aufgrund ihres Aussehens auch als „Eierbahnen“ bezeichnet werden, haben je zwei Fahrgästen Platz geboten. Die erste dreisitzige Einseilumlaufbahn ist zehn Jahre später, also 1957 in Sugarbush/Vermont errichtet worden. Auch die ersten beiden Bahnen mit vier Plätzen sind in den USA von Professor Carlevaro mit je einer Förderleistung von 1500 P/h entstanden. 1956 hat der Deut-

¹²Vgl. Schmoll 2000a, S 65f

¹³Schmoll 2000a, S 67

¹⁴Vgl. Schmoll 2000a, S 67f

¹⁵Vgl. Schmoll 2000a, S 87 und S 93ff

sche Gerhard Müller seine Kuppelvorrichtung zum Patent angemeldet. Sie funktioniert nach dem Prinzip der Schraubenklemme von Theobald Obach. Die Giovanola-Klemme hingegen, entwickelt von Marc Dumur, basiert auf dem Totpunkt-Prinzip. Der dritte Klemmentyp, nämlich der Kuppelklemmapparat mit Tellerfeder-Kraft-Paket ist im Zuge der Gartenschau 1959 in Zürich von Willy Habegger eingeführt worden. Sie ist als Doppelklemme eingesetzt worden.¹⁶

Anfang der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts ist die Firma Doppelmayr mit dem Bau der Mellauer Bahn, die mit Von Roll-Federklemmen ausgestattet sein sollte in das Geschäft der Einseilumlaufbahnen eingestiegen.



Abbildung 3.3: Erste Einseilumlaufbahn von Doppelmayr 1972 in Mellau (Quelle: Schmoll 2000b, S 50)

1975 ist die erste Sechser-Bahn von der Firma Poma in Arrachs errichtet worden. Sie hat mit einer Förderleistung von 1800 P/h aufzeigen können. 1981 hat auch die Firma Doppelmayr in Österreich die erste Sechser-Einseilumlaufbahn am Arlberg gebaut. Vier Jahre später ist die erste Achter-Einseilumlaufbahn in Steamboat/USA gefolgt. Im selben Jahr ist die erste Zehner-Einseilumlaufbahn von der französischen Firma Poma eröffnet worden. Kurz darauf, nämlich im Jahr 1986 hat dieselbe Firma in La Clusaz am „Combe de Balme“ mit einer Förderleistung von 2400 P/h Kabinen aufgehängt, die je zwölf Fahrgästen Platz geboten haben. Den ersten „15er“, der 3000 P/h den Berg hinauf bringen hat können, hat die Firma Leitner 1993 in Südtirol am Kronplatz gebaut. 1998 folgt mit der-

¹⁶Vgl. Schmoll 2000b, S 48ff

selben Förderleistung die erste Einseilumlaufbahn mit Kabinen für je 16 Fahrgästen, bzw. von Poma im Pyrenäenort Les Angels.¹⁷

3.2.2 Zweiseilumlaufbahnen bzw. 3S Bahnen

Zweiseilumlaufbahnen bestehen aus einem Tragseil pro Richtung und einer endlosen Zugseilschleife, also einem Zugseil. Mit dem Begriff Zweiseilumlaufbahn untrennbar verbunden ist der Wiener Ingenieur Prof. Georg Wallmannsberger. Er hat sich seine Idee unter dem Namen „Gondelbahn“ schützen lassen. 1960 ist die erste Zweiseilumlaufbahn nach Wallmannsberger in Crans-Montana in Betrieb gegangen. Zum einen hat Dr. Wallmannsberger das geschützte Bergungssystem des Seil- und Gondelniederlassens und zum anderen die Bergegondel entwickelt. Unter anderem hat er auch noch das Patent der doppelten Fangbremse patentieren lassen. 1965 sind in La Plagne und St. Anton die ersten 6-plätzigigen Kabinen an einer Zweiseilumlaufbahn montiert worden. Aufgrund der schnellen Weiterentwicklung der Einseilumlaufbahnen haben sich die Zweiseilumlaufbahnen nach dem Prinzip Wallmannsberger hauptsächlich dort durchgesetzt, wo eine Pendelbahn durch eine Bahn mit höherer Förderleistung und Windstabilität und ohne Trassenänderung bzw. Beibehaltung der vorhandenen Stützen mit geringem Stromverbrauch und Personalaufwand ersetzt werden sollte. So ist 1995 eine 15er Kabinen Zweiseilumlaufbahn mit einer Förderleistung von 2000 P/h als neue Penkenbahn eingeweiht worden.¹⁸

3S Bahnen, die eigentlich auch Zweiseilumlaufbahnen sind, kennzeichnen sich durch zwei Tragseile und ein Zugseil. Eine erste solche Bahn ist von Von Roll als „Alpin-Express“ mit einer Förderleistung von 1500 P/h 1994 in Saas Fee fertiggestellt worden. Sie ist mit Kabinen bestückt, die je 30 Fahrgästen Platz bieten und einer eigenen selbstangetriebenen Bergungskabine.¹⁹



Abbildung 3.4: Erste 3 S Bahn von Von Roll 1994 in Saas Fee (Quelle: Schmoll 2000b, S 63)

¹⁷Vgl. Schmoll 2000b, S 50ff

¹⁸Vgl. Schmoll 2000b, S 57ff

¹⁹Vgl. Schmoll 2000b, S 63f

3.2.3 Funitel

Bevor es zum System Funitel gekommen ist hat der französische Seilbahningenieur Denis Creissels die erste DMC (Double Mono Cable) Seilbahnanlage entwickelt. Dieses Seilbahnsystem ist durch zwei synchronisierte parallel laufende Förderseile gekennzeichnet. Die erste Anlage ist 1984 in Serre Chevalier mit 18 zwanzigplätzigen Kabinen mit einer Förderleistung von 1270 P/h errichtet worden. In Österreich ist nicht das System DMC, sondern das von der Firma Doppelmayr entwickelte System DLM (Double Loop Monocable), mit einer durchgehenden Doppelschleife als geschlossener Kreis verwendet worden, welches 1989 in Sölden mit einer Leistungsfähigkeit von 3600 P/h zum Einsatz gekommen ist.²⁰

Im US-amerikanischen Squaw Valley hat die Firma Garaventa 1998 das System Funitel erstmals gebaut. Das System stammt, ebenso wie der Typ DMC, vom Franzosen Denis Creissels, allerdings unter Mithilfe eines weiteren Franzosen, namens Pierre Josserand. Sie haben die Eigenschaften der zuvor verwendeten DLM Bahnen weiterentwickelt, indem sie den Abstand zwischen den beiden Seilen so weit vergrößerten, dass das Grenzprofil der Kabine zwischen den beiden Strängen des Förderseils liegt. Das Resultat ist eine Seilbahn gewesen, die selbst bei Windgeschwindigkeiten von 100 km/h den Betrieb aufrecht erhalten konnte. Die Weiterentwicklung am Abstand der Seile, die damit kürzere Aufhängung der Funitel Kabinen und die aus dem Wind resultierende Kräfte auf das Seil sind in Abbildung 3.5 dargestellt.²¹

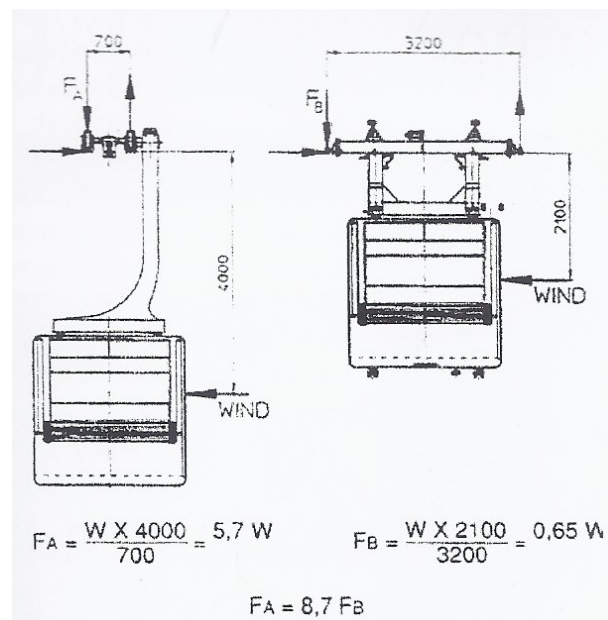


Abbildung 3.5: Vergleich der Systeme DMC und Funitel (Quelle: Schmoll 2000b, S 69)

²⁰Vgl. Schmoll 2000b, S 68f

²¹Vgl. Schmoll 2000b, S 70

4 Anforderungen an Seilbahnen

Um Seilbahnsysteme vergleichen zu können, müssen Anforderungen an diese gestellt werden. Diese Anforderungen, die u.a von ÖNORMEN zitiert werden, sind bei der Wahl des Seilbahnsystems von bedeutender Rolle.

Bevor Anforderungen an Seilbahnen im alpinen Raum gestellt werden können, muss zuerst der „Zweck der Seilbahn“²² definiert werden:

Diese Arbeit beschäftigt sich mit Seilbahnen, die sowohl für den Winter- als auch Sommerbetrieb vorgesehen sind.

4.1 Anforderungen an die Trasse

Prinzipiell ist die Trasse von Seilschwebbahnen „so zu wählen, dass für die Sicherheit der beförderten Personen, des Personals und Dritter im Betrieb, sowie außer Betrieb keine Gefährdung zu erwarten ist.“²³

Die Trassenverhältnisse sind durch die vorliegenden geologischen und geotechnischen Bedingungen geprägt. Zusätzlich ist aber auch auf natürliche Bedrohungen, wie Wildbach- und Lawinenabgängen acht zu geben.²⁴ Bei unzureichender Sicherung sind Schutzmaßnahmen vorzusehen.²⁵ An Standorten für Stützen muss neben den technischen Anforderungen (z.B. ausreichende Stabilität) auch auf Besitzverhältnisse geachtet werden. Es ist eine Zustimmung vom Besitzer des Grundstücks, über das die Seilbahn gespannt wird, einzuholen, damit die Seilbahn errichtet werden kann.²⁶

Grundsätzlich werden die Seile zwischen den Stationen einer Seilschwebbahn geradlinig und mit gleichbleibender Spurweite angeordnet. Bei Einseilbahnen ist es allerdings erlaubt, ohne Berücksichtigung von Windeinwirkungen und dynamischen Einflüssen einen Anlaufwinkel des Förderseils, bei Zweiseilbahnen des Tragseils auf die Rollenbatterien von bis zu 0,005 rad zuzulassen. Bei größeren Ablenkungen können z.B. Zwischenstationen angeordnet werden.²⁷

²²Sedivy 2012, S 94

²³ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 15

²⁴Vgl. Sedivy 2012, S 95

²⁵Vgl. ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 15

²⁶Vgl. Sedivy 2012, S 95

²⁷Vgl. ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 16

4.2 Anforderungen an den Betrieb

Wenn die Seilbahn auch im Sommer durch Fußgänger genutzt werden soll, muss die Ein- und Ausstiegssituation dem Fußgänger gerecht werden. Das bedeutet, dass die Fahrzeuge in diesem Bereich mit niedrigerer Geschwindigkeit fahren müssen. Außerdem muss kalkuliert werden, dass bei kuppelbaren Bahnen der Betrieb aufgrund von Wartungsarbeiten länger still steht.²⁸

Eine weitere Anforderung an den Betrieb ist die Beachtung der tatsächlichen Förderleistung. Es ergibt sich mithilfe der Formel 5.1 eine theoretische Förderleistung, die aber nicht eingehalten werden kann. Grund dafür ist das Individualitätsverhalten der Fahrgäste, speziell in Kabinen mit weniger Fassungsvermögen (z.B. 6er Kabinen).²⁹

4.3 Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr

Allgemeine Sicherheitsgrundsätze, die bei der Planung und beim Bau einzuhalten sind, sind in ÖNORM EN 12929-1 aufgelistet.

Sicherheitsanforderungen sollen folgende Gefährdungsbilder reduzieren bzw. vermeiden.

- a) „Fehlende Übereinstimmung der Ausführung der Anlagen mit den vorgelegten Unterlagen;
- b) Fehlerhaftes Zusammenwirken der einzelnen Bauteile untereinander und mit dem örtlichen Umfeld;
- c) Mängel infolge von langer Betriebsdauer, längeren Stillständen oder wiederholten und lang andauernden Betriebszuständen;
- d) Einsatz von ungenügend qualifiziertem und eingeschultem Betriebspersonal;
- e) Betrieb bei fehlerhaftem Zustand der Anlage und ihrer Bauteile;
- f) Fehlende Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes der Anlage und ihrer Teile;
- g) Gefahren aus dem Umfeld
- h) Fehlen oder Nichtbeachtung eines Verfahrens.“³⁰

Die Sicherheit soll unter anderem durch folgende drei Punkte erhöht werden, wobei die Resultate der Betriebskontrollen und der Instandhaltung sowie der gesetzten Maßnahmen in schriftlicher Form aufgehoben werden müssen:

²⁸Vgl. Sedivy 2012, S 95

²⁹Vgl. Sedivy 2012, S 96

³⁰ÖNORM EN 1709 (2005), S 9

- „Erprobung vor der Abnahme der Anlage, um das planmäßige Zusammenwirken der einzelnen Bauteile untereinander und der gesamten Anlage mit dem örtlichen Umfeld festzustellen;
- Instandhaltung zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes der Anlage und ihrer Bauteile;
 - * Wartung: hier ist die Reinigung, Konservierung, Schmierung, Ergänzung, Auswechslung und das Nachstellen von Bauteilen vorzunehmen
 - * Inspektion: Der Istzustand muss gemessen, geprüft und beurteilt werden. Es muss eine erstmalige Inspektion der Bauteile, monatliche Inspektionen, Inspektionen bei unterbrochenem Betrieb, jährliche Inspektionen, besondere mehrjährige Inspektionen und Sonderinspektionen vorgenommen werden.
 - * Instandsetzung: Bauteile werden hier bearbeitet bzw. ersetzt.
 - * Erneuerung von Bauwerken
- Tägliche Betriebskontrolle, um die Betriebsbereitschaft vor und während des Betriebes festzustellen
 - * Tägliche Betriebskontrollen und Kontrollfahrt vor Aufnahme des Fahrgastbetriebes
 - * Betriebskontrollen während des Betriebes
 - * Betriebskontrollen und Kontrollfahrten nach besonderen Ereignissen (z.B. Sturm, Gewitter, Eis, Lawinen, Blitzschlag)³¹

4.4 Wirtschaftlichkeitsanforderungen

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Seilbahn beginnt bei der Planung mit einer Kosten-Nutzen-Analyse. Danach gilt es die Anlage- bzw. Baukosten zu optimieren. Ein kuppelbares Seilbahnsystem hat eine Nutzungsdauer von ca. 15 bis 25 Jahren. Während dieses Lebenszyklus sollen Betriebs- und Instandhaltungskosten minimal sein.³²

4.5 Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Bedingungen

Ein wichtiger Faktor, der hier eine Rolle spielt ist die Temperatur. Nachdem Seilbahnen für Winter-sportgebiete auch in höher gelegenen Gebieten, wie z.B. auf Gletschern gebaut werden, ist mit Verei-

³¹ÖNORM EN 1709 (2005), S 9ff

³²Vgl. Sedivy 2012, S 94

sungen zu rechnen. Aber auch heftiger Niederschlag, in Form von Schnee ist zu berücksichtigen. Eine weitere Belastung für eine Seilbahn stellt der Wind dar. Speziell bei Seilbahnen mit größeren Bodenabstand oder solchen in von Wald ungeschützten Gebieten müssen die Anforderungen gegenüber Windbelastungen höher sein.³³

³³Vgl. Sedivy 2012, S 95

5 Theoretische Grundlagen zu Seilbahnsystemen

In diesem Kapitel werden die wichtigsten theoretischen Grundlagen der Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen, aus technischer, betrieblicher und wirtschaftlicher Sicht erläutert, um danach einen Vergleich anstellen zu können. Außerdem wird kurz zur Abgrenzung auf das Pendelsystem eingegangen.

5.1 Einseilumlaufbahnen

Einseilumlaufbahnen sind derzeit die beliebtesten Seilbahnen. Dieses System zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass es nur mit einem Seil funktioniert. Dieses Seil ist sowohl Zug- als auch Tragseil. Es wird deshalb auch Förderseil genannt. Einseilumlaufbahnen können als fixe Einseilumlaufbahnen ausgeführt werden, d.h., dass die Fahrzeuge, wie Sessel dauerhaft am Seil befestigt sind oder als kuppelbare Einseilumlaufbahnen, bei denen die Fahrzeuge in den Stationen vom Seil getrennt werden und durch ihre langsame Fortbewegung das Ein- und Aussteigen der Fahrgäste erleichtern.³⁴

³⁴Vgl. Sedivy 2012, S 130

5.1.1 Antrieb und Spanneinrichtung

Seilbahnen werden heutzutage elektrisch betrieben und benötigen eine Spanneinrichtung, da die Fahrzeuge sonst nicht die Zwischenstützen befahren könnten. Der Antrieb, der aus Motor, Getriebe und Antriebsscheibe besteht und die Spanneinrichtung können entweder zusammen (Stelling'scher Antrieb) in der Tal- oder Bergstation untergebracht sein oder getrennt (Abbildung 5.1).³⁵ Ganz allgemein müssen Seilschwebbahnen über einen Hauptantrieb und einen Notantrieb verfügen. Ein zusätzlicher Hilfsantrieb ist nur unter gewissen Umständen (Verkehrsbedürfnissen) einzurichten.³⁶ Außerdem „müssen in der Antriebsstation mindestens zwei voneinander unabhängige Bremssysteme vorhanden sein“³⁷. Um die Motorleistung zu definieren ist einerseits die sogenannte Umfangskraft zu berechnen und andererseits ist bei kuppelbaren Bahnen die Kraft, die über das Seil übertragen wird um die Kabinen in den Stationen weiterzubewegen, nicht zu vergessen. Die Kraft für die Fortbewegung der Kabinen in den Stationen kann aber auch z.B. direkt von der Antriebsscheibe über Kardanwellen genommen werden.³⁸

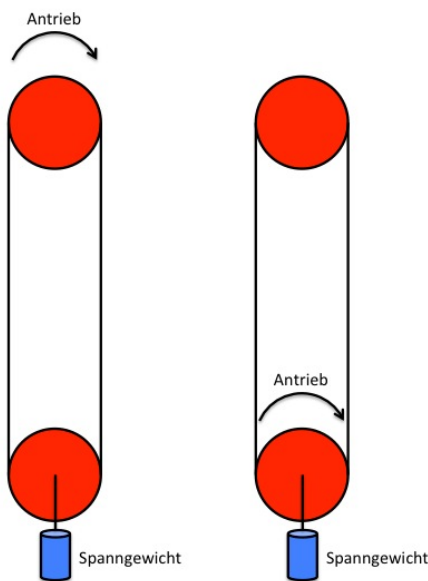


Abbildung 5.1: Antrieb und Spanneinrichtung getrennt (links), Antrieb und Spanneinrichtung zusammen (rechts) (Eigene Darstellung. Vgl.: Sedivy 2012, S 135f)

Aus drei verschiedenen Antrieben kann gewählt werden:

Oberflurantrieb, der sich dadurch kennzeichnet, dass die Komponenten Elektromotor, Getriebe, Betriebs- und Sicherheitsbremse, der Diesel-hydraulische Notantrieb und die Antriebsscheibe Zahnkranz

³⁵Vgl. Sedivy 2012, S 136

³⁶Vgl. ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 29f

³⁷ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 30

³⁸Vgl. Sedivy 2012, S 136

für den Notantrieb über dem Bahnsteig, wenn die Antriebsstation gleichzeitig Spannstation ist auf einem beweglichen Rahmen angeordnet sind.³⁹

Der Unterflurantrieb ist im Gegensatz zum Oberflurantrieb unter dem Bahnsteig angebracht. Das bedeutet zwar einerseits, dass ein eigener Antriebsraum gebaut werden muss, aber andererseits auch, dass dadurch weniger Lärm am Bahnsteig ankommt, die Komponenten vor der Witterung geschützt sind, das Antriebsmoment nicht die Station belastet und die höchste Antriebsleistung erzielt werden kann. Allerdings besteht aufgrund der Verankerung des Unterflurantriebs nicht die Möglichkeit diesen mit der Spannstation in einer Station einzusetzen.⁴⁰

Einzigartig ist der dritte Antrieb, der Direktantrieb von der Firma Leitner. Er kommt ohne Getriebe aus, funktioniert also nach dem Prinzip des langsam laufenden Synchronmotors. Dieser Antrieb wirkt sich vor allem positiv durch den Wegfall des Getriebes auf die Energiekosten, die Laufruhe und die Betriebskosten aus. Durch die Anordnung des Direktantriebs auf einem beweglichen Rahmen oberhalb des Bahnsteigs kann dieser auch mit der Spannstation kombiniert werden. Der Direktantrieb ist aber nicht bei Seilbahnen mit steiler Trassierung einsetzbar, da die Eigenverzögerung (Bremsverzögerung bei Abschalten des Motors) beim Lastfall „bergwärts voll, talwärts leer“ den normativen Wert von $1,25 \text{ m/s}^2$ überschreitet.⁴¹

³⁹Vgl. Nejez 2012, S 12ff

⁴⁰Vgl. Nejez 2012, S 12ff

⁴¹Vgl. Nejez 2012, S 12ff

5.1.2 Stationen

Eine Einseilumlaufbahn hat zumindest eine Tal- und eine Bergstation. Diese Stationen dienen einerseits zum ein- und aussteigen der Fahrgäste und andererseits zum Umlenken des Seils. Bei der Stationseinfahrt werden die Wagen an einer Kuppelstelle K ausgekuppelt und entlang von einer eigenen Fahrbahn mithilfe eines Fahrzeugverzögerers auf eine Geschwindigkeit von 0,3 m/s verzögert. Nach dem Aus- und Einsteigen der Fahrgäste werden die Fahrzeuge wieder mithilfe eines Fahrzeugbeschleunigers beschleunigt und an das Förderseil gekuppelt (Siehe Abbildung 5.2). Außerdem beinhalten die Stationen Antriebs- und Spannvorrichtungen.

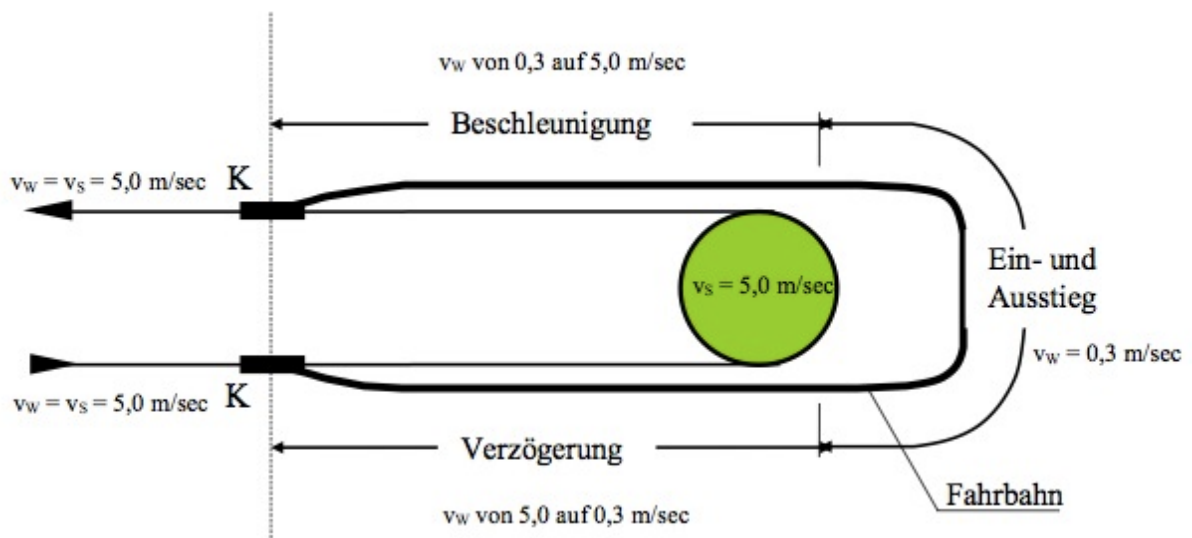


Abbildung 5.2: Stationsdurchfahrt EUB (Quelle: Sedivy 2012, S 128)

Es besteht aber auch die Möglichkeit zusätzlich Zwischenstationen zu bauen, die eine weitere Ein- und/oder Ausstiegsmöglichkeit bieten. Diese Stationen können auch für eine etwaige Richtungsänderung der Seilbahn benutzt werden. Dazu müssen allerdings Einrichtungen zur Richtungsänderung des Seils installiert werden, wie zwei Seilschleifen, die in der Zwischenstation angetrieben und am Berg oder im Tal abgespannt werden. (Siehe Abbildung 5.3)



Abbildung 5.3: Seilscheibe mit doppelter Rille für zwei Seilschleifen (Zwischenstation EUB Wagstätzbahn 1+2, Jochberg), eigenes Foto, Stand: 29.12.2014)

Eine Besonderheit muss auf jeden Fall bei der Bergstation einer Einseilumlaufbahn beachtet werden. Das Seil darf an der ersten Stütze nach der Station nicht tiefer sein als in der Station ($\Delta h \geq 0$ in Abbildung 5.4). Außerdem muss die Länge dieses ersten Seilfeldes mindestens das 1,2 fache der Bremsstrecke l sein, um eine fehlgekuppelte oder mit zu geringer Klemmkraft gekuppelte Kabine vor der ersten Stütze anzuhalten.⁴²

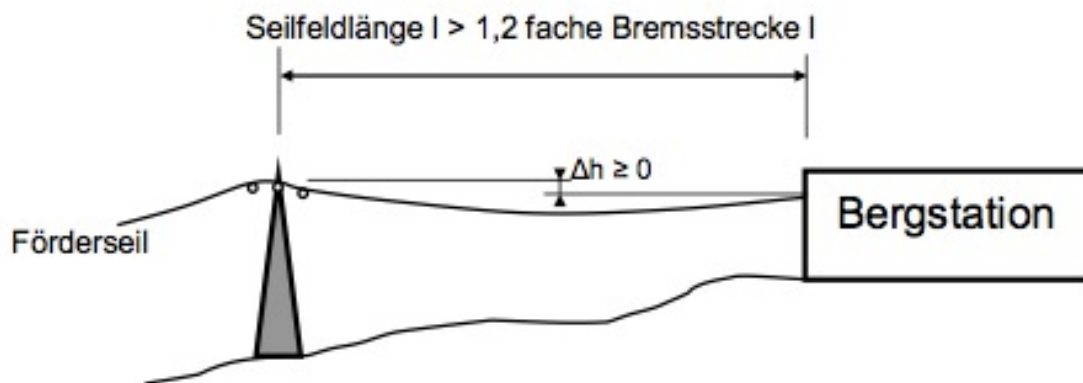


Abbildung 5.4: Sicherheitsvorschrift an der Bergstation für eine EUB (Quelle: Sedivy 2012, S 131)

5.1.3 Strecke

Das Seil, auf dem die Fahrzeuge einer Einseilumlaufbahn befördert werden, muss mithilfe von Stützen hochgehalten werden. Dabei wird der Bereich zwischen zwei Stützen als Seilfeld bezeichnet. Die Höhe der Stützen hängt vom Durchhang und dem erforderlichen Mindestbodenabstand ab. Die Kabinen müssen einen Mindestabstand, der von der Nutzung des überfahrenen Geländes abhängig ist von 2,5 m vom Boden einhalten. Der Maximalabstand ist durch die Art der Bergung vorgegeben. Bei der Bergung durch Abseilen darf die Abseilhöhe nicht größer als 100 m sein.⁴³

Das Förderseil wird auf Seilrollen, die zu Rollenbatterien zusammengefasst werden auf Stützen gehalten. Bei Einseilumlaufbahnen können Tragrollen, Niederhalterollen und/oder Wechsellastbatterien eingesetzt werden. An Tragrollen sind Seilfänger (Seilfangschuhe) und an Niederhalterollen und Wechsellastbatterien zusätzlich Seilfangarme anzuordnen. Zusätzlich muss an der Einlaufseite einer Rollenbatterie eine Anlage vorhanden sein, die die Seilbahnanlage automatisch stoppt, wenn ein Seil entgleist. Ab vier Seilrollen pro Rollenbatterie je Lastrichtung muss diese Einrichtung auch an der Auslaufseite vorhanden sein.⁴⁴ Dies kann bei den Produkten der Firma Doppelmayr mithilfe des Rope-Position-Dedection (RPD) Systems bzw. bei der Firma Leitner mithilfe des Cable-Position-Systems (CPS) geschehen. Diese Systeme erkennen die Gefahr der Seilentgleisung und stoppen automatisch rechtzeitig den Fahrbetrieb.

⁴²Vgl. Sedivy 2012, S 131

⁴³Vgl. ÖNORM EN 1909 (2005), S 9

⁴⁴Vgl. ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 40

5.1.4 Seil/Seilbemessung

Seile oder Stahldrahtseile (1 in Abbildung 5.5) für Seilbahnen bestehen aus Stahldrähten (2 in Abbildung 5.5). Diese Drähte werden zu einzelnen Litzen verseilt (3 in Abbildung 5.5). Zum Schluss werden noch die Litzen um eine Einlage (4 in Abbildung 5.5) verseilt.⁴⁵

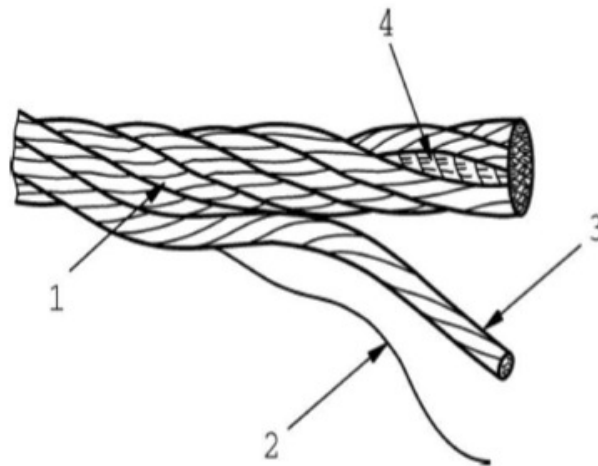


Abbildung 5.5: Stahldrahtseilaufbau, 1=Drahtseil, 2=Draht, 3=Litze, 4=Einlage (Quelle: Sedivy 2012, S 6)

Die Seile müssen aber nicht unbedingt einen kreisförmigen Querschnitt besitzen, sie können z.B. auch als Keildraht mit trapezförmigen Querschnitt oder als Z-Draht mit Z-förmigen Querschnitt ausgeführt werden. In einer Verseilmaschine werden die Seilkonstruktionen durch Verflechten der Stahldrähte- bzw. Litzen hergestellt. Mithilfe der sogenannten „Flechtformel“ können die Anzahl der Litzen und die Anzahl der Drähte je Litze beschrieben werden.⁴⁶

Abbildung 5.6 zeigt ein Litzenseil aus einlagigen Litzen, das als Zug- oder Förderseil genutzt wird.



Abbildung 5.6: Litzenseil aus einlagigen Litzen (Seilnennendurchmesser: 7 bis 32mm) (Quelle: Sedivy 2012, S 10)

⁴⁵Vgl. Sedivy 2012, S 6

⁴⁶Vgl. Sedivy 2012, S 6f

Als Grundlage für die Seilbemessung dient die Zug- und Biegebeanspruchung. Andere Beanspruchungen sind gegenüber den vorher genannten vernachlässigbar klein bzw. nicht erfassbar und deswegen nicht zu berücksichtigen.⁴⁷

Die Zugsicherheit $n_z = \frac{F_c}{S}$ (F_c =Bruchkraft des Seils, S = Seilspannkraft) bei Förderseilen muss zwischen den Werten 4,0 und 20,0 liegen.⁴⁸

Bei der Biegebeanspruchung muss zwischen freier Biegung und erzwungener Biegung unterschieden werden. Der Nachweis der zulässigen Beanspruchung infolge der freien Biegung, bei Förderseilen ist erbracht, wenn das Querlastverhältnis $\eta = \frac{S_{min}}{Q_{max}}$ (S_{min} =minimale Seilspannkraft, Q_{max} =Gewicht eines vollbesetzten Wagens) größer als 15, bei Einzelklemmen oder größer als 12, bei Doppelklemmen ist. Das Verhältnis von Seilscheibendurchmesser D und Seildurchmesser d muss größer oder gleich 80 sein, um den Nachweis der zulässigen Beanspruchung infolge der erzwungenen Biegung bei Förderseilen zu erfüllen.⁴⁹

5.1.5 Kabinen

Die Kabinen werden von verschiedenen Firmen produziert und können vom Seilbahnbetreiber bei der Bestellung konfiguriert werden. Derzeit können laut der Firma Leitner Kabinen mit einem Fassungsvermögen von bis zu 15 Fahrgästen⁵⁰ verwendet werden. Die Lautsprecher für die Fahrgastinformationen können bei EUB sowohl auf den Stützen, hier ist allerdings eine maximale Seilfeldlänge von ca. 300m einzuhalten als auch in den Kabinen angeordnet werden.

5.1.6 Leistungsfähigkeit

Die theoretische Förderleistung M (in Personen pro Stunde und Richtung) einer Einseilumlaufbahn hängt vom Wagenfassungsraum P , dem Wagenabstand w und der maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeit v_{max} unter folgenden Beziehungen ab:

$$M = \frac{3600 \cdot P}{t_F}, \text{ wobei } t_F = \frac{w}{v_{max}} = \text{Folgezeit} \quad (5.1)$$

⁴⁷Vgl. Sedivy 2012, S 90

⁴⁸Vgl. Sedivy 2012, S 92f

⁴⁹Vgl. Sedivy 2012, S 93

⁵⁰Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen>), 10.03.2015

Die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit ist z.B. mit 6,0 m/s vorgegeben. Durch das Ein-und Aussteigen der Fahrgäste ist die kleinste mögliche Folgezeit mit 9,0 s anzusetzen.⁵¹

5.1.7 Kosten

Die Kosten eines Seilbahnsystems setzen sich ganz allgemein aus Investitionskosten und Betriebskosten zusammen. Unter Investitionskosten sind vor allem die Planungskosten der zuständigen Planungsfirma und die Baukosten der gesamten Anlage zu verstehen. Betriebskosten setzen sich hauptsächlich aus Energie-, Personal-, und Instandhaltungskosten zusammen. Zu den Instandhaltungskosten zählen die Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Erneuerungskosten.

Um Kosten bei der Errichtung zu sparen kann die Talförderung, also die maximale Anzahl an Fahrgästen pro Kabine für die Talfahrt geringer ausfallen als die Bergförderung. Die Talförderung wird in Prozent angegeben und bezieht sich auf die 100% der Bergförderung.

Die Firma Leitner bietet ein Modulsystem für Einseilumlaufbahnen an, das die Kosten für den Bau einer solchen Bahn senken soll.

5.2 3S Bahnen

3S Bahnen gehören zu der Gruppe der Zweiseilumlaufbahnen. Sie bestehen aber im Gegensatz zu gewöhnlichen Zweiseilumlaufbahnen nicht aus insgesamt zwei Seilen, sondern aus drei, nämlich zwei Tragseilen und einem Zugseil. Die nachfolgenden Grundlagen können mit den für Zweiseilumlaufbahnen angepassten Parametern für diese übernommen werden.

5.2.1 Antrieb und Spanneinrichtung

Die Tragseile einer 3S Bahn werden in den Stationen fest in Verankerungspollern, die aus Beton gefertigt sind verankert und gespannt. Ähnlich zu den Einseilumlaufbahnen können drei verschiedene Antriebstypen unterschieden werden. Der Oberflur-, Unterflur- und Direktantrieb von der Firma Leitner, wobei letzterer erstmals 2015 an einer 3S Bahn in Betrieb genommen wird. Die beiden anderen Antriebe bestehen aus einer horizontalen Treibscheibe, einem Tragrahmen und den Getriebekomponenten (z.B. Betriebsbremse und Sicherheitsbremse). Außerdem muss für den Notfall ein dieselbetriebener, vom Strom nicht abhängiger Antrieb, der mit der Treibscheibe verbunden ist, vorhanden sein.⁵²

⁵¹Vgl. VU Seilbahnen Übungsprogramm, Folien Johannes Kehrner, S 8

⁵²Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/3S-und-2S-Bahnen>), 26.11.2014

5.2.2 Stationen

Ein 3S Bahn System beinhaltet mindestens zwei Stationen, nämlich eine Tal- und eine Bergstation. Es besteht die Möglichkeit Zwischenstationen anzuordnen.

Die Tragseile werden fix verankert während das Zugseil als Endlosschleife ausgeführt wird. (Siehe Abbildung 5.7) Bei der Stationseinfahrt werden die Wagen an einer Kuppelstelle K ausgekuppelt und entlang von einer eigenen Fahrbahn mithilfe eines Fahrzeugverzögerers auf eine Geschwindigkeit von 0,3 m/s verzögert. Nach dem Aus- und Einsteigen der Fahrgäste werden die Fahrzeuge wieder mithilfe eines Fahrzeugbeschleunigers beschleunigt und von der Fahrbahn auf die Tragseile befördert. Dabei besteht laut der Firma Doppelmayr die Möglichkeit, die Fahrzeuge auf eine Fahrgeschwindigkeit von bis zu 8,5 m/s zu beschleunigen.

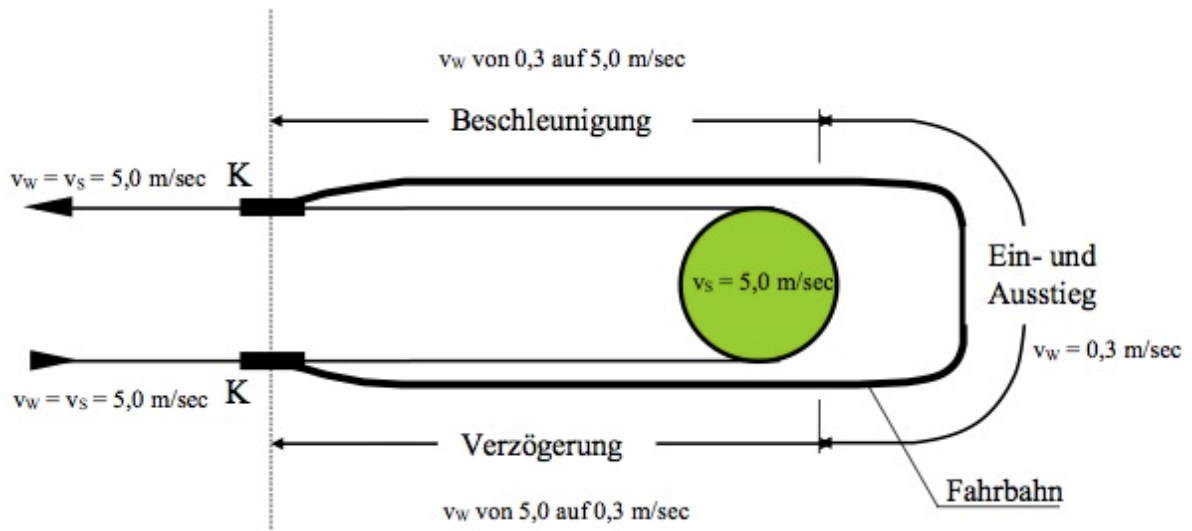


Abbildung 5.7: Stationsdurchfahrt 3S Bahn, die Werte für die Geschwindigkeit sind hier allerdings anders (z.B. $v_s=7,0 \text{ m/sec}$) (Quelle: Sedivy 2012, S 128)

Aufgrund der Kupplungsstelle bzw. einer eventuellen Fehlkupplung ist bei der Stationsausfahrt von 3S Bahnen darauf zu achten, dass die Strecke zwischen Station und erster Stütze eine Mindestlänge von $1,2 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot a}$ (v =Wagengeschwindigkeit und a =kleinste gewährleistete Verzögerung) aufweist, um den Wagen von der Weiterfahrt zu hindern (Abbildung 5.8). Außerdem muss auch die Höhendifferenz ein Mindestmaß überschreiten. ($\Delta h \geq 1,2 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$, wobei mit v die Geschwindigkeit des Wagens und mit g die Erdbeschleunigung gemeint ist)⁵³

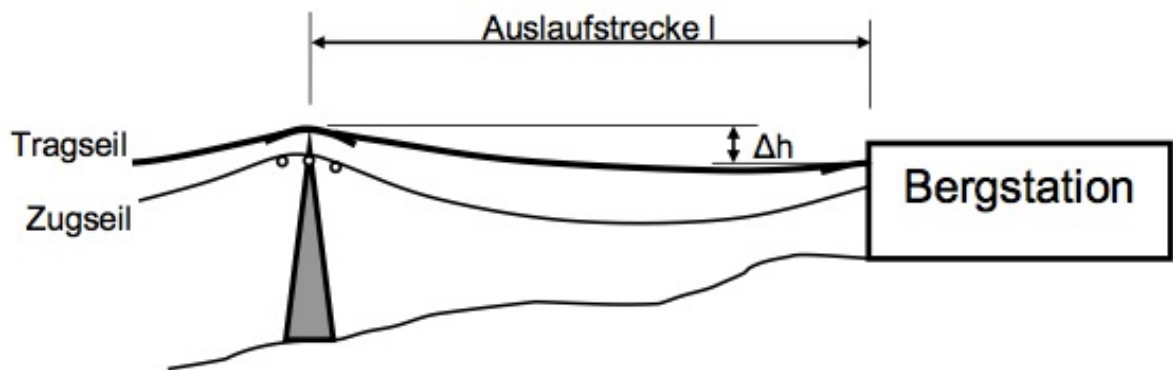


Abbildung 5.8: Sicherheitsvorschrift Bergstation für eine 3S Bahn (Quelle: Sedivy 2012, S 129)

5.2.3 Strecke

Durch die Verwendung von zwei Tragseilen können größere Seilfelder und Kabinen mit mehr Fassungsvermögen eingesetzt werden. Allerdings ist die Trassierung durch den Entfall von Niederhalterollen beschränkt.

Aufgrund des Einsatzes eines unter den Tragseilen verlaufenden Zugseils besteht die Gefahr, dass sich dieses Zugseil bei hohen dynamischen Lasten über die Tragseile schlägt. Dies kann durch einen sogenannten Zugseilreiter bzw. Seilreiter verhindert werden. Außerdem stabilisiert der Zugseilreiter die Tragseile und dient als Führung für das Zugseil, sodass größere Seilfelder entstehen können.⁵⁴

⁵³Vgl. Sedivy 2012, S 128f

⁵⁴Vgl. Sedivy 2012, S 122f



Abbildung 5.9: Zugseilreiter einer 3S Bahn (Quelle: Sedivy 2012, S 123)

Auch bei 3S Bahnen müssen wie bei EUB Seilfänger installiert werden. Zusätzlich sind Seileinweiser anzubringen. Die Seilbahn muss außerdem durch eine Einrichtung automatisch gestoppt werden, wenn:

- a) „das Zugseil das Tragseil berührt;
- b) das Zugseil auf der Strecke oder in der Station eine sicherheitsgefährdende Fehllage einnimmt.“⁵⁵

„Von der Anforderung nach a) kann bei Zweiseil-Umlaufbahnen, bei denen die Fahrzeuge in gleichmäßigen Abständen am Seil verteilt sind, abgesehen werden, wenn rechnerisch nachgewiesen wird, dass eine Berührung zwischen Zugseil und Tragseil auch bei Berücksichtigung dynamischer Vorgänge auszuschließen ist.“⁵⁶

Der maximale Abstand zwischen Fahrzeug und Boden ist nicht durch die Notwendigkeit des Bergens durch Abseilen beschränkt. Es kann nämlich ein sogenanntes Räumungskonzept verwendet werden, das durch einen unabhängigen Notantrieb sicherstellt, dass alle Fahrzeuge bei den diversen Gefährdungsbildern in die Stationen zurückgeführt werden können. Vorteil dieser Art der Räumung ist, dass nicht eine ganze Bergemannschaft bereit gestellt werden muss und die Fahrgäste einen höheren Komfort genießen.⁵⁷

Des weiteren kann die Bergung neben den oben beschriebenen Räumungskonzept auch mithilfe von unabhängig angetriebenen Bergungsfahrzeugen erfolgen.

5.2.4 Seil/Seilbemessung

Die Daten zur Seilherstellung können von 5.1.4 übernommen werden.

⁵⁵ÖNORM EN 12929-1 (2005), S40

⁵⁶ÖNORM EN 12929-1 (2005), S40

⁵⁷Vgl. ISR online (<http://www.isr.at/Raemungskonzept-statt-Bergungskonzept.392+M54a708de802.0.html>), Interview vom 21.04.2011

Allerdings werden für 3S Bahnen drei Seile, nämlich zwei Trag- und ein Zugseil benötigt. Die Tragseile bzw. das Zugseil unterscheiden sich natürlich im Aufbau. So wird ein Tragseil z.B. als vollverschlossenes Spiralseil ausgeführt (siehe Abbildung 5.10) und das Zugseil z.B. als Litzenseil (siehe Abbildung 5.6).⁵⁸

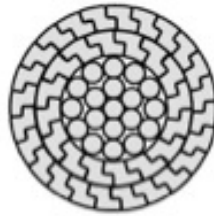


Abbildung 5.10: Spiralseil vollverschlossen (Quelle: Sedivy 2012, S 9)

Beim Zugseil von 3S Bahnen müssen bezüglich Zugsicherheit und Biegebeanspruchung folgende Kriterien eingehalten werden:

- * Zug: $4,0 \leq n_z = \frac{F_c}{S} \leq 20,0$
- * Freie Biegung: $\eta = \frac{S_{min}}{Q_{max}} \geq 15$ (bei Einzelklemme), ≥ 12 (bei zwei Klemmen)
- * Erzwungene Biegung: $\frac{D}{d} \geq 80$ ⁵⁹

Bei den Tragseilen müssen folgende Werte eingehalten werden:

- * Zug: n_{zmin} im Betrieb $= \frac{F_c}{S} = 3,15$
- * Freie Biegung: $\eta = \frac{S_{min}}{Q_{max}} \geq 10$ (für Gewichte oder hydraulisch abgespannte Tragseile), ≥ 8 (für fix abgespannte Tragseile)
- * Erzwungene Biegung: $\frac{D}{d} \geq 300$ (bei beweglichen Tragseil, Stützenschuhe) $\frac{D}{d} \geq 65$ (bei nicht beweglichen Tragseil, z.B. Trommelverankerung)⁶⁰

5.2.5 Kabinen

Kabinen für 3S Bahnen werden in den meisten Fällen mit Sitz- und Stehplätzen ausgeführt. Sie können vom Seilbahnbetreiber konfiguriert werden. Das Fassungsvermögen pro Kabine beträgt maximal

⁵⁸Vgl. Sedivy 2012, S 9f

⁵⁹Vgl. Sedivy 2012, S 92f

⁶⁰Vgl. Sedivy 2012, S 91f

35⁶¹ Fahrgäste. Außerdem dienen manche Kabinen als Attraktion, wie z.B. eine in Kitzbühel, die mit einem Glasboden ausgestattet ist. (Siehe Abbildung 5.11)

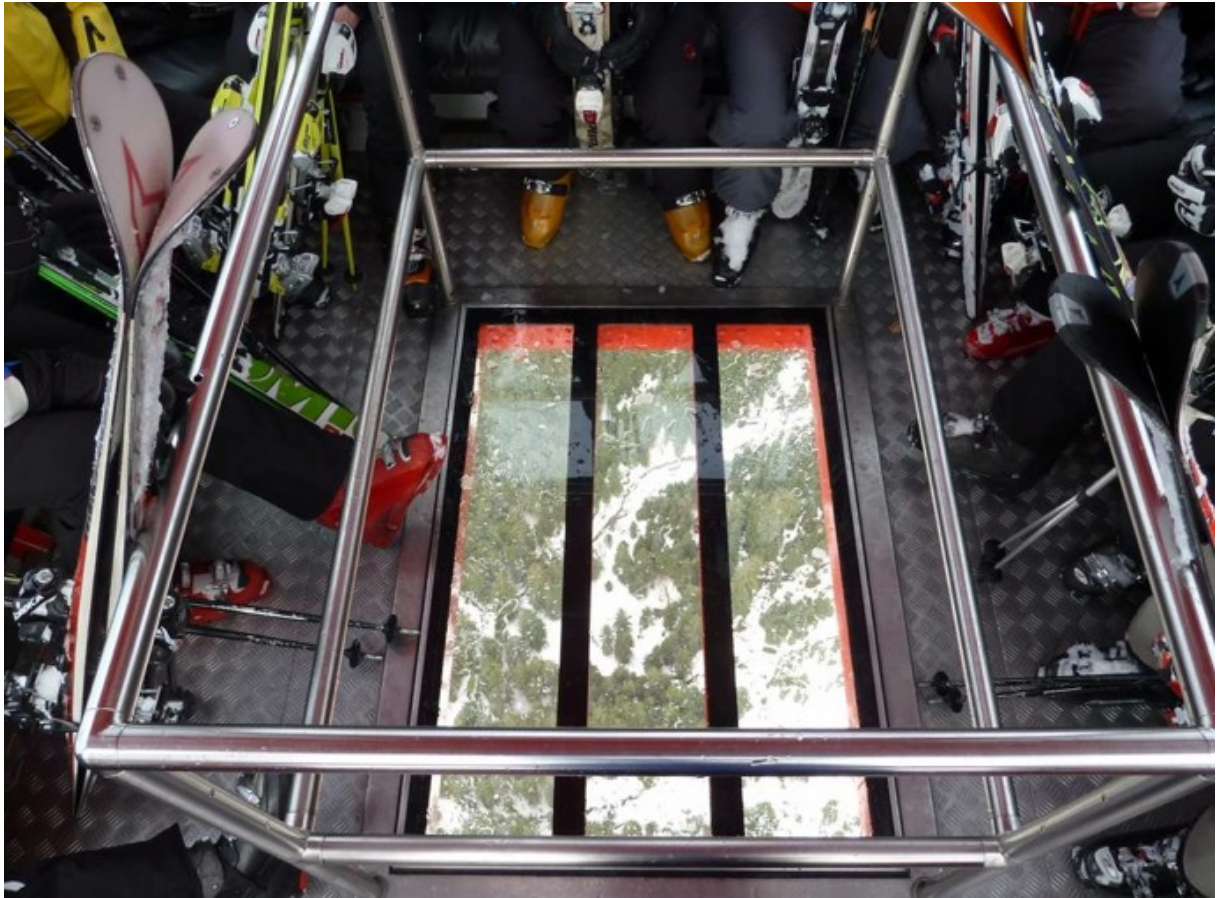


Abbildung 5.11: 3S Bahn Kitzbühel, Glasboden in Kabine (Quelle: <http://www.skiresort.de/lifte-bahnen/liftypen/lifftyp/3-s-bahnen/>)

Die Lautsprecher für die Fahrgastinformationen können bei 3S Bahnen sowohl auf den Stützen, hier ist allerdings eine maximale Seilfeldlänge von ca. 300m einzuhalten, als auch in den Kabinen angeordnet werden.

5.2.6 Leistungsfähigkeit

Die theoretische Förderleistung M (in Personen pro Stunde und Richtung) einer 3S Bahn hängt vom Wagenfassungsraum P , dem Wagenabstand w und der maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeit v_{max} unter folgenden Beziehungen ab:

$$M = \frac{3600 \cdot P}{t_F}, \text{ wobei } t_F = \frac{w}{v_{max}} = \text{Folgezeit} \quad (5.2)$$

⁶¹Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/3s-bahnen/>), 10.03.2015

Die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit ist z.B. mit 8,5 m/s vorgegeben. (siehe Doppelmayr)

5.2.7 Kosten

Die Kosten eines Seilbahnsystems setzen sich ganz allgemein aus Investitionskosten und Betriebskosten zusammen. Unter Investitionskosten sind vor allem die Planungskosten der zuständigen Planungsfirma und die Baukosten der gesamten Anlage zu verstehen. Betriebskosten setzen sich hauptsächlich aus Energie-, Personal-, und Instandhaltungskosten zusammen. Zu den Instandhaltungskosten zählen die Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Erneuerungskosten.

Um Kosten bei der Errichtung zu sparen kann die Talförderung, also die maximale Anzahl an Fahrgästen pro Kabine für die Talfahrt geringer ausfallen, als die Bergförderung. Die Talförderung wird in Prozent angegeben und bezieht sich auf die 100% der Bergförderung.

5.3 Funitel

Das Seilbahnsystem Funitel, erstmals 1998 von der Firma Garaventa gebaut ist eine Doppeleinseilumlaufbahn. Diese Bahn hat pro Richtung zwei Seilstreifen, die jeweils als Trag- und Zugseil dienen.



Abbildung 5.12: System Funitel: Gletscherjet I am Kitzsteinhorn (Quelle: <http://www.lift-world.info/de/lifts/56/photo72.htm>, Stand: 26.11.2014)

5.3.1 Antrieb und Spanneinrichtung

Das System Funitel besteht aus einer doppelt geführten endlosen Seilschleife. Der Abstand beider Seile beträgt ca. drei Meter. Die Seilschleife, die Umlenkstationen, die Spannstation und die Antriebs-scheibe sind in Abbildung 5.13 dargestellt.

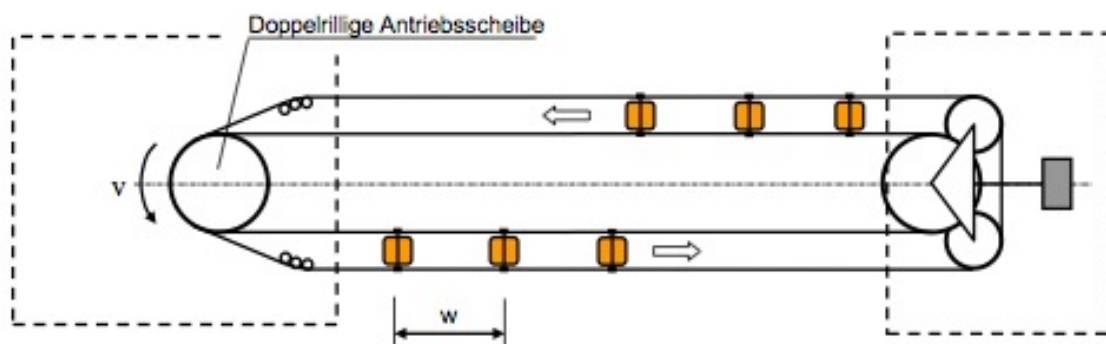


Abbildung 5.13: System Funitel (Quelle: Sedivy 2012, S 146)

5.3.2 Stationen

Eine Funitel Bahn beinhaltet mindestens zwei Stationen, nämlich eine Tal- und eine Bergstation.

In den Stationen wird die Kabine von den Förderseilen abgekuppelt und z.B. wie bei der Galzigbahn über ein Rad auf eine untere Ebene gebracht, um dem Fahrgast einen ebenerdigen Einstieg zu ermöglichen.⁶²

5.3.3 Strecke

Die Seilstreifen des Förderseils werden mithilfe von Stahlstützen gehalten.

Das Förderseil wird auf Seilrollen, die zu Rollenbatterien zusammengefasst werden auf Stützen gehalten. Bei Funitel Bahnen können Tragrollen, Niederhalterollen und/oder Wechsellastbatterien eingesetzt werden. An Tragrollen sind Seilfänger und an Niederhalterollen und Wechsellastbatterien Seilfangarme anzuordnen.

Wie bei den EUB wird auch bei den neu gebauten Funitel Bahnen ein Seillageüberwachungssystem eingesetzt. Das Rope-Position-Dedection (RPD) System der Firma Doppelmayr erkennt die Gefahr der Seilentgleisung und stoppt automatisch den Fahrbetrieb.

5.3.4 Seil/Seilbemessung

Die Daten zur Seilherstellung können von 5.1.4 übernommen werden.

Als Grundlage für die Seilbemessung dient die Zug- und Biegebeanspruchung. Andere Beanspruchungen sind gegenüber den vorher genannten vernachlässigbar klein bzw. nicht erfassbar und deswegen nicht zu berücksichtigen.⁶³

Die Zugsicherheit $n_z = \frac{F_c}{S}$ (F_c =Bruchkraft des Seils, S = Seilspannkraft) bei Förderseilen muss zwischen den Werten 4,0 und 20,0 liegen.⁶⁴

Bei der Biegebeanspruchung muss zwischen freier Biegung und erzwungener Biegung unterschieden werden. Der Nachweis der zulässigen Beanspruchung infolge der freien Biegung, bei Förderseilen ist

⁶²Vgl. galzigbahn online (<http://www.galzigbahn.at/page.php?3>), 28.03.2015

⁶³Vgl. Sedivy 2012, S 90

⁶⁴Vgl. Sedivy 2012, S 92f

erbracht, wenn das Querlastverhältnis $\eta = \frac{S_{min}}{Q_{max}}$ (S_{min} =minimale Seilspannkraft, Q_{max} =Gewicht eines vollbesetzten Wagens) größer als 15, bei Einzelklemmen oder größer als 12, bei Doppelklemmen ist. Das Verhältnis von Seilscheibendurchmesser D und Seildurchmesser d muss größer oder gleich 80 sein, um den Nachweis der zulässigen Beanspruchung infolge der erzwungenen Biegung bei Förderseilen zu erfüllen.⁶⁵

5.3.5 Kabinen

Funitel Bahnen können mit Kabinen geordert werden, die bis zu 24 Fahrgästen Platz bieten. In den Kabinen befinden sich sowohl Steh- als auch Sitzplätze, wobei bis zu 18 Sitzplätze möglich sind.⁶⁶



Abbildung 5.14: Funitel Kabine in Jasna (Quelle: <http://www.isr.at/903.98.html?L=0>)

Die Lautsprecher für die Fahrgastinformationen können bei Funitel Bahnen sowohl auf den Stützen, hier ist allerdings eine maximale Seilfeldlänge von ca. 300m einzuhalten, als auch in den Kabinen angeordnet werden.

5.3.6 Leistungsfähigkeit

Die theoretische Förderleistung M (in Personen pro Stunde und Richtung) einer Funitel Bahn hängt vom Wagenfassungsraum P, dem Wagenabstand w und der maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeit v_{max} unter folgenden Beziehungen ab:

⁶⁵Vgl. Sedivy 2012, S 93

⁶⁶Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), 13.03.2015

$$M = \frac{3600 \cdot P}{t_F}, \text{ wobei } t_F = \frac{w}{v_{max}} = \text{Folgezeit} \quad (5.3)$$

Die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit ist z.B. mit 7,0 m/s vorgegeben.(siehe ÖNORM EN 12929-1 (2005, S27)

5.3.7 Kosten

Die Kosten eines Seilbahnsystems setzen sich ganz allgemein aus Investitionskosten und Betriebskosten zusammen. Unter Investitionskosten sind vor allem die Planungskosten der zuständigen Planungsfirma und die Baukosten der gesamten Anlage zu verstehen. Betriebskosten setzen sich hauptsächlich aus Energie-, Personal-, und Instandhaltungskosten zusammen. Zu den Instandhaltungskosten zählen die Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Erneuerungskosten.

Um Kosten bei der Errichtung zu sparen kann die Talförderung, also die maximale Anzahl an Fahrgästen pro Kabine für die Talfahrt geringer ausfallen, als die Bergförderung. Die Talförderung wird in Prozent angegeben und bezieht sich auf die 100% der Bergförderung.

5.4 Weitere Seilbahnsysteme-Pendelbahnen

In diesem Kapitel soll kurz das Prinzip der Pendelbahnen, die entweder als Standseilbahn oder als Schwebeseilbahn ausgeführt werden können, erläutert werden, um den Unterschied zu den Umlaufbahnen darzustellen.

Pendelbahnen dienen zur Überbrückung von unwegsamem Gelände. Sie überzeugen mit großen Seilfeldlängen (3100 m in Chamonix). Meist werden Zweiseil-Pendelbahnen mit einer geschlossenen Zugseilschleife zur Personenbeförderung verwendet. Es kann ähnlich zur EUB zwischen zwei Antriebsarten bzgl. des Zugseils unterschieden werden. (Siehe Abbildung 5.15) Wenn der Antrieb und die Abspannung in der selben Station situiert sind, dann wird dieser als Stelling'scher Antrieb bezeichnet.⁶⁷

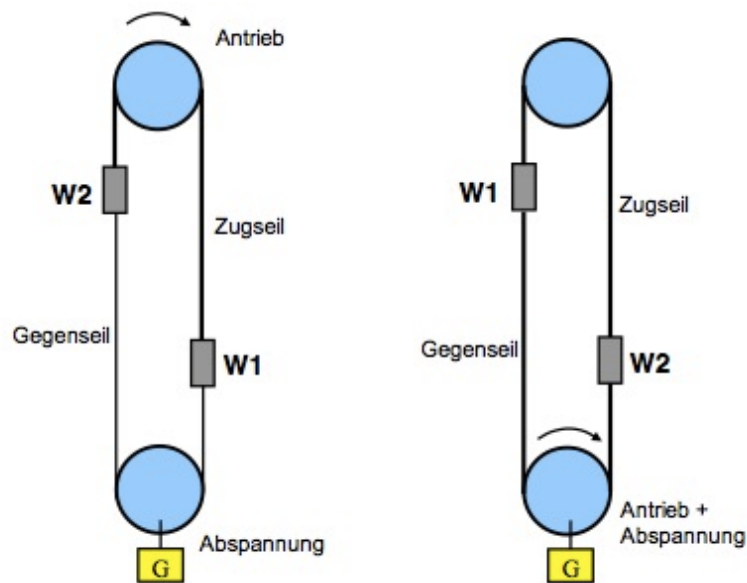


Abbildung 5.15: Antriebsmöglichkeiten bei Pendelbahnen (Quelle: Sedivy 2012, S 115)

Pendelbahnen kennzeichnen sich durch eine nicht kontinuierliche Berg-/ Talförderung. So gibt es oft nur eine oder zwei Kabinen, die mit einer gewissen Anzahl von Personen in das Tal oder auf den Berg fährt, dort stehen bleibt, um die Fahrgäste zu entladen und wieder neue Fahrgäste aufzunehmen.

⁶⁷Vgl. Sedivy 2012, S 114f

6 Empirische Untersuchung

In diesem Kapitel werden zuerst die ausgewählten Projekte der Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen vorgestellt und danach untereinander verglichen. Dann sollen die Systemgrenzen der drei Seilbahnsysteme dargestellt werden. Die Daten für die Projekte stammen hauptsächlich aus Datenzusammenfassungen aus dem www. Genauere Quellenangaben können dem Anhang entnommen werden.

6.1 Einseilumlaufbahnen

6.1.1 Ausgewählte Projekte

Zur Analyse und zum Vergleich werden 163 Einseilumlaufbahnen aus den Jahren 2000 bis 2014 herangezogen, deren Kabinen jeweils ein Fassungsvermögen von acht oder zehn Fahrgästen haben. Diese Anlagen befinden sich in fünf verschiedenen europäischen Ländern. Eine ist in Spanien, drei in der Schweiz, 16 in Frankreich, 18 in Italien und 125 sind in Österreich errichtet worden. 107 von den 163 Einseilumlaufbahnen hat die Firma Doppelmayr gebaut, eine die Firma Garaventa, 42 die Firma Leitner und 13 die Firma Poma.

Eine Auflistung aller Daten der ausgewählten Einseilumlaufbahnen ist im Anhang 1 zu finden.

6.1.2 Vergleich der Projekte

Die Höhe der Talstationen beginnt der Höhe nach geordnet bei 489,65 m und endet bei fast 3000 m, nämlich 2993 m. Die niedrigste gelegene Bergstation befindet sich auf 1000 m Seehöhe, die höchst gelegene auf 3428 m am Pitztaler Gletscher. Mit dem „Auenfeldjet“ wird nur eine Höhendifferenz (von Tal- zu Bergstation) von 67 m überwunden, während Tal- und Bergstation der Talbahn Goldeck 1233 Höhenmeter trennen. Bei einigen Bahnen sind auch Zwischenstationen vorhanden, diese sind meist durch eine größere Streckenlänge gekennzeichnet. (siehe Anhang 1). Die geringste Streckenlänge weist der Familyjet in Leermoos mit 370,19 m auf, die größte mit 4337,78 die Bahn „Ried“ am Kronplatz in Italien.

104 der 163, das sind 64%, der Einseilumlaufbahnen haben ihren Antrieb in der Bergstation und die Spannstation in der Talstation. 12 % (20 Anlagen) verfügen über einen Stelling'schen Antrieb.

Die Werte der Förderleistung dieser Einseilumlaufbahnen bewegen sich zwischen 700 und 4000 Personen pro Stunde, wobei das arithmetische Mittel bei 2315 liegt. Die Fahrgeschwindigkeit liegt zwischen 4,0 und 7,3 m/s. Auffallend ist, dass die Talförderung bei einigen Anlagen nicht bei 100% liegt, sondern geringer ist.

6.2 3S Bahnen

6.2.1 Ausgewählte Projekte

Insgesamt werden nachfolgend sieben 3S Bahn Projekte betrachtet. Fünf davon sind von der Firma Doppelmayr und zwei von der Firma Leitner gebaut worden. Drei der analysierten Bahnen sind in Österreich (3S Bahn in Kitzbühel, Gaislachkoglbahn II in Sölden und Pardatschgratbahn in Ischgl), zwei in Frankreich (L'Olympique in Val d'Isère und Prodains in Avoriaz), eine in Kanada (Peak 2 Peak Gondola in Whistler) und eine in Italien (Rittner Seilbahn) errichtet worden. Jene in Kanada zeichnet sich durch einen 436 m großen Bodenabstand und ein 3024 m langes Seilfeld aus.

Die Liste aller Daten der ausgewählten Projekte befindet sich im Anhang 2.

6.2.2 Vergleich der Projekte

Alle Talstationen, außer die der Rittner Seilbahn liegen über 1000 m Seehöhe. Die höchste Bergstation liegt auf 3040 m Seehöhe am Gaislachkogel. Der Unterschied zwischen Tal und Bergstation, als Höhendifferenz bezeichnet, beginnt hier der Größe nach bei 36 m an der Anlage in Kanada, die ein Tal überquert und endet bei 1257 m an der Ischgl 3S Bahn. Die Streckenlänge der betrachteten 3S Bahnen variiert zwischen 1571 und 4559 m.

Alle sieben Bahnen haben ihre Antriebsstation am Berg und sechs haben ihre Spannstation im Tal.

Die Kabinen bieten jeweils zwischen 28 und 35 Fahrgästen Platz. Das arithmetische Mittel der theoretischen Förderleistung liegt bei 2321 Personen pro Stunde, das Minimum bei 550 und das Maximum bei 3750. Die Fahrgeschwindigkeit liegt bei 6, 7 oder 7,5 m/s. Die Berg- und Talförderung ist bei sechs von den sieben Seilbahnen mit 100% angegeben.

6.3 Funitel

6.3.1 Ausgewählte Projekte

Zur Analyse weiterer Parameter werden vier Funitel Bahnen näher betrachtet: Der Gletscherjet I in Kaprun, die Galzigbahn in St. Anton, der Gletscherbus I am Hintertuxer Gletscher und eine Bahn im slowakischen Skigebiet Chopok Jasná namens Priehyba Chopoc.

Alle genauen Daten sind dem Anhang 3 zu entnehmen.

6.3.2 Vergleich der Projekte

Alle vier Funitel sind von der Firma Doppelmayr zwischen 2001 und 2012 erbaut worden und verfügen über Kabinen mit einem Fassungsvermögen von je 24 Fahrgästen. Die Talstationen befinden sich auf einer Seehöhe von 913 m bis 1501 m und die Bergstationen auf 1978 m bis 2086 m. Die größte Höhendifferenz wird mit dem Gletscherjet I in Kaprun mit 1065 m zurückgelegt. Mit 2542 m befindet sich die längste Bahn in St. Anton. Antrieb- und Spannstation befinden sich bei zwei Bahnen am Berg und im Tal und bei jeweils einer im Tal und am Berg bzw. im Tal und im Tal. Alle vier Anlagen bieten eine 100% Berg- und Talförderung.

6.4 Systemgrenzen von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen

Systemgrenzen stellen z.B. die Verfügbarkeit, Leistungsmaxima oder Geschwindigkeitsmaxima da. In diesem Kapitel sollen die wichtigsten Systemgrenzen von Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen besprochen werden.

6.4.1 Trasse

Die Länge einer gewünschten Seilbahn ohne Zwischenstationen kann das System 3S ausgrenzen. So gibt es derzeit eine Einseilumlaufbahn in Vietnam, die ohne Zwischenstationen 5,8 km lang ist (Bana Big Ropeway)⁶⁸. Hingegen ist die längste 3S Bahn der untersuchten Projekte 4,59 km lang (Rittner Seilbahn, Bozen). Maßgebend für die Länge ohne Zwischenstationen sind die Trassenverhältnisse und die Antriebsleistung.

⁶⁸Vgl. Doppelmayr online (<http://newsroom.doppelmayr.com/de/doppelmayr/all/weltrekord-in-vietnam-news/>), 10.03.2015

Wenn eine Seilbahn beispielsweise im städtischen Bereich über einen breiten Fluss führen soll oder im alpinen Bereich ein Tal überwunden werden soll, das ein empfindliches Naturgebiet beherbergt, dann stellt dies für eine EUB eine Systemgrenze da. Einseilumlaufbahnen können nämlich mit einem wirtschaftlichen maximalen Seilfeld von ca. 200 m errichtet werden (siehe Maximalwert des Seilfeldes der untersuchten Projekte, Smaragdbahn I am Wildkogel). Hingegen besitzt die 3S Bahn Peak 2 Peak ein Seilfeld mit 3024 m Länge. Sie überquert ein Tal, ebenso die 3S Bahn in Kitzbühel.

Die theoretisch maximale Seilfeldlänge einer Ein- und Zweiseilumlaufbahn (EUB, Funitel und 3S) hängt von der Änderung des An- bzw. Ablaufwinkels an einer Stütze infolge Leer- und Vollseil ab. Die Änderung der Tangentenneigung an einer Stütze darf maximal 0,15 rad betragen.⁶⁹

Bei Betrachtung des Querlastverhältnisses und der Annahme, dass die Horizontalspannkraft konstant ist, fällt außerdem auf, dass der Durchhang des Seils von dieser Kraft abhängig ist. Dieser verringert sich bei Erhöhung der Horizontalspannkraft.⁷⁰

Es muss aber auch der Nachweis der Zugsicherheit ($n_z = \frac{F_c}{S}$) berücksichtigt werden. Dieser ist zwar nicht technisch begründet, garantiert aber bei Zugseilen eine gute Lebenserwartung.⁷¹ Bei Tragseilen soll durch die Einhaltung dieses Nachweises eine feste Fahrbahn geschaffen und den Fahrgästen ein ruhiges Fahren ermöglicht werden.⁷² Wenn nun aufgrund der höheren Lasten am Seil (z.B. schwere Kabinen bei den 3S Bahnen) und eines höheren Spannungsgewichts die maximale Seilspannkraft steigt, dann muss, um den Nachweis zu erfüllen, auch die Mindestbruchkraft des Seils steigen. Diese ist vom Seildurchmesser abhängig. Also muss der Seildurchmesser größer werden. Dies schlägt sich auf die Kosten nieder. Der Nachweis für die maximale Seilspannkraft bei Tragseilen ist außerdem schon bei der 3,15-fachen Mindestbruchkraft des Seils erfüllt, während dies bei Förderseilen erst bei der 4-fachen Mindestbruchkraft der Fall ist. Es können also größere Seilspannkraften und damit auch größere Kabinen und längere Seile, bei selber Mindestbruchkraft bei Tragseilen übertragen werden.

Die Systemgrenze bezüglich der Trassierungsmöglichkeiten liegt bei Funitel Anlagen zwischen der EUB und 3S Bahnen. Es können größere Abschnitte, aufgrund der Verwendung von zwei Förderseilen überspannt werden, was vor allem in gebirgigen Gelände von Vorteil sein kann. Außerdem gelangen Funitel Anlagen, im Vergleich zu 3S Bahnen, nicht durch die Beschränkungen der Längsneigung, also durch das Weglassen von Niederhalterollen an die Systemgrenze der 3S Bahnen, sondern darüber.

Ein weiterer Faktor für die Begrenzung der Seilfeldlänge, vor allem bei EUB und Funitel Bahnen, kann die Positionierung der Lautsprecher sein. Wenn die günstige Variante (Lautsprecher an den Stützen)

⁶⁹Vgl. ÖNORM EN 12930 (2005), S 15

⁷⁰Vgl. Sedivy 2012, S 44

⁷¹Vgl. Sedivy 2012, S 92

⁷²Vgl. Sedivy 2012, S 91

aufgrund von Kostenüberlegungen gewählt werden soll, dann ist die Seilfeldlänge mit ca. 300 m begrenzt.

6.4.2 Funktion

Eine Systemgrenze stellt die Funktion des Seilbahnsystems da. Alle drei Systeme können sowohl im alpinen als auch im urbanen Bereich eingesetzt werden. Das bedeutet, dass eine Einseilumlaufbahn, 3S Bahn oder Funitel Bahn sowohl als öffentliches Personennahverkehrsmittel eingesetzt werden kann, als auch als Seilbahn für den Wintersportbetrieb.

EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen können die Funktion des kontinuierlichen Beförderungsmittels wegen ihres Umlaufbetriebes erfüllen. Die durchschnittliche Kabinenfolgezeit der analysierten Einseilumlaufbahnen beträgt 14 Sekunden, jene der 3S Bahnen 78 Sekunden und die der Funitel Bahnen 33 Sekunden. D.h. das bei den untersuchten Bahnen Einseilumlaufbahnen am kontinuierlichsten Fahrgäste befördern können. Dies zeigt sich auch bei der minimalen Folgezeit. (Siehe 6.4.4)

6.4.3 Verfügbarkeit

Für viele Seilbahnbetreiber ist die Verfügbarkeit der Bahn ein wichtiger Faktor, weil bei Stillstand der Bahn keine Fahrgäste befördert werden können und somit auch weniger Umsatz erzielt wird. Hauptgrund für das Stillstehen einer Seilbahn ist der Wind. Vor allem der Seitenwind bereitet einer Seilbahnanlage Probleme. Grund dafür ist die Gefahr der Seilentgleisung und der mögliche Anschlag einer Kabine gegen eine Stütze.

Bei Förderseilen, also bei EUB und Funitel Bahnen hängt die Lagesicherheit von der Rollenlast, dem seitlichen Anlaufwinkel des Seiles an die Rolle (insbesondere an der ersten Rolle), der Rillenform des Rollenfutters und der Höhe des Rollenbordes im Verhältnis zum Seildurchmesser ab.⁷³ Deshalb sind Mindestwerte für die Auflagerkraft auf Trag- und Niederhaltestützen, Bedingungen für das nicht Abheben des Seils von den Rollen und der kleinste Rollendruck in der ÖNORM 12930 vorgegeben.

Bei Betrachtung der Formel für den Anlaufwinkel des Seiles (Abbildung 6.1), lässt sich erkennen, dass sich der Winkel mit zunehmenden Wind (Vergrößerung der Werte w und W) vergrößert. Die Erhöhung der schrägen Länge des Seilfeldes L führt im ersten Bruch (Komponente aufgrund des Förderseils) zu einer Erhöhung des Winkels. Die Erhöhung der Seilspannkraft führt wiederum zu einer Verminderung des Anlaufwinkels. Im zweiten Summanden geht außerdem der Abstand der Fahrzeuge ein. Allerdings ist dieser nicht mehr relevant, wenn sich nur ein Fahrzeug im Seilfeld befindet, denn dann bleibt im Klammerausdruck nur L übrig.

⁷³Vgl. Sedivy 2012, S 138f

$$\tan\varphi = \tan\varphi_s + \tan\varphi_w = \frac{w \cdot L}{2S_m} + \frac{n \cdot W}{L \cdot S_m} \cdot \left(L - \frac{a}{2} \cdot (n-1) \right)$$

n	Anzahl der Fahrzeuge im Seilfeld (ganzzahlig)
a	Abstand der Fahrzeuge
L	schräge Länge des Seilfeldes
w	Windgleichlast je Seilmeter
W	seitliche Windlast des einzelnen Fahrzeuges

Abbildung 6.1: Formel zur Berechnung des Anlaufwinkels (Quelle: Sedivy 2012, S 139)

3S Bahnen hingegen benutzen zwei Tragseile als Fahrbahn. Diese Seile sind in den Stationen abgelenkt. Dies ist ein erster Vorteil gegenüber den Förderseilen.

Eine weitere Rolle spielt der Auflagerwinkel (Umfassungswinkel, siehe Abbildung 6.2) der Schuhrillen. Umso höher dieser ist, desto besser ist das Seil vom abwerfen durch den Wind gesichert. Der Umfassungswinkel ist aber aufgrund der Laufwerkskonstruktion auf 120° beschränkt und beträgt maximal 180°. ⁷⁴



Abbildung 6.2: Umfassungswinkel bei Tragseilen (Quelle: Sedivy 2012, S 119)

Der Nachweis der Windsicherheit kann hier vereinfacht durch die Betrachtung der Resultierenden aus Auflagerkraft und Seitenwindkraft geführt werden. Die Resultierende muss zur Erfüllung des Nachweises durch die Aufstandsfläche gehen. ⁷⁵ Es kann also in Abhängigkeit von den Standortfaktoren und der Auflagerkraft eine maximale Windkraft berechnet werden.

Einseilumlaufbahnen haben ihre Grenze bis zu der sie den Betrieb aufrecht erhalten können bei 60 km/h Seitenwind und 3S Bahnen bei 100 km/h Seitenwind. ⁷⁶ Funitel Bahnen können ebenfalls bis zu einer Windgeschwindigkeit von 100 km/h betrieben werden. ⁷⁷ Der Seilbahnbetreiber muss sich dementsprechend informieren, an wie vielen Tagen herrscht ein Wind von 60 km/h bis 100 km/h und an wie vielen Tagen weht der Wind mit über 100 km/h. Dann muss in Hinblick auf die Investitionskosten und die Funktion abgewogen werden, wie viele Tage „Stillstand der Anlage“ pro Saison oder Jahr in Kauf genommen werden.

⁷⁴Vgl. Sedivy 2012, S 119

⁷⁵Vgl. Sedivy 2012, S 119

⁷⁶Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr), 09.03.2015

⁷⁷Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), 13.03.2015

6.4.4 Leistungsfähigkeit

Bei der Berechnung der maximalen Förderleistung fließen folgende Faktoren ein:

- Das Kabinenfassungsvermögen P (in Personen pro Kabine)
- Die Folgezeit t_F (in sec), abhängig von
 - * Dem Wagenabstand w (in m)
 - * Der Nenngeschwindigkeit v_{max} (in m/sec)

Ein größeres Kabinenfassungsvermögen P bzw. eine kleinere Folgezeit erhöhen die Förderleistung ($M = \frac{3600 \cdot P}{t_F}$). Die maximalen Werte für das Kabinenfassungsvermögen sind durch den Nachweis der freien Biegung beschränkt ($\eta = \frac{s_{min}}{Q_{max}}$). Um den Nachweis bei einer größeren Querbelastrung zu erfüllen, ist auf die minimale Seilspannkraft Acht zu geben. Diese hängt davon ab, ob Antrieb und Spanneinrichtung getrennt oder gemeinsam in einer Station angeordnet sind und muss durch eine Lastfalluntersuchung (Tal- und Bergförderung bzw. nur Bergförderung) ermittelt werden. Dabei spielt das Spanngewicht eine wichtige Rolle (Erhöhung des Spanngewichts = Erhöhung der minimalen Seilspannkraft), aber auch die Querbelastrung. Bei einer höheren Querbelastrung kann der Wert für die minimale Seilspannkraft sinken. Dadurch sinkt das Querlastverhältnis. Die maximale Querbelastrung (Masse einer vollbesetzten Kabine) darf bei EUB mit einer Klemme $\frac{1}{15}$, bei den Tragseilen einer 3S Bahn mit hydraulisch gespannten Tragseilen $\frac{1}{10}$ der minimalen Seilspannkraft ausmachen. Bei gleicher minimaler Seilspannkraft darf also das Gewicht der einzelnen Kabine bei einer 3S Bahn um das 1,5 fache höher sein, als bei einer EUB.

Die minimale Folgezeit ist einerseits durch die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit begrenzt, diese beträgt in Österreich bei EUB 6,0 m/s, bei den 3S- und Funitel Bahnen 7,0 m/s⁷⁸ und andererseits durch den minimalen Gehängeabstand. Bei diesem „ist die Streckenbelegung und die Verkehrsabwicklung in den Stationen zu berücksichtigen“⁷⁹. Die Folgezeit ist des Weiteren vom vorhandenen Platz in der Station und der Größe der Kabinen abhängig. Außerdem muss das Verhältnis von Strecken zu Stationsgeschwindigkeit beachtet werden.⁸⁰ Diese darf bei Umlaufbahnen mit betrieblich lösbaren Fahrzeugen maximale 0,5 m/s betragen.⁸¹ Bei Berücksichtigung dieser Faktoren können die Leistungsfähigkeiten pro Richtung der drei Seilbahntypen berechnet werden:

⁷⁸Vgl. ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 27

⁷⁹ ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 28

⁸⁰Vgl. Sedivy 2012, S 132

⁸¹Vgl. ÖNORM EN 12929-1 (2005), S 27

$$M_{EUB} = \frac{3600 \cdot P}{t_F} = \frac{3600 \cdot 10}{9} = 4000 \frac{\text{Pers}}{\text{h}}, \text{ wobei } w = t_F \cdot v_{\max} = 9 \cdot 6 = 54\text{m} \quad (6.1)$$

$$M_{3S} = \frac{3600 \cdot P}{t_F} = \frac{3600 \cdot 35}{25} = 5040 \frac{\text{Pers}}{\text{h}}, \text{ wobei } w = t_F \cdot v_{\max} = 25 \cdot 7 = 175\text{m} \quad (6.2)$$

$$M_{Funitel} = \frac{3600 \cdot P}{t_F} = \frac{3600 \cdot 24}{21,6} = 4000 \frac{\text{Pers}}{\text{h}}, \text{ wobei } w = t_F \cdot v_{\max} = 21,6 \cdot 7 \\ = 151,2\text{m} \quad (6.3)$$

Die minimale Folgezeit für das System Funitel in Formel 6.3 ergibt sich durch Multiplikation der minimalen Folgezeit aus 6.1 mit dem Faktor 2,4. Dieser Wert entspricht genau dem Quotienten der beiden Werte des Kabinenfassungsvermögens (24/10). Bei der minimalen Folgezeit der 3S Bahn müssen die gegenüber einer EUB deutlich größeren Türen berücksichtigt werden. Dadurch kann die minimale Folgezeit mit 25 Sekunden angesetzt werden und es ergibt sich eine höhere Leistungsfähigkeit. Die Wahl der Folgezeit ist stark abhängig von den Platzverhältnissen in den Stationen. Zu beachten ist außerdem, dass bei geringer Folgezeit der Kabinen die Querlasten auf das Seil steigen. Daraus ergeben sich größere Seildurchhänge und größere Stützenlasten. Mithilfe der Stützenlast kann die Anzahl der Rollen und die Rollenlast berechnet werden. Diese trägt wiederum positiv zur Lagesicherheit eines Förderseils bei Tragstützen bei.

Die höchste Leistungsfähigkeit einer EUB ist von der Firma Leitner mit 4000 Personen pro Stunde und Richtung angegeben.⁸² Dieser Wert wird sogar von der 2010 von der Firma Leitner erbauten Gipfelfbahn in Bruneck am Kronplatz erreicht.

3S Bahnen können laut Doppelmayr und Leitner mit einer Leistungsfähigkeit von bis zu 5000 Personen pro Stunde und Richtung gebaut werden.⁸³ Der höchste Wert in der Projektdatenbank (3750 P/h) stammt von der Bahn aus Val d'Isère, Frankreich.

3S Bahnen sind also theoretisch das leistungsfähigere Seilbahnsystem; Einseilumlaufbahnen stoßen bei 4000 Personen pro Stunde und Richtung an ihre Systemgrenze. Die untersuchten 3S Bahnen erreichen allerdings allesamt nicht die maximal mögliche Leistungsfähigkeit.

Die maximale Leistungsfähigkeit einer Funitel Seilbahn liegt bei 4000 Personen pro Stunde und Richtung.⁸⁴ Jene Anlage in Kaprun kann beispielsweise mit dieser Leistungsfähigkeit betrieben werden. Dieser Wert entspricht genau jenem der Einseilumlaufbahnen.

⁸²Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen/>), 12.03.2015

⁸³Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/3S-und-2S-Bahnen/>), Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/3s-bahnen/>), 12.03.2015

⁸⁴Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), 13.03.2015

Die höchste Förderleistung pro Kabine einer EUB wird mit einem Wert von 100 vom Familyjet in Lermoos erzielt. Diese Bahn kennzeichnet sich außerdem durch ihre kurze Streckenlänge von 370,19m. Bei den 3S Bahnen ist das Maximum dieses Parameters mit 171 P/(h*K) gegeben. Dieser Wert stammt von der Bahn Prodains, die sich im französischen Avoriaz befindet. Mit einem Maximalwert von 167 P/(h*K) reiht sich die Funitel Anlage aus Kaprun (Gletscherjet I) zwischen den EUB und 3S Bahnen ein.

Ein entscheidender Unterschied ist unter anderem die Kabinengröße. So können 24 Fahrgäste in einer Kabine einer Funitel Anlage befördert werden⁸⁵, während EUB mit maximal 15 Fahrgästen pro Kabine⁸⁶ betrieben werden können. Damit liegt die Funitel Kabine in der Mitte zwischen jener der EUB und der der 3S Bahn (35). Die größeren Kabinen können sich positiv auf das subjektive Enge Empfinden der Fahrgäste auswirken. Deshalb könnte die tatsächliche Leistungsfähigkeit höher sein als bei Einseilumlaufbahnen. Alle vier untersuchten Funitel Bahnen weisen ein Kabinenfassungsvermögen von 24 Fahrgästen auf.

Oft ist auch die Geschwindigkeit einer Seilbahn ein entscheidender Parameter. Hier sind 3S Bahnen gegenüber den Einseilumlaufbahnen im Vorteil. Die maximale Fahrgeschwindigkeit der Kabinen einer 3S Bahn liegt bei 8,5 m/s⁸⁷, die der EUB bei 6 m/s⁸⁸.

Die maximale Geschwindigkeit der Kabine entlang der Strecke einer Funitel Anlage beträgt 7 m/s.⁸⁹ Damit reiht sich das System wieder zwischen den beiden anderen ein. (6,0 m/s⁹⁰ bei EUB und 8,5 m/s⁹¹ bei 3S Bahnen) Allerdings wird nur eine Funitel Bahn mit 7 m/s betrieben. (Priehyba-Chopok)

Das bedeutet beispielsweise, dass die Fahrzeit bei einer Strecke von 2000 m mit einer 3S Bahn ca. 3,9 Minuten, mit einer Funitel Bahn 4,8 Minuten und mit einer EUB 5,6 Minuten beträgt.

Die Fahrgeschwindigkeit in den Stationen beträgt 0,3-0,5 m/s. Diese ist notwendig, um das Aussteigen der Fahrgäste zu ermöglichen. Außerdem muss die minimale Folgezeit der Kabinen eingehalten werden.

6.4.5 Investitionskosten

Da die Investitionskosten bei der Entscheidung für den Bau einer Seilbahn für den Seilbahnbetreiber von bedeutender Rolle sind, werden sie auch als Systemgrenze eingeführt.

⁸⁵Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), 13.03.2015

⁸⁶Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen/>), 13.03.2015

⁸⁷Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/3s-bahnen/>), 12.03.2015

⁸⁸Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen/>), Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/gondelbahnen/>), 12.03.2015

⁸⁹Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), 13.03.2015

⁹⁰Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen/>), Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/gondelbahnen/>), 12.03.2015

⁹¹Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/3s-bahnen/>), 12.03.2015

Bei dieser Grenze ist ganz klar zu sagen, dass die Machbarkeit einer Einseilumlaufbahn forciert wird, da eine 3S Bahn doppelt bis dreifach so hohe Investitionskosten⁹² verursacht. So kann es der Fall sein, dass bei einer Trassenänderung dieselbe Funktion mit einer EUB erzielt werden kann wie mit einer 3S Bahn, allerdings mit deutlich geringeren Kosten. 3S Bahnen haben hier also gegenüber EUB eine untere Systemgrenze.

6.5 Vergleich der Systemgrenzen mit den Projekten

In diesem Kapitel soll darauf eingegangen werden, ob die Systemgrenzen der beiden Seilbahnsysteme in der Realität erreicht worden sind.

3S Bahnen werden oft dort gebaut, wo EUB aufgrund der Trassenverhältnisse nicht realisierbar sind. Dies zeigt sich auch bei den ausgewählten Projekten. (Talüberquerung: Peak 2Peak, 3S in Kitzbühel) Die 3S Bahn in Bozen beispielsweise ist aufgrund der Geographie (keine Talüberquerung im eigentlichen Sinn; hier gibt es kleine Täler, die durch ein größeres Seilfeld überspannt werden müssen) entstanden. Die errichteten Funitel Bahnen haben ihren Einsatz in den Gebieten unter anderem aufgrund ihrer Windstabilität gefunden.

Die minimale Kabinenfolgezeit von 9 Sekunden wird gerade einmal an 3 der 163 untersuchten EUB erreicht. Hier gibt es also noch etwas Reserve.

Die Systemgrenze der Leistungsfähigkeit wird an einer untersuchten EUB erreicht. Die Gipfelbahn in Bruneck am Kronplatz kann 4000 Personen pro Stunde und Richtung befördern. Auffallend ist aber, dass die maximale Leistungsfähigkeit einer 3S Bahn (5000 Personen pro Stunde und Richtung) bei keinem der Projekte erreicht wird. Die maximale Leistungsfähigkeit einer Bahn (3750 Personen pro Stunde und Richtung) ist nicht einmal so hoch wie jene bei den EUB. Grund dafür könnten die Investitionskosten für die Kabinen sein. Bei höherer Leistungsfähigkeit müssen unter anderem mehr Kabinen verwendet werden. Außerdem muss bei der Errichtung einer Seilbahn die Leistungsfähigkeit auf den Bedarf abgestimmt werden. Bei den Funitel Bahnen wird die maximale Leistungsfähigkeit von 4000 P/h vom Gletscherjet I in Kaprun erreicht.

⁹²Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr) und Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 09.03.2015

7 Vergleich der drei Seilbahnsysteme

Der durchgeführte Vergleich der drei Seilbahnsysteme gliedert sich in eine technische, betriebliche und wirtschaftliche Analyse. Es sollen die relevanten Parameter gegenübergestellt und besprochen werden. Für den Vergleich werden Daten aus der Analyse der ausgewählten Projekte, Fakten aus der Literatur und Ergebnisse aus Interviews mit Experten verwendet. Bei manchen technischen Vergleichsparametern ist eine konkrete Aussage nicht möglich, da diese von vielen Faktoren, wie z.B. den vorliegenden Trassenverhältnissen abhängig sind.

Der technische, betriebliche und wirtschaftliche Vergleich von Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen erfolgt zuerst in tabellarischer Form. Leider können einige Reihen beim System Funitel nicht ausgefüllt werden. Dies ist mit einem Querstrich gekennzeichnet. Mithilfe dieser Tabellen und den analysierten Projekten können dann die Vergleichs- bzw. Entscheidungsparameter vorgestellt und interpretiert werden.

7.1 Tabellarischer Vergleich

7.1.1 Technischer Vergleich

Tabelle 7.1: Technischer Vergleich von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen

	EUB	3S	Funitel
◆ Antriebsarten	◆ Oberflurantrieb, Unterflurantrieb und Direktantrieb ⁹³	◆ Oberflurantrieb, Unterflurantrieb und Direktantrieb ⁹⁴	◆ -
◆ Zwischenstationen	◆ Ausstiegsmöglichkeit oder Richtungsänderung	◆ Noch nicht verwendet	◆ Noch nicht verwendet
◆ 1. Seilfeld nach der Bergstation (1.Stütze)	◆ $\Delta h \geq 0$ und Seilfeldlänge $\geq 1,2 \cdot$ Bremsstrecke (Fehlkupplung) ⁹⁵	◆ $\Delta h \geq 1,2 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$ betragen und Seilfeldlänge $\geq 1,2 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot a}$ aufweisen (Fehl- kupplung) ⁹⁶	◆ keine Sicherheitsstrecke erforderlich (2 Klemmen pro Seilstrang)
◆ Stützen	◆ runde Vollwandstützen ⁹⁷	◆ Fachwerkstützen	◆ runde Vollwandstützen

⁹³Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen>), (<http://epaper.holzweg.tv/title/Download+Prospekt+AUTOMATISCH+KUPPELBARE+KABINENBAHNEN/pdf/http://www.leitner-ropeways.com/content/download/249/42302/version/80/file/Kabinen.pdf>), 10.03.2015

⁹⁴Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/3S-und-2S-Bahnen>), 26.11.2014

⁹⁵Vgl. Sedivy 2012, S 131

⁹⁶Vgl. Sedivy 2012, S 128f

⁹⁷Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen>), 10.03.2015

7 Vergleich der drei Seilbahnsysteme

◆ Höhe der Stützen	◆ Maximal 100 m ⁹⁸	◆ durch technischen Materialgrößen begrenzt	◆ -
◆ Trassierung (Längsneigung)	◆ Trag und Niederhalterollen einsetzbar	◆ Nur Tragrollen einsetzbar	◆ Trag und Niederhalterollen einsetzbar
◆ Ausgeführte maximale Länge ohne Zwischenstationen	◆ 5-6 km (abhängig vom Höhenunterschied) ⁹⁹ (z.B. Bana Big Ropeway, Vietnam ist 5,8 km lang) ¹⁰⁰	◆ <5-6 km (abhängig vom Höhenunterschied) ¹⁰¹ (Rittner Seilbahn (Bozen) ist 4,59 km lang)	◆ 2,5 km ¹⁰² (Galzigbahn, St. Anton)
◆ Seile	◆ 1 Seil (Förderseil)	◆ 3 Seile (zwei Tragseile pro Richtung und 1 Zugseil)	◆ 1 Seil mit 2 Seilsträngen pro Richtung (Förderseil)
◆ Ø Seilfeldlänge	◆ 132 m	◆ 653 m	◆ 169 m
◆ Ø Geschwindigkeit	◆ 5,8 km/h	◆ 7,1 km/h	◆ 6,3 km/h

⁹⁸Vgl. ÖNORM EN 1909 (2005), S 9

⁹⁹Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr), 09.03.2015

¹⁰⁰Vgl. Doppelmayr online (<http://newsroom.doppelmayr.com/de/doppelmayr/all/weltrekord-in-vietnam-news/>), 10.03.2015

¹⁰¹Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen>), 10.03.2015

¹⁰²Vgl. Projektdatenbank

7.1.2 Betrieblicher Vergleich

Tabelle 7.2: Betrieblicher Vergleich von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen

	EUB	3S	Funitel
◆ Ø Leistungsfähigkeit (in Personen pro Stunde und Richtung)	◆ 2315	◆ 2321	◆ 2970
◆ Ø Förderleistung pro Kabine (in Personen pro Stunde, Richtung und Kabine)	◆ 43	◆ 110	◆ 124
◆ Fassungsvermögen einer Kabine	◆ maximal 15 Fahrgäste ¹⁰³	◆ maximal 35 Fahrgäste ¹⁰⁴	◆ maximal 24 Fahrgäste ¹⁰⁵
◆ maximale Seitenwindgeschwindigkeit im Betrieb (abhängig von der Böigkeit)	◆ 60 km/h ¹⁰⁶	◆ 100 km/h ¹⁰⁷	◆ 100 km/h ¹⁰⁸

¹⁰³Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/gondelbahnen/>), 10.03.2015

¹⁰⁴Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/3S-und-2S-Bahnen>), 10.03.2015

¹⁰⁵Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), 13.03.2015

¹⁰⁶Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr), 09.03.2015

7 Vergleich der drei Seilbahnsysteme

◆ Serviceintervall	◆ -	◆ Zweimal pro Jahr (Frühjahr und Herbst) ¹⁰⁹	◆ -
◆ Bergung	◆ durch Abseilen, max. Abseilhöhe 100m zugelassen ¹¹⁰ (Räumungskonzept wird bei EUB auch schon angewendet)	◆ durch Räumungskonzept ¹¹¹ (muss nicht sein, z.B. Kitzbühel)	◆ -
◆ Lebensdauer	◆ mindestens 25 Jahren, vereinzelt 40 Jahre genutzt ¹¹²	◆ mindestens 25 Jahren, Erfahrungswerte fehlen noch ¹¹³	◆ mindestens 25 Jahren, Erfahrungswerte fehlen noch

¹⁰⁷Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr), 09.03.2015

¹⁰⁸Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), 13.03.2015

¹⁰⁹Vgl. Interview mit Hr. Martin Mayr (Rittner Seilbahn), 06.03.2015

¹¹⁰Vgl. ÖNORM EN 1909 (2005), S 9

¹¹¹Vgl. ISR online (<http://www.isr.at/Raeumungskonzept-statt-Bergungskonzept.392+M54a708de802.0.html>), Interview vom 21.04.2011

¹¹²Vgl. Interview mit Hr. Alexander Klimmer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹¹³Vgl. Interview mit Hr. Alexander Klimmer (Doppelmayr), 11.03.2015

7.1.3 Wirtschaftlicher Vergleich

Der wirtschaftliche Vergleich von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen ist schwierig quantitativ darzustellen, weil die Kosten für ein Seilbahnprojekt, egal welches System stark von den vorliegenden Verhältnissen abhängig sind. Einflussreiche Verhältnisse sind z.B. die geographischen Gegebenheiten, die Grundbesitzverhältnisse, die Länge der Bahn, die Leistungsfähigkeit, die Anzahl der Stationen, die Nutzung und viele mehr.

Aus den oben genannten Gründen gibt beispielsweise die Firma Doppelmayr keine Schätzpreise ab, sondern nur Richtpreise, die auf das konkrete Projekt bezogen sind.¹¹⁴

¹¹⁴Vgl. Interview mit Hr. Alexander Klimmer (Doppelmayr), 11.03.2015

7 Vergleich der drei Seilbahnsysteme

Tabelle 7.3: Wirtschaftlicher Vergleich von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen

	EUB	3S	Funitel
◆ Investitionskosten	◆ $x \text{ €}^{115}$	◆ $(2,0-3,0) \cdot x \text{ €}^{116}$	◆ $>1 \cdot x \text{ €}$
◆ Betriebskosten pro Jahr	◆ ca. 2-3% (bei Winterbetrieb) oder 5-6% (bei Sommer- und Winterbetrieb) der Investitionskosten ¹¹⁷	◆ ca. 2-3% (bei Winterbetrieb) oder 5-6% (bei Sommer- und Winterbetrieb) der Investitionskosten ¹¹⁸	◆ -
◆ Baukosten	◆ ca. zu 1/3 aus Bauarbeitskosten +2/3 reine Seilbahnkosten ¹¹⁹	◆ Anteil der Bauarbeitskosten $\geq 1/3$ ¹²⁰	◆ -
◆ Seilkostenanteil an Investitionskosten	◆ ca. 5% ¹²¹	◆ ca. 10% ¹²²	◆ -
◆ Kosten für eine Kabine	◆ k €	◆ $(5-7) \cdot k \text{ €}$	◆ -

¹¹⁵Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr), 09.03.2015

¹¹⁶Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr) und Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 09.03.2015

¹¹⁷Vgl. Interview mit Hr. Alexander Klimmer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹¹⁸Vgl. Interview mit Hr. Alexander Klimmer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹¹⁹Vgl. Interview mit Hr. Alexander Klimmer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹²⁰Vgl. Interview mit Hr. Alexander Klimmer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹²¹Vgl. Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹²²Vgl. Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 11.03.2015

7.2 Vergleichs- bzw. Entscheidungsparameter

Mithilfe der vorher erarbeiteten Tabelle und der analysierten Projekte können nun entscheidende Vergleichs- bzw. Entscheidungsparameter ausgearbeitet werden.

7.2.1 Trassenverhältnisse

Wenn eine Seilbahn neu errichtet werden soll, dann ist ein ausschlaggebender Punkt für die Wahl des Seilbahnsystems die vorliegenden landschaftlichen Gegebenheiten. Die Trasse stellt somit einen ersten Entscheidungsparameter dar.

So kann z.B. bei einer Talüberspannung (siehe Abbildung 7.1), bei der große Spannweiten aufgrund im Tal befindlicher Bauten oder Infrastruktur notwendig sind das System 3S zum Zug kommen. Mit einer durchschnittlichen Seilfeldlänge von 653 m (Wert aus den analysierten Projekten) bieten 3S Bahnen eine ca. fünf mal so große Spannweite als Einseilumlaufbahnen, die im Schnitt 132 m pro Seilfeld überspannen. (Hier wird die Streckenlänge einer Bahn durch die Anzahl der Stützen, addiert mit eins, dividiert. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Seilfeldlänge einer Bahn. Um Seilbahnsysteme miteinander vergleichen zu können werden die durchschnittlichen Seilfeldlängen pro Seilbahnsystem arithmetisch gemittelt). Diese Tatsache lassen 3S Bahnen in unwegsamem Gelände, wie es oft im Gebirge der Fall ist, attraktiv erscheinen.

Das Seilbahnsystem Funitel ist flexibler in der Anpassung an die Trassenverhältnisse als das Einseilumlaufbahnsystem. Grund dafür ist die Verwendung von zwei Seilen, im Vergleich zu einem bei EUB. Dadurch können Funitel Anlagen größere Spannweiten erreichen.¹²³ Dies zeigt sich auch bei der durchschnittlichen Seilfeldlänge der analysierten Projekte. Der Wert liegt bei den Funitels bei 169 m und ist damit 37 m größer als bei den EUB. Allerdings ist die durchschnittliche Seilfeldlänge von 3S Bahnen mit 653 m noch immer deutlich länger als die der Funitel Bahnen. Die größere Seilfeldlänge der Funitel Anlagen gegenüber EUB verringert auch die notwendige Stützenanzahl bzw. Bodenfläche.

¹²³Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), Stand: 13.03.2015

Aber auch Besitzverhältnisse von Grundstücken spielen bei der Wahl der Trasse eine entscheidende Rolle. Durch die größeren Spannfelder muss weniger Stützenfläche in Anspruch genommen werden. Im Gegensatz dazu können bei einer steilen Trasse, auf der Stützen mit Niederhalterollen eingesetzt werden müssen, keine 3S Bahnen, sondern Einseilumlaufbahnen oder Funitel Anlagen gebaut werden.



Abbildung 7.1: Peak 2 Peak Gondola, Whistler (Quelle: <http://www.planetware.com/tourist-attractions-/whistler-cdn-bc-bcw.htm>, Stand: 11.03.2015)

7.2.2 Verfügbarkeit

Seilbahnbetreiber wollen ihre Bahnen in den Nutzungszeiten dauerhaft betreiben. Die Verfügbarkeit einer Bahn kann aber durch verschiedene Parameter nicht gegeben sein. So muss vor dem Neubau geklärt werden, wie verfügbar die Seilbahn sein soll.

Ein Parameter, der die Verfügbarkeit der Bahn limitieren kann ist der Wind. Bei einem Seilbahnprojekt ist abzuklären, wie stark und von welchen Richtungen der Wind an der Trasse zu erwarten ist. So kann der Wind auch keine bedeutende Rolle spielen, wie an der Rittner 3S Bahn. Hier hat die 3S Bahn seit ihrem Bestehen (2009) noch nicht wegen Wind still gestanden.¹²⁴ Die Entscheidung für eine 3S Bahn hat hier andere Gründe gehabt (Trassenverhältnisse). In vielen anderen Fällen ist der Wind aber ein entscheidender Faktor. Während bei 3S Bahnen der normale Betrieb bis zu einer Seitenwindgeschwindigkeit von 100 km/h (abhängig von der Böigkeit) aufrecht erhalten werden kann, muss bei

¹²⁴Vgl. Interview mit Hr. Martin Mayr (Rittner Seilbahn), 06.03.2015

Einseilumlaufbahnen schon bei 60 km/h Seitenwind der Betrieb eingeschränkt werden.¹²⁵ An den Stützen beider Systeme befinden sich Windmessenrichtungen. Durch deren Einsatz und des vorher beschriebenen Seillageüberwachungssystems bei EUB soll ein frühzeitiges Entgleisen des Seiles verhindert werden.

Funitel Seilbahnen sind bis zu einer Windgeschwindigkeit von 100 km/h einsetzbar. Grund dafür ist der Einsatz von zwei durch ca. drei Meter getrennten Seilsträngen pro Richtung.

Dadurch können die Kabinen nicht in Schräglage geraten.¹²⁶ Diese Schräglage oder Querverpendelung kann vor allem bei den Stützen nicht stattfinden, was ein wichtiger Faktor bei Sicherheitsüberlegungen ist (Anstoßen des Wagens an den Stützen). Die geringe Querverpendelung im freien Seilfeld der Fahrzeuge im Vergleich mit EUB ist durch den näher am Förderseil befindlichen Flächenschwerpunkt zu erklären. Dieser wiederum kann durch die geringere Gehängelänge, welche durch die Nicht-Behinderung der Freigängigkeit des Wagenkastens erklärbar ist in Längsrichtung erreicht werden.¹²⁷

Die Abhängigkeit der Windstabilität vom Seilabstand e soll mithilfe der Abbildung 7.2 bewiesen werden.

¹²⁵Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr), 09.03.2015

¹²⁶Vgl. Doppelmayr online (<http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/>), Stand: 13.03.2015

¹²⁷Vgl. Sedivy 2012, S 146

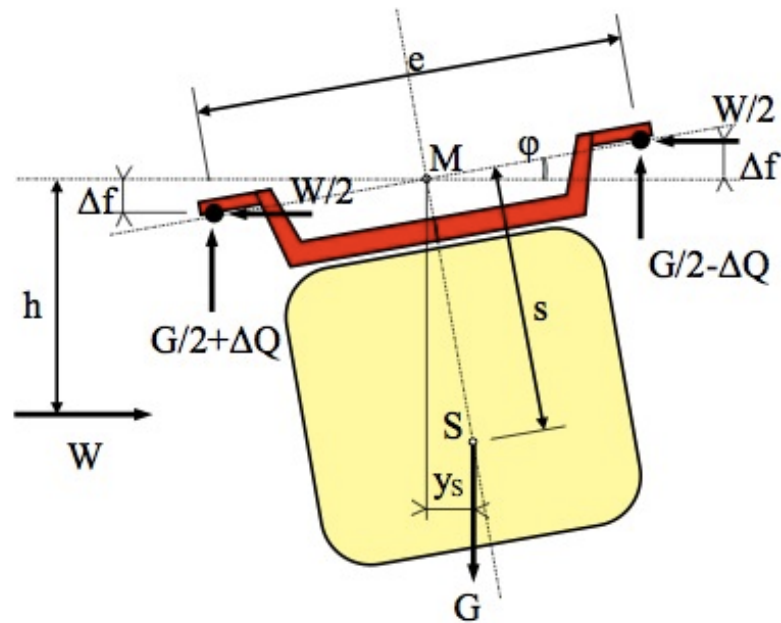


Abbildung 7.2: Kräftegleichgewicht am ausgelenkten Fahrzeug einer Funitel Anlage im Seilfeld (Quelle: Sedivy 2012, S. 147)

Abbildung 7.2 zeigt die Querneigung des Wagens im Seilfeld, die Durchgangsänderung Δf und die Klemmenlastdifferenz ΔQ . Diese Faktoren entstehen durch die Nachgiebigkeit der Seile und das angreifende Windmoment W_h . Wenn nun das Kräftegleichgewicht im Drehpunkt formuliert wird (Drehmoment ist gleich 0), weitere Umformungen durch bekannte Zusammenhänge getätigt werden und die daraus entstehenden Gleichungen gelöst werden, dann kann die Auflast ΔQ durch folgende Gleichung angegeben werden:¹²⁸

$$\Delta Q = \frac{W \cdot h}{e} \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{2G \cdot S \cdot x \cdot (l-x)}{S_m \cdot l \cdot \cos \gamma \cdot e^2}} \right) \quad (7.1)^{129}$$

Wird nun der Klammerausdruck, der den ortsverändernden Widerstand der Fahrbahn darstellt der Gleichung 7.1 betrachtet, dann kann bei großer Vorspannung S_m des Seiles und bei großem Seilabstand e der Wagen ruhig im Seilfeld fahren. (Bei $x=0$ oder $x=1$, was bei den Stützen des Seilfeldes der Fall ist wird der Klammerausdruck 1, was bedeutet, dass der Wagen wie auf einem Gleis fährt).¹³⁰

¹²⁸Vgl. Sedivy 2012, S 147ff

¹²⁹Vgl. Sedivy 2012, S 149.¹³⁰Vgl. Sedivy 2012, S 149

Damit weisen Funitels dieselbe Verfügbarkeit auf wie 3S Bahnen, die ebenfalls bis zu einer Seitenwindgeschwindigkeit von 100 km/h¹³¹ den Betrieb aufrecht erhalten können. Im Vergleich dazu stoßen EUB bei 60 km/h Seitenwind an ihre Verfügbarkeitsgrenze.¹³²

7.2.3 Leistungsfähigkeit

Die Leistungsfähigkeit einer Seilbahn, in Personen pro Stunde und Richtung stellt einen wichtigen betrieblichen Parameter dar. Anhand der Mittelwerte der analysierten Projekte lässt sich kaum ein Unterschied erkennen (2315 bei EUB und 2321 bei 3S Bahnen). Auffällig ist auf jeden Fall, dass nur eine der untersuchten 3S Bahnen eine Leistungsfähigkeit von unter 2000 P/h hat, nämlich die Rittner Seilbahn (550 P/h). Im Gegensatz dazu haben 33 der 163 Einseilumlaufbahnen, das sind ca. 20% eine Leistungsfähigkeit von unter 2000 P/h.

Die durchschnittliche Leistungsfähigkeit in Personen pro Stunde und Richtung der untersuchten Funitel Anlagen liegt bei 2970, wobei der niedrigste Wert 2200 (Galzigbahn) beträgt. Der Durchschnittswert ist bei EUB und 3S Bahnen um ca. 650 jeweils niedriger. Damit ist das System Funitel unter den Projekten im Schnitt jenes mit der höchsten Förderleistung.

Es ist aber zu sagen, dass dieselbe Leistungsfähigkeit bei den 3S Bahnen mit deutlich weniger Kabinen erreicht wird. Dies spiegelt sich im Parameter FL/K wieder. Hier wird die Förderleistung durch die Anzahl der Kabinen dividiert. Es resultiert die Anzahl an Personen, die pro Stunde und pro Kabine transportiert werden können. Dieser Wert beträgt bei den untersuchten EUB 43 und bei den 3S Bahnen 110. D.h., dass in den Kabinen der 3S Bahnen im Schnitt 2,5 mal so viele Fahrgäste befördert werden.

¹³¹Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr), 09.03.2015

¹³²Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr), 09.03.2015



Abbildung 7.3: EUB Hirschkogelbahn in Hinterstoder (Quelle: <http://www.skiresort.de/skigebiet/hinterstoderhoess/liftebahnen/>, Stand: 11.03.2015)



Abbildung 7.4: 3S Bahn in Kitzbühel (Quelle: <http://www.skiresort.de/lifte-bahnen/liftypen/liftyp/3-s-bahnen/>, Stand: 11.03.2015)

Die Förderleistung pro Stunde und Kabine liegt bei den Funitels bei 124 Personen pro Stunde und Kabine. Eine Kabine der Einseilumlaufbahnen kann 43 Personen pro Stunde und Richtung befördern, eine der 3S Bahnen 110. Der hohe Wert der Funitel Anlagen ergibt sich einerseits durch die höhere Kabinenkapazität im Vergleich mit den EUB, andererseits durch die hohe Leistungsfähigkeit.

Zu beachten ist auch die Wahrnehmung der Fahrgäste in den Kabinen. Größere Kabinen, wie sie bei 3S Bahnen installiert werden sind gefragter als kleine, in denen z.B. 8 Fahrgäste Platz haben.¹³³ Dies gilt aber auch für die Kabinen einer Funitel Anlage. Das subjektive Wohlbefinden der Fahrgäste schlägt sich vor allem auf die tatsächliche Leistungsfähigkeit nieder. Bei ausreichend groß dimensionierten Kabinen empfindet der Mensch nicht so leicht ein Enge-Gefühl. (Vergleiche Abbildung 7.3 und Abbildung 7.4) In diesen Abbildungen sind eine Kabine einer EUB und eine einer 3S Bahn zu sehen.

Durch die höhere durchschnittliche (7,1 m/s) und maximal zulässige (7 m/s) Geschwindigkeit in Österreich bei 3S Bahnen können in kürzerer Zeit längere Wege zurückgelegt werden, als bei Einseilumlaufbahnen (durchschnittliche Geschwindigkeit=5,8 m/s, maximale Geschwindigkeit=6,0 m/s).

Die Durchschnittsgeschwindigkeit bei den Funitel Bahnen liegt bei 6,3 m/s. Dieser Wert liegt zwischen dem der Einseilumlaufbahnen (5,8 m/s) und dem der 3S Bahnen (7,1 m/s). Der Maximalwert der Funitel Bahnen entspricht aber dem der 3S Bahnen.

7.2.4 Kosten

Eine grobe Kostenaufstellung einer Seilbahn, egal von welchem System soll nachfolgend qualitativ skizziert werden:

¹³³Vgl. Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 11.03.2015

◆ Investitionskosten

- Planungskosten (Ingenieurskosten)
- Baukosten (Beton, Aushub, Seilbahn an sich,...)¹³⁴

◆ Betriebskosten¹³⁵

- Energiekosten
- Schmiermittelkosten
- Laufende Instandhaltungskosten für die mechanische Einrichtung (inkl. Rücklage für Seilerneuerung)
- Instandhaltungskosten für Bauwerke
- Personalkosten
- Verbleibende Unkosten

Die **Investitionskosten** sind oft für den Seilbahnbetreiber ein entscheidender Faktor bei der Auswahl eines Seilbahnsystems.

Grob gesagt betragen die Investitionskosten einer 3S Bahn das zwei bis dreifache einer EUB.¹³⁶

Die Investitionskosten hängen unter anderem stark davon ab, wie viele Stationen an der Bahn errichtet werden. Die Stationskosten, egal ob von Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen oder Funitel Bahnen stehen wiederum in direktem Zusammenhang mit der Nutzung der Stationen. So können beispielsweise zusätzlich bei einer Talstation Sportgeschäfte im Stationsgebäude untergebracht werden oder Rolltreppen bzw. Aufzüge notwendig sein. Ein Unterschied in den Stationskosten von Einseilumlaufbahnen und 3S Bahnen ist der sogenannte Stationsfootprint. Dieser ist aufgrund der größeren benötigten Bodenfläche der Stationen bei 3S Bahnen höher. Ganz allgemein ist der Preis für das Bauland der Stationen aber von örtlich vorherrschenden Grundstückspreisen abhängig.¹³⁷

¹³⁴Vgl. Interview mit Hr. Alexander Klimmer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹³⁵Vgl. Czitary (1962), S. 401

¹³⁶Vgl. Interview mit Hr. Markus Beck (Doppelmayr) und Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 09.03.2015

¹³⁷Vgl. Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 11.03.2015



Abbildung 7.5: 3S Bahn in Kitzbühel, Station am Pengelstein (Quelle: <http://stbskipage.lima-city.de/skiaktiv/index.php?aw=weiss&ex=b2k1b&st=>, Stand: 12.03.2015)



Abbildung 7.6: Maierlbahn in Kitzbühel, Talstation (Quelle: <http://www.bergbahn-kitzbuehel.at/de/die-maierlabfahrt-heisst.html>, Stand: 12.03.2015)

Abbildung 7.5 zeigt die Station der 3S Bahn in Kitzbühel am Pengelstein. Diese Abbildung ist mit Abbildung 7.6 zu vergleichen. Auf Abbildung 7.6 ist die Talstation der EUB Maierlbahn im Kitzbüheler Skigebiet dargestellt. Es ist zu sehen, dass hier neben der eigentlichen Talstation der Seilbahn zusätzlich noch z.B. Kassen, WC-Anlagen und eine Rolltreppe untergebracht sind. Die Station der 3S Bahn hingegen beinhaltet nicht so viele Infrastruktur Einrichtungen. Diese Infrastrukturbauten schlagen sich auf die Kosten der Station und somit auf die Investitionskosten einer Seilbahnanlage nieder.

Das Seil ist bei der Seilbahn ein wichtiger Bestandteil, da es die Fahrspur bildet bzw. als Zugorgan dient.

Der Anteil der Seilkosten an den Investitionskosten einer Seilbahnanlage ist aber sowohl bei Einseilumlaufbahnen als auch 3S Bahnen nicht so bedeutend. Er beträgt ca. 5% bei einer EUB und 10% bei einer 3S Bahn.¹³⁸ Die höheren Seilkosten bei den 3S Bahnen ergeben sich durch die Verwendung von drei Seilen, im Vergleich zu einem bei den Einseilumlaufbahnen. Funitel Bahnen werden ebenfalls mit einem Seil ausgerüstet. Dieses ist aber bei gleicher Streckenlänge ca. doppelt so lang wie das der EUB.

Beim Vergleich der Kabinenkosten ist zu sagen, dass diese davon abhängig sind, wie die Kabinen ausgestattet sind und wie viele Kabinen verwendet werden. So können Kabinen laut Doppelmayr z.B. mit einer Sitzung versehen werden.

Es besteht aber auch die Möglichkeit die Kabinen mit Infotainmentsystemen auszurüsten. Hier bieten 3S Bahnen aufgrund ihrer größeren und tragfähigeren Kabinen einen Vorteil gegenüber Einseilumlaufbahnen.¹³⁹ Allerdings müssen durch die größeren Seilfeldlängen und durch die große Anzahl an Personen pro Kabine (Unverständlichkeit der Durchsagen aufgrund der Personengeräusche in der Kabine) bei 3S Bahnen die Lautsprecher für Fahrgastinformationen in den Kabinen installiert werden. Dies führt zu höheren Kosten gegenüber EUB bzw. Funitel Bahnen, die, wenn die Seilfeldlängen nicht größer als 300 m sind mit Lautsprechern auf den Stützen ausgestattet werden können.

Grob gesagt kostet ein 3S Bahn Kabine das fünf bis sieben fache einer EUB Kabine. Allerdings ist hier zu beachten, dass eine 3S Bahn Kabine z.B. 35 Fahrgästen Platz bietet, während eine EUB Kabine z.B. für 8 Fahrgäste konzipiert ist. Die Kabine der 3S Bahn kann in dem Fall also ca. 4,4 mal so viele Fahrgäste transportieren, wie die Kabine der EUB. Bei gleicher Förderleistung liegen also die Gesamtkosten der Kabinen für eine EUB und 3S Bahn nicht so weit auseinander.¹⁴⁰

¹³⁸Vgl. Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹³⁹Vgl. Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹⁴⁰Vgl. Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 11.03.2015

Ein weiterer Kostenfaktor sind die Stützen der Bahn. So sind bei Einseilumlaufbahnen aufgrund des höheren Seildurchhangs, der durch die Verwendung eines einzigen Seils entsteht mehr Stützen (z.B. runde Vollwandstützen¹⁴¹) zu errichten, als bei 3S Bahnen.¹⁴² Die Stützen der 3S Bahnen sind allerdings aufwendiger in ihrer Erzeugung, da sie wegen ihrer Dimensionen als Fachwerkstützen ausgeführt werden.

Ein wichtiger Faktor bei den **Betriebskosten** sind die Energiekosten. Sie hängen von vielen Faktoren der Anlage ab.

So z.B. hängen sie von der aufgebrachten Energie beim Beschleunigen der Kabinen aus der Station auf die Strecke ab. Kabinen von 3S Bahnen sind im Vergleich zu EUB Kabinen schwerer und benötigen mehr Energie um auf die erforderliche Geschwindigkeit zu gelangen. Hingegen ist bei Einseilumlaufbahnen nur ein leichter elektrischer Impuls nötig, um die Kabinen auf die Fahrgeschwindigkeit zu beschleunigen. Wird allerdings der Energieverbrauch pro Kopf (Fahrgast) betrachtet, dann können 3S Bahnen aufgrund ihrer hohen Förderleistung pro Stunde und Richtung gegenüber Einseilumlaufbahnen punkten.¹⁴³ Die Energiekosten pro Fahrgast und Stunde hängen außerdem stark von der Auslastung der Anlage ab. Eine schwach ausgelastete 3S Bahn führt aufgrund ihrer hohen anstehenden Energiekosten pro Kabine zu hohen Energiekosten pro Fahrgast. Die Leistungsfähigkeit, Auslastung und Energiekosten können also beim Vergleich der beiden Systeme nicht voneinander getrennt werden.

Bei einer Funitel Seilbahn muss vor allem im Vergleich mit einer EUB mit höheren Investitionskosten und Energiekosten, damit Betriebskosten gerechnet werden.¹⁴⁴ Grund dafür ist u.a. der Einsatz von zwei Seilsträngen pro Richtung.

Die Personalkosten hängen unter anderem von der Anzahl der Betriebstage (nur Winter-, oder Winter- und Sommerbetrieb) und der Menge der vorhandenen Stationen ab (z.B. zusätzliche Zwischenstationen). Bei gleicher Anzahl an Stationen kann bezüglich der Anzahl der benötigten Personen im Betrieb kein Unterschied zwischen EUB und 3S Bahnen festgestellt werden.

Bei den Personalkosten ist außerdem der Personalaufwand für eine etwaige Bergung zu betrachten. So müssen bei einer Einseilumlaufbahn (oder bei einer Funitel Bahn mit der Bergung durch Abseilen) im Gefahrenfall die Fahrgäste aus den Kabinen abgeseilt werden und deswegen ein Bergeteam vorgehal-

¹⁴¹Vgl. Leitner online (<http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen>), 12.03.2015

¹⁴²Vgl. Monheim et al. 2010, S 29

¹⁴³Vgl. Interview mit Hr. Wolfram Auer (Doppelmayr), 11.03.2015

¹⁴⁴Vgl. Sedivy 2012, S 146

ten werden. Dies ist bei einer 3S Bahn, bei der das Räumungskonzept zur Anwendung kommt nicht notwendig. Hier können die Kabinen selbständig in die Station zurück fahren.¹⁴⁵

Funitel Bahnen haben auch durch das Vorhandensein von zwei Seilsträngen pro Richtung zwei Klemmapparate pro Fahrzeug, was bedeutet, dass der Instandhaltungsaufwand und damit die Instandhaltungskosten pro Fahrzeug höher sind als bei EUB.

¹⁴⁵Vgl. ISR online (<http://www.isr.at/Raemungskonzept-statt-Bergungskonzept.392+M54a708de802.0.html>), Interview vom 21.04.2011

8 Fazit/Schlussfolgerung

Umlaufbahnen, wie es Einseilumlaufbahnen, 3S Bahnen und Funitel Bahnen sind garantieren aufgrund ihres Umlaufbetriebes eine kontinuierliche Personenbeförderung. Diese Tatsache grenzt diese drei Seilbahnsysteme von Pendelbahnen ab. Es können weitere Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede zwischen EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen festgestellt werden.

So spielt die Trasse eine wichtige Rolle in der Entscheidung für ein Seilbahnsystem. Bei gebirgigen, schwer zugänglichen Verhältnissen fällt die Entscheidung für das mit seinen weiten Spannungsfeldern machbare 3S System aus. Die Systemgrenze der EUB liegt bei der Seilfeldlänge bei ca. 200 m bei den analysierten Projekten, während eine 3S Bahn schon mit einem Seilfeld von 3000 m gebaut worden ist. Die maximale Seilfeldlänge hängt allerdings von vielen Faktoren ab und führt u.U. durch die Notwendigkeit der Anordnung der Lautsprecher in den Kabinen (bei EUB und Funitel Bahnen) zu einer Kostensteigerung. Bei 3S Bahnen ist die Anordnung in den Kabinen grundsätzlich notwendig, da die Anzahl der Personen in einer Kabine so groß ist, dass durch die Geräusche im inneren der Kabine eine Durchsage nur über Lautsprecher in den Kabinen verständlich ist.

Funitel Bahnen können bezüglich der Einsatzfähigkeit im Gelände die Systemgrenze der EUB sprengen. Sie können allerdings nicht mit den hohen Spannweiten der 3S Bahnen mithalten. Im Gegensatz zu EUB und Funitel Bahnen können bei 3S Bahnen keine Niederhaltestützen verwendet werden.

Lassen aber die Trassenverhältnisse alle drei System zu, dann spielt der Kostenparameter, im Speziellen die Investitionskosten eine wichtige Rolle. Dieser spricht meistens gegen eine 3S Bahn und gegen eine Funitel Bahn, obwohl eine 3S Bahn beispielsweise wiederum mit niedrigen Energiekosten pro Kopf und Stunde punkten kann. 3S Bahnen haben bei den Investitionskosten ihre Systemgrenze bei ca. dem zwei bis drei fachen der EUB.

Eine Funitel Anlage kann bei den Kosten die untere Systemgrenze der EUB nicht sprengen. Es ist beim System Funitel mit höheren Kosten zu rechnen.

Neben den Trassen- und Kostenüberlegungen sind auch Überlegungen in Bezug auf die Leistungsfähigkeit, welche vor allem von der Folgezeit und den Platzverhältnissen in den Stationen abhängt, anzustellen. Muss die Bahn sehr leistungsfähig sein, dann wird dieser Parameter für eine 3S Bahn sprechen. Sie glänzt mit einer Leistungsfähigkeitsgrenze von 5000 Personen pro Stunde und Richtung. EUB haben ihre Grenze bei 4000 Personen und Stunde. Allerdings ist keine 3S Bahn der untersuchten Projekte mit einer Leistungsfähigkeit von 5000 Personen pro Stunde und Richtung errichtet worden. Die leistungsfähigste Bahn in der Projektdatenbank ist eine Einseilumlaufbahn mit 4000 Personen pro Stunde und Richtung.

Mit 4000 Personen pro Stunde und Richtung sprengt die maximale Leistungsfähigkeit einer Funitel Anlage weder die der EUB noch der 3S Bahn. Sie zieht hier mit den EUB gleich. Allerdings gibt es im Vergleich zu den 3S Bahnen eine Funitel Anlage in der Datenbank mit einer Leistungsfähigkeit von 4000 Personen pro Stunde und Richtung.

In Bezug auf die Leistungsfähigkeit ist aber unbedingt das Verhalten der Fahrgäste zu beachten. Bei größeren Kabinen ist nicht so leicht ein Enge Gefühl zu empfinden, was für eine Funitel- bzw. 3S Bahn spricht.

Zusätzlich zu den oben genannten drei Parametern ist die Verfügbarkeit der Bahn zu beachten. 3S Bahnen sind aufgrund ihrer Seitenwindbeständigkeit von bis zu 100 km/h verfügbarer als EUB, die bei 60 km/h Seitenwind den Betrieb einstellen. Der Seilbahnbetreiber muss definieren, wie verfügbar seine Bahn sein soll.

Die Grenze der Verfügbarkeit hinsichtlich des Windes des Funitel Systems liegt bei jener der 3S Bahnen (100 km/h Seitenwind). Es sprengt also die Systemgrenze der EUB.

Insgesamt ist eine Funitel Anlage besonders in den Bereichen der Verfügbarkeit und der Anpassung an Trassenverhältnisse eine verbesserte Einseilumlaufbahn. Aber sie kann nicht mit einer höheren Leistungsfähigkeit als 3S Bahnen glänzen. Außerdem ist sie und die 3S Bahn gegenüber der EUB deutlich teurer in der Anschaffung. 3S Bahnen wiederum glänzen mit ihren enormen Seilfeldlängen.

Die vier Parameter Trassenverhältnisse, Verfügbarkeit, Leistungsfähigkeit und Kosten sind entscheidend für die Wahl des Seilbahnsystems. Sie sind immer in Kombination zu betrachten. So muss beispielsweise zwischen Verfügbarkeit und Kosten abgewogen werden. Aber auch die Trassenverhältnisse müssen in Verbindung mit der Verfügbarkeit betrachtet werden. Es ist allerdings zu erwähnen, dass oft die Kosten den wichtigsten Parameter darstellen.

Literaturverzeichnis

- ◆ *Auer, Wolfram* (2015): Interview mit Doppelmayr basierend auf einem Telefonat, geführt vom Verfasser. Wien, 11.03.2015
- ◆ *Beck, Markus* (2015): Interview mit Doppelmayr basierend auf einem Telefonat, geführt vom Verfasser. Wien, 09.03.2015
- ◆ *Bergbahn Kitzbühel* (2015), online: Die Maierlabfahrt heisst:. URL: <http://www.bergbahn-kitzbuehel.at/de/die-maierlabfahrt-heisst.html> (Stand: 12.03.2015)
- ◆ *Czitary, Eugen* (1962): Seilschwebbahnen. Zweite, erweiterte Auflage. Wien: Springer Verlag.
- ◆ *Doppelmayr* (2014), online: Produkte. URL: <http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/> (Stand: 16.12.2014)
- ◆ *Doppelmayr* (2014), online: Produkte. URL: <http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/> (Stand: 26.11.2014)
- ◆ *Doppelmayr* (2014), online: Produkte. URL: <http://www.doppelmayr.com/produkte/funitel/> (Stand: 13.03.2015)
- ◆ *Doppelmayr* (2014), online: Produkte. URL: <http://www.doppelmayr.com/produkte/referenzen/28-tgd-peak-2-peak/> (Stand: 16.12.2014)
- ◆ *Doppelmayr* (2014), online: Produkte. URL: <http://www.doppelmayr.com/produkte/3s-bahnen/> (Stand: 16.12.2014)
- ◆ *Doppelmayr* (2015), online: Produkte. URL: <http://www.doppelmayr.com/produkte/3s-bahnen/> (Stand: 12.03.2015)
- ◆ *Doppelmayr* (2015), online: Produkte. URL: <http://www.doppelmayr.com/produkte/gondelbahnen/> (Stand: 10.03.2015)
- ◆ *Doppelmayr* (2015), online: Produkte. URL: <http://www.doppelmayr.com/produkte/gondelbahnen/> (Stand: 12.03.2015)
- ◆ *Doppelmayr* (2015), online: URL: <http://newsroom.doppelmayr.com/de/doppelmayr/all/weltrekord-in-vietnam-news/> (Stand: 10.03.2015)
- ◆ *Galzigbahn* (2015), online: URL: <http://www.galzigbahn.at/page.php?3> (Stand: 28.03.2015)
- ◆ *Haidlen, Christoph* (2010): Das österreichische Seilbahnrecht. Zweite Auflage. Wien: Linde Verlag.
- ◆ *ISR (2011a)*: „Räumungskonzept statt Bergungskonzept.“ 21.04.2011. URL: <http://www.isr.at/Raemungskonzept-statt-Bergungskonzept.392+M54a708de802.0.html> (Stand: 26.11.2014)
- ◆ *ISR online*: URL: <http://www.isr.at/903.98.html?L=0> (Stand: 28.03.2015)
- ◆ *Kehrer, Johannes* (2014): Vorlesungsunterlagen zur VU Seilbahnen, Vortrag Übungsprogramm. TU Wien

- ◆ *Klimmer, Alexander* (2015): Interview mit Doppelmayr basierend auf einem Telefonat, geführt vom Verfasser. Wien, 11.03.2015
- ◆ *Leitner* (2014), online: Produkte: <http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/3S-und-2S-Bahnen> (Stand: 26.11.2014)
- ◆ *Leitner* (2014), online: Produkte: <http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen> (Stand: 16.12.2014)
- ◆ *Leitner* (2015), online: Produkte, Kabinenbahnen: <http://epaper.holzweg.tv/title/Download+Prospekt+AUTOMATISCH+KUPPELBARE+KABINENBAHNEN/pdf/http://www.leitner-ropeways.com/content/download/249/42302/version/80/file/Kabinen.pdf> (Stand: 10.03.2015)
- ◆ *Leitner* (2015), online: Produkte: <http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen> (Stand: 10.03.2015)
- ◆ *Leitner* (2015), online: Produkte: <http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen> (Stand: 10.03.2015)
- ◆ *Leitner* (2015), online: Produkte: <http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen> (Stand: 12.03.2015)
- ◆ *Leitner* (2015), online: Produkte: <http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/Kabinenbahnen> (Stand: 13.03.2015)
- ◆ *Leitner* (2015), online: Produkte: <http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/3S-und-2S-Bahnen> (Stand: 10.03.2015)
- ◆ *Leitner* (2015), online: Produkte: <http://www.leitner-ropeways.com/Produkte/3S-und-2S-Bahnen> (Stand: 12.03.2015)
- ◆ *Lift-world* (2014), online: Liftdatenbank. URL: <http://www.lift-world.info/de/lifts/Ort/zweiseilbahn/page1.htm> (Stand: 18.11.2014)
- ◆ *Lift-world* (2014), online: Liftdatenbank. URL: <http://www.lift-world.info/de/lifts/Ort/funitel/page1.htm> (Stand: 18.11.2014)
- ◆ *Lift-world* (2014), online: Liftdatenbank. URL: <http://www.lift-world.info/de/lifts/Ort/funifor/page1.htm> (Stand: 18.11.2014)
- ◆ *Lift-world* (2014), online: Liftdatenbank. URL: <http://www.seilbahntechnik.net/de/lifts/Ort/8-gondelbahn/page1.htm> (Stand: 14.11.2014)
- ◆ *Lift-world* (2014), online: Liftdatenbank. URL: <http://www.seilbahntechnik.net/de/lifts/Ort/8-gondelbahn/page2.htm> (Stand: 14.11.2014)
- ◆ *Lift-world* (2014), online: Liftdatenbank. URL: <http://www.seilbahntechnik.net/de/lifts/Ort/8-gondelbahn/page3.htm> (Stand: 14.11.2014)
- ◆ *Lift-world* (2014), online: Liftdatenbank. URL: <http://www.seilbahntechnik.net/de/lifts/Ort/10-gondelbahn/page1.htm> (Stand: 14.11.2014)
- ◆ *Mayr, Martin* (2015): Interview mit Rittner Seilbahn basierend auf einem Telefonat, geführt vom Verfasser. Wien, 06.03.2015
- ◆ *Monheim et al.* (2010): Urbane Seilbahnen. Moderne Seilbahnsysteme eröffnen neue Wege für die Mobilität in unseren Städten. Köln: ksv köln er stadt- und verkehrs-verlag.

- ◆ *Mountain Manager* (2015), online: Technik & Wirtschaft-Neue Bahnen. Ausgabe 4/2009. URL: http://www.eubucoverlag.de/mm/technik/bahnen/mm_0904_2225.shtml?navid=16 (Stand: 10.03.2015)
- ◆ *Nejez, Josef* (2012): Antrieb: Kernstück der Seilbahn. In: Internationale Seilbahn-Rundschau, Heft 2/2012, S 12-14.
- ◆ *ÖNORM EN 12929-1 (2005-01-01)*: Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr-Allgemeine Bestimmungen-Teil 1: Anforderungen für alle Anlagen
- ◆ *ÖNORM EN 12930 (2005-01-01)*: Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr-Berechnungen
- ◆ *ÖNORM EN 1709 (2005-01-01)*: Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr-Erprobung, Instandhaltung, Betriebskontrollen
- ◆ *ÖNORM EN 1907 (2006-01-01)*: Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr-Begriffsbestimmungen
- ◆ *ÖNORM EN 1909 (2005-07-01)*: Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr-Räumung und Bergung
- ◆ *planetware.com* (2015), online. URL: <http://www.planetware.com/tourist-attractions-/whistler-cdn-bc-bcw.htm> (Stand: 11.03.2015)
- ◆ *Ritten* (2015), online: Rittner Seilbahn. URL: <http://www.ritten.com/de/ritten-erleben/ritten-seilbahn/> (Stand 10.03.2015)
- ◆ *Rundschau, Oberländer Wochenzeitung* (2015), online: Ischgl erhält ein „Herz“. 14.06.2011 URL: http://www.rundschau.at/artikel/2130/Ischgl_erhaelt_ein_Herz (Stand: 10.03.2015)
- ◆ *Schmoll, H. Dieter* (2000a): Weltseilbahngeschichte Band 1. Eugendorf/Salzburg: Ottmar F. Steidl Verlag Ges.m.b.H.
- ◆ *Schmoll, H. Dieter* (2000b): Weltseilbahngeschichte Band 2. Eugendorf/Salzburg: Ottmar F. Steidl Verlag Ges.m.b.H.
- ◆ *Ski Aktiv* (2015), online: Kitzbühel. URL: <http://stbskipage.lima-city.de/skiaktiv/index.php?aw=weiss&ex=b2k1b&st=> (Stand: 12.03.2015)
- ◆ *skiresort.de* (2015), online: 3S Bahnen. URL: <http://www.skiresort.de/liftebahnen/lifftypen/lifftyp/3-s-bahnen/> (Stand: 11.03.2015)
- ◆ *skiresort.de* (2015), online: 3S Bahnen. URL: <http://www.skiresort.de/liftebahnen/lifftypen/lifftyp/3-s-bahnen/> (Stand: 24.03.2015)
- ◆ *skiresort.de* (2015), online: Lifte/Bahnen Hinterstoder/Höss. URL: <http://www.skiresort.de/skigebiet/hinterstoderhoess/liftebahnen/> (Stand: 11.03.2015)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Zweiseilumlaufbahn um 1250 n. Chr.. (Quelle: Schmoll 2000a, S 14).....	6
Abbildung 3.2: Schema (links) und Zeichnung von Adam Wybe der Einseilumlaufbahn zum Bau der Vorburg Bischofsberg in Danzig im Jahr 1644. (Quelle: Schmoll 2000a, S 17).....	7
Abbildung 3.3: Erste Einseilumlaufbahn von Doppelmayr 1972 in Mellau (Quelle: Schmoll 2000b, S 50).....	9
Abbildung 3.4: Erste 3 S Bahn von Von Roll 1994 in Saas Fee (Quelle: Schmoll 2000b, S 63).....	10
Abbildung 3.5: Vergleich der Systeme DMC und Funitel (Quelle: Schmoll 2000b, S 69).....	11
Abbildung 5.1: Antrieb und Spanneinrichtung getrennt (links), Antrieb und Spanneinrichtung zusammen (rechts) (Eigene Darstellung. Vgl.: Sedivy 2012, S 135f)	17
Abbildung 5.2: Stationsdurchfahrt EUB (Quelle: Sedivy 2012, S 128)	19
Abbildung 5.3: Seilscheibe mit doppelter Rille für zwei Seilschleifen (Zwischenstation EUB Wagstättbahn 1+2, Jochberg), eigenes Foto, Stand: 29.12.2014)	20
Abbildung 5.4: Sicherheitsvorschrift an der Bergstation für eine EUB (Quelle: Sedivy 2012, S 131) ..	21
Abbildung 5.5: Stahldrahtseilaufbau, 1=Drahtseil, 2=Draht, 3=Litze, 4=Einlage (Quelle: Sedivy 2012, S 6)	22
Abbildung 5.6: Litzenseil aus einlagigen Litzen (Seilnenndurchmesser: 7 bis 32mm) (Quelle: Sedivy 2012, S 10)	22
Abbildung 5.7: Stationsdurchfahrt 3S Bahn, die Werte für die Geschwindigkeit sind hier allerdings anders (z.B. $v_s=7,0$ m/sec) (Quelle: Sedivy 2012, S 128)	25
Abbildung 5.8: Sicherheitsvorschrift Bergstation für eine 3S Bahn (Quelle: Sedivy 2012, S 129)	26
Abbildung 5.9: Zugseilreiter einer 3S Bahn (Quelle: Sedivy 2012, S 123).....	27
Abbildung 5.10: Spiralseil vollverschlossen (Quelle: Sedivy 2012, S 9)	28
Abbildung 5.11: 3S Bahn Kitzbühel, Glasboden in Kabine (Quelle: http://www.skiresort.de/liftebahnen/lifftypen/lifftyp/3-s-bahnen/)	29

Abbildung 5.12: System Funitel: Gletscherjet I am Kitzsteinhorn (Quelle: http://www.lift-world.info/de/lifts/56/photo72.htm , Stand: 26.11.2014).....	31
Abbildung 5.13: System Funitel (Quelle: Sedivy 2012, S 146).....	31
Abbildung 5.14: Funitel Kabine in Jasna (Quelle: http://www.isr.at/903.98.html?L=0).....	33
Abbildung 5.15: Antriebsmöglichkeiten bei Pendelbahnen (Quelle: Sedivy 2012, S 115).....	35
Abbildung 6.1: Formel zur Berechnung des Anlaufwinkels (Quelle: Sedivy 2012, S 139).....	41
Abbildung 6.2: Umfassungswinkel bei Tragseilen (Quelle: Sedivy 2012, S 119)	41
Abbildung 7.1: Peak 2 Peak Gondola, Whistler (Quelle: http://www.planetware.com/tourist-attractions-/whistler-cdn-bc-bcw.htm , Stand: 11.03.2015).....	54
Abbildung 7.2: Kräftegleichgewicht am ausgelenkten Fahrzeug einer Funitel Anlage im Seilfeld (Quelle: Sedivy 2012, S 147)	56
Abbildung 7.3: EUB Hirschkogelbahn in Hinterstoder (Quelle: http://www.skiresort.de/skigebiet/hinterstoderhoess/liftebahnen/ , Stand: 11.03.2015).....	58
Abbildung 7.4: 3S Bahn in Kitzbühel (Quelle: http://www.skiresort.de/lifte-bahnen/liftypen/lifttyp/3-s-bahnen/ , Stand: 11.03.2015).....	58
Abbildung 7.5: 3S Bahn in Kitzbühel, Station am Pengelstein (Quelle: http://stbskipage.lima-city.de/skiaktiv/index.php?aw=weiss&ex=b2k1b&st= , Stand: 12.03.2015)	61
Abbildung 7.6: Maierlbahn in Kitzbühel, Talstation (Quelle: http://www.bergbahn-kitzbuehel.at/de/die-maierlabfahrt-heisst.html , Stand: 12.03.2015)	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 7.1: Technischer Vergleich von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen.....	47
Tabelle 7.2: Betrieblicher Vergleich von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen	49
Tabelle 7.3: Wirtschaftlicher Vergleich von EUB, 3S Bahnen und Funitel Bahnen	52

Begriffsbestimmungen

Folgende Begriffe werden von der ÖNORM EN 1907:2006 01 01 übernommen:

- ◆ Abstand; Fahrzeugabstand; Schleppvorrichtungsabstand: Abstand von zwei aufeinander folgenden Fahrzeugen oder Fahrzeuggruppen von Umlaufbahnen sowie von Schleppvorrichtungen.
- ◆ Antrieb: Gesamtheit der Motoren mit der entsprechenden Energieversorgung, den Übertragungsorganen, den Steuerung und den Sicherheitseinrichtungen sowie den Bremsen, die für den vorgesehenen Betrieb der Anlage erforderlich sind.
- ◆ Auskuppeln (einer Klemme): Öffnen einer betrieblich lösbaren Klemme auf einem bewegten Seil.
- ◆ Bahnsteig: Eigens für das Ein- oder Aussteigen der beförderten Personen vorgesehene Plattform.
- ◆ Bauteil: Grundbestandteil, Gruppe von Bestandteilen, Teilsystem oder komplette Baugruppe einer Seilbahn
- ◆ Befestigung am Seil (Seilklemme): Bauteil eines Fahrzeuges oder einer Schleppvorrichtung zur unmittelbaren Verbindung mit einer Seilschleife.
- ◆ Bergeantrieb: Antrieb einer Bergbahn oder sonstiger Bergeeinrichtungen
- ◆ Bergeseil: Bewegtes Seil, welches ausschließlich zum Fortbewegen der Bergungsfahrzeuge bestimmt ist.
- ◆ Bergung; Rettung: Gesamtheit der Maßnahmen, die im Falle des völligen Stillstandes der Anlage getroffen werden, um die beförderten Personen an einen sicheren Ort zu bringen.
- ◆ Betrieblich lösbare Klemme: Befestigung am Seil, die während der Stationsdurchfahrt des Fahrzeuges vom Seil gelöst wird.
- ◆ Betriebsbremse: In der Antriebsstation vorhandene mechanische Bremse, um insbesondere den Stillstand der Anlage bei normalen Betriebsverhältnissen zu bewirken und beizubehalten.
- ◆ Bodenabstand: Höhenunterschied zwischen der Fußbodenoberfläche von geschlossenen Fahrzeugen oder der Sitzfläche von offenen Fahrzeugen und der Geländeoberfläche (ohne Berücksichtigung einer allenfalls vorhandenen Schneedecke).
- ◆ Einkuppeln (einer Klemme): Schließen einer betrieblich lösbaren Klemme auf einem bewegten Seil.
- ◆ Fahrzeug: Bauteil einer Seilschwebbahn oder einer Standseilbahn, in dem die Personen befördert werden. Bei Seilschwebbahnen umfasst der Begriff „Fahrzeug“ nicht nur die Kabinen und Stehkörbe – einzeln oder bei Modul - Fahrzeugen untereinander verbinden - und die Sessel, sondern auch alle Bestandteile, die deren Verbindung mit dem oder den Seilen herstellen.

- ◆ Fahrzeugbeschleuniger: Einrichtung in den Stationen von kontinuierlichen Umlaufbahnen, um die Fahrzeuge auf die zum Einkuppeln der Klemmen erforderliche Geschwindigkeit zu beschleunigen.
- ◆ Fahrzeugverzögerer: Einrichtung in den Stationen von kontinuierlichen Umlaufbahnen, um die einfahrenden Fahrzeuge nach dem Auskuppeln zu verzögern.
- ◆ Festabspannung: Konstruktionsform, geeignet um ein ruhendes Seil an seinen beiden Enden zu verankern.
- ◆ Feste Klemme: Befestigung am Seil, die während des Betriebes mit dem Seil fest verbunden bleibt.
- ◆ Folgezeit: Zeitlicher Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Fahrzeugen oder Fahrzeuggruppen von Umlaufbahnen sowie von Schleppvorrichtungen.
- ◆ Förderseil: Bewegtes Seil, das für die Bewegung der Fahrzeuge bestimmt ist und dieselben gleichzeitig trägt.
- ◆ Gefährdungsbild: Unfallfaktor jedes Ereignisses, das unmittelbar eine Gefährdungssituation zur Folge hat.
- ◆ Geschlossenes Fahrzeug: Fahrzeug, in dem die beförderten Personen vor schlechtem Wetter geschützt sind und welches sie während der Fahrt nicht selbstständig verlassen können.
- ◆ Hauptantrieb: Antrieb, der den normalen Betrieb sicherstellt.
- ◆ Hilfsantrieb; Ersatzantrieb: Antrieb, der den Betrieb anstelle des Hauptantriebes ermöglicht, allenfalls mit reduzierter Förderleistung aber gleicher Sicherheit wie bei normalen Betrieb.
- ◆ Kabine, Gondel: Bauteil eines geschlossenen Fahrzeuges, das für die Aufnahme der beförderten Personen, sitzend oder stehend, bestimmt ist.
- ◆ Klemme: Befestigung am Seil, fest oder betrieblich lösbar, die das Seil umschlingt und mit einer ausreichenden Kraft dagegen presst, um ein Gleiten zu verhindern.
- ◆ Laufwerksentgleisung: Vorgang, bei dem das Laufwerk einer Seilschwebbahn das Tragseil verlässt.
- ◆ Niederhalterolle/ -scheibe: Seilrolle oder -scheibe, die normalerweise eine abwärtsgerichtete Kraft auf das Seil ausübt.
- ◆ Notantrieb: Antrieb, der zur Rückführung der Fahrzeuge in die Stationen bei Ausfall der übrigen Antriebe dient.
- ◆ Räumung; Rückführung; Leerfahrten: Vorgang, bei welcher die Fahrzeuge mit den beförderten Personen in die Stationen zurückgebracht werden, wobei besondere Maßnahmen getroffen sowie eigene Hilfsmittel der Anlage verwendet werden. Die eigenen Hilfsmittel der Anlage können sein: Der Hauptantrieb unter bestimmten Bedingungen oder der Notantrieb. Die besonderen Maßnahmen sind unter Berücksichtigung der Ausfallursache des Normalbetriebes zu wählen.
- ◆ Rollenbatterie: Gruppe von hintereinander angeordneten Seilrollen einschließlich deren Tragsstruktur zur Ablenkung eines bewegten Seiles.

- ◆ ruhendes Seil; stehendes Seil: Seil, das mindestens an einem Ende fest verankert ist und gegebenenfalls von einem oder mehreren Seilauflagern getragen wird.
- ◆ Seildrall: Torsionsmoment, das im gespannten Seil auftritt.
- ◆ Seilendbefestigung: Bauteil zur Verbindung eines Seilendes mit einem Bauteil, auf welches es seine Zugkraft überträgt.
- ◆ Seilentgleisung: Vorgang, bei dem das Seil seine Normallage auf einer Auflage verlässt.
- ◆ Seilfänger; Seilfangvorrichtung: Vorrichtung zum Auffangen eines entgleisten Seiles.
- ◆ Seilkopf: Seilendbefestigung bestehend aus einer Hülse, in welcher das Seilende unter der darauf übertragenen Zugkraft festgehalten wird.
- ◆ Seilreiter; Zugseilzwischenaufhängung: Bauteil einer Zweiseilbahn mit Doppeltragseilen, das auf der Strecke an den Tragseilen befestigt und mit einer oder mehreren Seilrollen bestückt ist und für das oder die Zugseile eine zusätzliche Auflage bildet.
- ◆ Seilrolle: Drehbares Seilauflager, dessen Radius kleiner ist als der Biegeradius des Seiles am Auflagepunkt.
- ◆ Seilscheibe: Drehbares Seilauflager, das dem Seil seinen Krümmungsradius aufprägt.
- ◆ Seilschleife (geschlossene): Durch eine Spleißung in sich geschlossenes Seil.
- ◆ Sicherheitsbauteil: Bauteil, bei dessen Ausfall oder Fehlfunktion eine Gefährdung der Sicherheit oder der Gesundheit von Personen, seien es Fahrgäste, Betriebspersonal oder Dritte, entsteht.
- ◆ Sicherheitsbremse: Bremse, die bei Ausfall der anderen Bremseinrichtungen, den Stillstand der Anlage gewährleistet.
- ◆ Spanneinrichtung: Die Gesamtheit der Einrichtungen zur Erhaltung der Seilspannkraft innerhalb der vorgesehenen Grenzen.
- ◆ Station: Bauliche Einheit bestehend aus Gebäuden und Konstruktionen, welche die seilbahntechnischen Einrichtungen sowie die Ein- und Aussteigebereiche und gegebenenfalls sonstige weitere Eingangs- und Aufenthaltsbereiche beinhalten.
- ◆ Stütze: Streckenbauwerk, das dazu dient, die Seile zu tragen und in ihrer Normallage zu halten.
- ◆ Tragrolle/-scheibe: Seilrolle oder -scheibe, die normalerweise eine aufwärtsgerichtete Kraft auf das Seil ausübt.
- ◆ Tragseil: Ruhendes Seil, das Fahrzeuge, die darauf mittels eines Laufwerkes fahren, trägt.
- ◆ Umlenkscheibe: Seilscheibe zur Richtungsumkehr eines Seiles.
- ◆ Verankerungspoller: Seilendbefestigung bestehend aus einem verankerten Poller, auf dem ein ruhendes Seil über Seilwindungen abgespannt ist.
- ◆ Wechsellastbatterie: Rollenbatterie, die mit Trag- und Niederhalterollen bestückt ist.
- ◆ Zugseil: Bewegtes Seil, das die mit ihm verbundenen Fahrzeuge bewegt, ohne sie zu tragen.
- ◆ Zugseiltrommel: Seilendbefestigung bestehend aus einer Trommel, auf der das Zugseil über Seilwindungen abgespannt wird.

Anhang

- ◆ Anhang 1: Daten zu den Einseilumlaufbahnen¹⁴⁶
- ◆ Anhang 2: Daten zu den 3S Bahnen¹⁴⁷
- ◆ Anhang 3: Daten zu den Funitel Bahnen¹⁴⁸

¹⁴⁶Vgl. Lift-world online (<http://www.seilbahntechnik.net/de/lifts/Ort/8-gondelbahn/page1.htm>
<http://www.seilbahntechnik.net/de/lifts/Ort/8-gondelbahn/page2.htm>
<http://www.seilbahntechnik.net/de/lifts/Ort/8-gondelbahn/page3.htm>
<http://www.seilbahntechnik.net/de/lifts/Ort/10-gondelbahn/page1.htm>), 14.11.2014

¹⁴⁷Vgl. Lift-world online (<http://www.lift-world.info/de/lifts/Ort/zweiseilbahn/page1.htm>), 18.11.2014

¹⁴⁸Vgl. Lift-world online (<http://www.lift-world.info/de/lifts/Ort/funitel/page1.htm>), 18.11.2014

◆ Anhang 1: Einseilumlaufbahnen

Anhang

Seilbahn	Land	Hersteller	Baujahr	Höhe Talstation in m	Höhe Zwischenstation in m	Höhe Bergstation in m	Höhendifferenz in m	Streckenlänge in m	Horizontale Länge in m	Stützenanzahl	Spurweite in m	Antrieb	Spannung	Spannweg in m	Länge Förderseil in m	d Förderseil in mm	Antriebsleistung (Anfahren) in kW
Acherkogelbahn, Oetz (Hochoetz)	A	Doppelmayr	2000	814		2023	1209	2831	2527,6	16	Berg	Tal			5800	50	
Aineck Silverjet II, St. Margarethen (Katschberg)	A	Doppelmayr	2011	1552		2065	513	2250		15	6,1 Berg	Tal				48	
Aineck-Gipfelbahn, St. Margarethen (Katschberg)	A	Doppelmayr	2009	1751,51		2214,51	463	1710	1632	12	6,1 Berg	Tal				48	745
Almbahn, Fiss (Serfaus-Fiss-Ladis)	A	Doppelmayr	2008	1812		2595	783	2070		16	Berg						
Alpen Connecting (Olang/Valdaora, Kronplatz)	I	Doppelmayr	2013	1619		2152,5	533,5	2206,41	2134,96	15	6,1 Berg	Tal			4400	54	
Andalo-Doss Pela (Paganella)	I	Doppelmayr	2005	1033	1480	1782	729,2	2444,65									
Apkogelbahn, Galtür	A	Doppelmayr	2004	1642		1974	332	1399	1355	9	5,2 Berg	Tal					539
Auenfeldjet (Schröcken, Ski Arlberg)	A	Doppelmayr	2013	1719		1786	67	2071,66									
Bauernpenzingbahn, Oberndorf (St. Johann in Tirol)	A	Doppelmayr	2001	707		1305	598	1874		12					3910	45	
Bergeralp, Steinach am Brenner	A	Doppelmayr	2007	1065		1585	520,6	1332,5		9	6,1 Berg	Tal					
Bernkogelbahn I, Saalbach	A	Doppelmayr	2011	1022,1		1584,71	562,5	1968,1	1886	15	5,2 Berg	Tal				50	970
Bezou (Gourette)	F	Poma	2004	1351		1598	247	1000		9	5,7 Berg	Tal				47	415
Bormio-Bormio 2000	I	Leitner	2003	1211		1952	741	2439		18	Berg	Tal				54	1180
Borreguiles (Pradollano, Sierra Nevada)	E	Leitner	2007			534	2622									54	
Brandstadl I, Scheffau (SkiWelt)	A	Doppelmayr	2002	677		1230	553	2268		19	5,2 Berg	Tal				48	1130
Brandstadl II, Scheffau (SkiWelt)	A	Doppelmayr	2002	1230		1638	408,5	1072		9	5,2 Berg	Tal				48	760
Buchau Gipfelbahn, St. Johann im Pongau (Ski amade)	A	Doppelmayr	2007	1040		1783	743	2200		17							
Celliers (Le Grand Domaine)	F	Poma	2008				305	804		5	5,3 Berg	Tal				46	
Cesana-Pariol-Ski Lodge (Via Lattea)	I	Leitner	2004	1361,4	1550	1716,6	355,21	2521,44		20	5,5 Berg	Tal				50	
Choralmbahn, Westendorf (SkiWelt)	A	Doppelmayr	2008	929		1820	891	2365		19	Berg	Tal					
Cote 2000	F	Poma	2010				563	1886									
Crest-Alpe Ostafa, Champoluc-Fracheys (Monterosa Ski)	I	Leitner	2005	1977,6		2426,5	448,9	1391,85	1311,78	12	5,5 Tal	Tal				52	760
Croix, Chamrousse	F	Poma	2009				582	1953		16	6,1 Berg	Tal				50	
Doischberg, Fieberbrunn (Schneewinkel)	A	Leitner	2001	838,55		1187,65	349,1	1527,92		12	5,5 Berg	Tal				50	
Dorfbahn I, Königsleiten (Zillertal Arena)	A	Doppelmayr	2010	1594,4		1920,01	325,6	927,67	868,65	9	5,2 Berg	Tal		5	1931,66	47	453
Dorfbahn II, Königsleiten (Zillertal Arena)	A	Doppelmayr	2010	1920		2247,01	327	1700	1688,25	13	5,2 Tal	Tal		5	3484,49	47	544
Dorfbahn, Brand (Brandnertal)	A	Doppelmayr	2007	1011		1402	390,5	1119,5	1049	10	5,2 Berg	Tal				47	
Dosso Larici-Cermis, Cavalese	I	Leitner	2005	1276,71		2013,5	736,69	2446		19	5,6 Berg	Tal				54	1240
Ehrwalder Almbahn	A	Doppelmayr	2001	1100		1500	400	2275		17	Berg	Tal					
Elferbahn, Neustift im Stubaital	A	Leitner	2004	981		1793	812	1804		14	5,5 Berg	Tal				46	577
Falschbach, Gerlos (Zillertal Arena)	A	Doppelmayr	2010	1868,6		2305,53	436,93	1250	1165	9	5,2 Tal	Tal					
Familienjet Reitherkogel, Reith im Alpbachtal	A	Doppelmayr	2001	659		1197	538	1980		10	Berg	Tal					
Familijet, Lermoos	A	Doppelmayr	2012	1003		1091	88,3	370,19	359,5	5	5,2 Berg	Berg				45	171
Fieberbrunn (Schneewinkel) Reckmoos Nord	A	Doppelmayr	2011	1426		1873	504	1858		11	Berg	Tal				52	
Fimbabahn I, Ischgl	A	Doppelmayr	2007	1371		1631	260,21	1673,83	1626,75	12	5,2 Berg	Tal			3418	54	680
Fimbabahn II, Ischgl	A	Doppelmayr	2007	1631		2321	689,74	2173,37	2026,67	13	5,2 Berg	Tal			4417	54	975
Finkenberger Almbahn II (Ski Zillertal 3000)	A	Doppelmayr	2003	1760		2089	329	927		11	Tal	Tal				48	
Gaislachkogelbahn I, Sölden	A	Doppelmayr	2010	1363		2174	811	2040,48		13	Berg	Tal				56	1260
Gefrorene Wand (Hintertux)	A	Doppelmayr	2011	2660		3033	425	1257		10					3025	50	
Gipfelbahn Hochwurzen (Rohrmoos, Planai)	A	Leitner	2013	1134		1841	707	2169		14	Berg	Tal			4190	54	855
Gipfelbahn, Bruneck / Brunico (Kronplatz)	I	Leitner	2010	1733		2273,84	540,84	1709,5	1617,5	12	6,1 Berg	Tal				58	
Gipfelbahn, Königsleiten (Zillertal Arena)	A	Doppelmayr	2011	1948,01		2302,51	354,5	1248,39	1197	11	5,2 Berg	Tal				47	585
Gipfelbahn, Mellau (Damüls-Mellau)	A	Doppelmayr	2009	1412		1924	513	1851		11	Tal	Tal				48	
Gipfelbahn, Rauris	A	Doppelmayr	2002	1649		2174	525	2284,15		14	5,2 Tal	Tal				48	826
Götznerbahn, Götzens (Mutterer Alm)	A	Leitner	2007	898	1280	1804	906	3021		19	Berg	Tal				54	
Grafenberg-Express I, Wagrain (Ski amade)	A	Doppelmayr	2009	862,6		1236,3	373,7	947,91	843,22	9	5,2 Berg	Tal				47	534
Grasjochbahn, St. Gallenkirch (Silvretta Montafon)	A	Doppelmayr	2011	820,01		1979,51	1159,5	3915,91	3675,65	23	6,1 Berg	Tal			7904,59	58	
Grosseck-Bahn, Mauterndorf (Grosseck-Speiereck)	A	Doppelmayr	2000	1100		1960	860	1914		12	Berg						
Grossglockner Panoramabahn, Heiligenblut	A	Doppelmayr	2006	2200		2600	333,6	1146		8							
Grubig II (Lermoos)	A	Doppelmayr	2013	1338,21		2032,01	693,8	1916	1786	12	6,1 Berg	Tal				52	827
Gsoll, Ebensee (Feuerkogel)	A	Leitner	2009	1055		1567	512	1625,73		11	Berg	Tal				48	478
Hahnenkammbahn Höfen, Reutte (Hahnenkamm)	A	Leitner	2010	919,25	1519,75	1729,75	810,5	2559,27	2450	15	5,3 Berg	Berg			5118	54	1100
Hauser Kaibling, Haus im Ennstal	A	Doppelmayr	2000	729		1424	695	2519		13	5,5 Berg	Tal				45	1045
Highliner I (Flachauwinkl-Zauchensee, Ski amade)	A	Doppelmayr	2009	1012,2		1610,2	598	1537,4		12	Berg	Tal					
Hirschkogelbahn (Hintertoder)	A	Leitner	2012	1260,3		1650,8	390,5	1664	1606		6,1 Berg	Tal		6		48	610
Hochalmbahn, Hinterglemm	A	Leitner	2005	1103		1371	268	1105	1072	9	6 Berg	Tal				46	529
Hochalplilabahn, Schruns (Silvretta Montafon)	A	Doppelmayr	2011	1979,51		2421,01	441,5	1338,6	1258,1	11	6,1 Tal	Tal			2749,96	52	
Hochbifangbahn Altenmarkt (Radstadt)	A	Doppelmayr	2011	881		1561	680	2348		14	Berg	Tal			4750		
Hochbrand, Grossarl (Ski amade)	A	Doppelmayr	2006	893		1325	432	1164		8	Berg	Tal					
Hochgurglbahn 1, (Obergurgl-Hochgurgl)	A	Leitner	2001	1789		2160	371	911		6	5,5 Zwischen	Tal				48	
Hochgurglbahn 2, (Obergurgl-Hochgurgl)	A	Leitner	2001	2160		2713	553	2175		14	5,5 Berg	Zwischenstation				48	

Anhang

Seilbahn	Antriebsleistung (Betrieb) in kW	Klemmentyp	Kabinenanzahl	Personen/Kabine	Kabinenabstand in m	Kabinenfolgezeit in s	Max. Förderleistung in Pers/h	Fahrzeit in min	Fahrtgeschwindigkeit in m/s	Bergförderung in %	Talförderung in %	Förderleistung/ Kabinenanzahl in P/h*Kabin	Streckenlänge/ Anzahl d. Stützen+1 in m/Seilfeld
Acherkogelbahn, Oetz (Hochoetz)	1140	DT 108	66	8	96	16	1800	8	6	100	100	27	167
Aineck Silverjet II, St. Margarethen (Katschberg)	633		72	8		12	2400	6,4	6	100		33	141
Aineck-Gipfelbahn, St. Margarethen (Katschberg)	616		56	8	71,27	11,88	2425	4,87	6	100		43	132
Almbahn, Fiss (Serfaus-Fiss-Ladis)			54	8			2000	5,75	6	100	100	37	122
Alpen Connecting (Olang/Valdaora, Kronplatz)		A108C	75	10	69,68	11,61	3100	6,13	6	100	0	41	138
Andalo-Doss Pela (Paganella)	938		8	8			2190		6	100			
Aplkogelbahn, Galtür	438	DT 108	41	8	87,48	14,58	2000	4,03	6	100		49	140
Auenfeldjet (Schröcken, Ski Arlberg)	426		42	10	123	24,2	1490	8,2	5	100	100	35	
Bauernpenzingbahn, Oberndorf (St. Johann in Tirol)			35	8			1400	5,2	6	100		40	144
Bergeralp, Steinach am Brenner		DT 108	8	8	73,5		2350	4,75	6	100			133
Bernkogelbahn I, Saalbach	802		82	8	57,6	9,5	3017	5,6	6	100		37	123
Bezou (Gourette)			33	10		70,67	2700	2,67	5	100		82	100
Bormio-Bormio 2000			89	8			2800	6	6	100		31	128
Borreguiles (Pradollano, Sierra Nevada)	920		80	10		11,25	3200	7	7,3	100		40	
Brandstadl I, Scheffau (SkiWelt)	940	DT 108	85	8			2800	6,22	6	100	100	33	113
Brandstadl II, Scheffau (SkiWelt)	625	DT 108	47	8			2800	2,98	6	100		60	107
Buchau Gipfelbahn, St. Johann im Pongau (Ski amade)		DT 108	71	8	72	12	2400	7,13	6	100		34	122
Celliers (Le Grand Domaine)	400		10	8			700	2,67	5	100		70	134
Cesana-Pariol-Ski Lodge (Via Lattea)	820		66	8	123,4	20,57	1800	8,1	6	100	100	27	120
Choralmbahn, Westendorf (SkiWelt)		DT 108	71	8		13	2200	7		100		31	118
Cote 2000				10			2300		5,3	100			
Crest-Alpe Ostafa, Champoluc-Fracheys (Monterosa Ski)			55	8	61,71	10,29	2800	4,8	6	100		51	107
Croix, Chamrousse	830		70	8			3000	6,2	6	100		43	115
Doischberg, Fieberbrunn (Schneewinkel)	450		54	8	65	13	1900	5,25	5	100	50	35	118
Dorfbahn I, Königsleiten (Zillertal Arena)	373	DT 108	34	8	72,56	12,09	2381	2,71	6	100	100	70	93
Dorfbahn II, Königsleiten (Zillertal Arena)	437	DT 108	56	8	72,56	12,09	2381	4,83	6	100	100	43	121
Dorfbahn, Brand (Brandnertal)	478	DT 108	30	8	101,9	17	1695	3,2	6	100	100	57	102
Dosso Larici-Cermis, Cavalese			77	8	72	12	2400		6	100	100	31	122
Ehrwalder Almbahn			99	8			2800	8	5	100		28	126
Elferbahn, Neustift im Stubaital	541		29	8			1200	5	6	100	100	41	120
Falschbach, Gerlos (Zillertal Arena)		DT 108	51	8	61	10,3	2800	4,3	6	100	25	55	125
Familienjet Reitherkogel, Reith im Alpbachtal		DT 108	34	8			1100	6,6	5	100		32	180
Familyjet, Lermoos	140		18	8	64,02	16	1800	1,68	4	100		100	62
Fieberbrunn (Schneewinkel) Reckmoos Nord	670		54	10			2400	6,5	6	100		44	155
Fimbabahn I, Ischgl	510	DT 108	78	8	51,43	10,29	2800	6,71	5	100	100	36	129
Fimbabahn II, Ischgl	770	DT 108	97	8	51,43	10,29	2800	8,38	5	100	100	29	155
Finkenberger Almbahn II (Ski Zillertal 3000)	680	DT 108	48	8			2880	5	5	100	100	60	77
Gaislachkoglbahn I, Sölden		DT 108	107	8	48	8	3600	6,7	6	100	100	34	146
Gefrorene Wand (Hintertux)	660	A108	47	10			2800	4,94	6	100	100	60	114
Gipfelbahn Hochwurz (Rohrmoos, Planai)	700	LPA	59	10			2539	6,2	6	100		43	145
Gipfelbahn, Bruneck / Brunico (Kronplatz)	1080	LPA-M	81	10	54	9	4000		6	100		49	132
Gipfelbahn, Königsleiten (Zillertal Arena)	493		49	8	62,75	10,46	2754	3,61	6	100		56	104
Gipfelbahn, Mellau (Damüls-Mellau)		DT 108	62	8			2400	5,2	6	100	100	39	154
Gipfelbahn, Rauris	664	DT 108	55	8	95,39	15,9	1812	6,5	6	100		33	152
Götznerbahn, Götzens (Mutterer Alm)	1086		80	8			2000	8,4	6	100		25	151
Grafenberg-Express I, Wagrain (Ski amade)	397		39	8	60	12	2400	3,97	5	100	100	62	95
Grasjochbahn, St. Gallenkirch (Silvretta Montafon)			120	8	73	12,2	2400	11,9	6	100	100	20	163
Grosseck-Bahn, Mauterndorf (Grosseck-Spieereck)		DT 108		8			2000	5,3	6	100			147
Grossglockner Panoramabahn, Heiligenblut			25	8	120	24	1200	5	5	100		48	127
Grubig II (Lermoos)	664		51	10	90	15	2400	5,46	6	100	100	47	147
Gsoll, Ebensee (Feuerkogel)	400		46	8			1600		6	100		35	135
Hahnenkammbahn Höfen, Reutte (Hahnenkamm)	900		69	8			2000	7,5	6	100	100	29	160
Hauser Kaibling, Haus im Ennstal	830	DT 108	79	8	72,15	12,02	2395	8	6	100	100	30	180
Highliner I (Flachauwinkl-Zauchensee, Ski amade)			62	8	61,8	10,3	2800	4,2	6	100	100	45	118
Hirschkogelbahn (Hinterstoder)	461	LPA	46	10	90		2400	4,6	6	100	40	52	
Hochalmbahn, Hintertlemm	416		40	8			2324	3,2	6	100	100	58	111
Hochalpilabahn, Schruns (Silvretta Montafon)			53	8	61,8	10,3	2800	4,6	6	100		53	112
Hochbifangbahn Altenmarkt (Radstadt)		A108C	50	10	86,4	14,4	2000	7,6	6	100	100	40	157
Hochbrand, Grossarl (Ski amade)		DT 108	42	8			2400		6	100		57	129
Hochgurglbahn 1, (Obergurgl-Hochgurgl)	560		32	8			2489	2,7	6	100		78	130
Hochgurglbahn 2, (Obergurgl-Hochgurgl)	980		60	8			2489	6,2	6	100		41	145

Anhang

Seilbahn	Land	Hersteller	Baujahr	Höhe Talstation in m	Höhe Zwischenstation in m	Höhe Bergstation in m	Höhendifferenz in m	Streckenlänge in m	Horizontale Länge in m	Stützenanzahl	Spurweite in m	Antrieb	Spannung	Spannweg in m	Länge Förderseil in m	d Förderseil in mm	Antriebsleistung (Anfahren) in kW
Hochserles, Mieders (Serlesbahnen)	A	Leitner	2003	963,82		1610,12	646,3	1974,49	1861,36	11	5,5	Tal	Tal	2,75		46	
Hochzillertal III, Kaltenbach (Hochfugen-Hochzillertal)	A	Leitner	2006	561,08		1736,78	1175,7	3063		22		Berg	Tal			59	1845
Hohe Mut I, Obergurgl (Obergurgl-Hochgurgl)	A	Doppelmayr	2007	1910,4		2071,6	161,2	1016		7	5,2	Berg	Tal				
Hohe Mut II, Obergurgl (Obergurgl-Hochgurgl)	A	Doppelmayr	2007	2071,6		2646,5	574,9	1435		10	5,2	Tal	Tal				
Hohe Salve, Söll (SkiWelt)	A	Doppelmayr	2000	1155		1825	670	1836		12	5,5	Tal	Tal				
Horbergbahn, Mayrhofen (Ski Zillertal 3000)	A	Doppelmayr	2000	620		1650	1030	3837		24	5,5	Berg	Tal		7670	52	1476
Ikarus, Werfenweng	A	Doppelmayr	2001	973		1831	858	1958				Berg	Tal				
Inneralpbach-Pechalm (Alpbach-Wildschönau)	A	Doppelmayr	2012	1009		1441	432	1858	1835	10		Berg	Tal			50	860
Isskogelbahn, Gerlos (Zillertal Arena)	A	Leitner	2004	1256,5		1893	636,5	2052,7		14		Berg	Tal				
Jafferau (Bardonecchia)	I	Doppelmayr	2005	1348		1930	583,2	1833,75									
Kaiserbahn, Kühltal	A	Doppelmayr	2008	1943		2448	504	1632,93	1553,2	9		Berg	Tal		3550		
Kals I+II, Kals am Großglockner	A	Doppelmayr	2008	1351	1968	2403	1049	3796		21		Zwischenstation					
Karlesjochbahn, Feichten (Kaunertaler Gletscher)	A	Leitner	2008	2752		3107	355	1617	1571	10	6,1	Tal	Tal		3297,11	46	451
Karsspitzbahn I, Zell am Ziller (Zillertal Arena)	A	Doppelmayr	2008	576		1310	734	1826	1665	10	5,2	Berg	Tal	4			
Karsspitzbahn II, Zell am Ziller (Zillertal Arena)	A	Doppelmayr	2010	1310		2116	806	2410		13	5,2	Berg	Tal			52	
Kasbergbahn, Gröden (Kasberg)	A	Doppelmayr	2003	621		1273	652	1785				Berg			6084	47	
Ki-West (Kreuzjöchlsee-, Kirchberg (SkiWelt)	A	Doppelmayr	2005	945		1744	799	3056		20		Berg	Tal				
Kings Cab (Tiergartenbahn), Mühlbach (Hochkönig Bergbahnen)	A	Doppelmayr	2008	1326		1743	418	2087		12		Berg	Tal				
Königslehenbahn I, Radstadt (Ski amade)	A	Doppelmayr	2003	855		1250	395	1439		9		Zwischen	Tal			48	547
Königslehenbahn II, Radstadt (Ski amade)	A	Doppelmayr	2004	1234		1571	337	1145		8		Berg				48	512
Korer, Bruneck/Brunico (Kronplatz)	I	Leitner	2005	936,2		1091	154,8	1008,64	995,65	7	5,5	Tal	Berg			48	460
Kronplatz I (Bruneck/Brunico, Kronplatz)	I	Leitner	2003	945		1851	906	2871		26		Berg	Tal			54	
Kronplatz II (Bruneck/Brunico, Kronplatz)	I	Leitner	2003	1851		2259	408	1160		13		Tal	Berg			54	
Laghet-Prati di Gaggia (Andalo, Paganella)	I	Leitner	2005	1034,64		1338,24	303,6	1116,42	1067,5	9	6,1	Berg	Tal			50	550
Laurin 1 (Welschnofen/Nova Levante, Carezza Ski)	I	Doppelmayr	2013	1170	1320	1750	565	3603	3528	24						52	1084
Ley (Gourette)	F	Poma	2010				167	577									
Loferer Alm Bahn I	A	Doppelmayr	2011	632		1000	371	1920	1884	15	5,2	Berg	Tal			48	697
Maierlbahn (Kirchberg, Kitzbühel)	A	Leitner	2010	880		1561	681	2717	2616	16	6,1	Berg	Tal			52	1020
Marchner (Olang/Valdaora, Kronplatz)	I	Leitner	2009	1559		2010	451	1684	1618	12	6,1	Berg	Tal			52	2x430
Matells-Pardiel Ost (Bad Ragaz, Pizol)	CH	Garaventa	2007	489,65		1621,75	1137,35	3368,66	3136,22	19	6,1	Berg	Tal		6784,1	54	1199
Mercantour (Isola 2000)	F	Poma	2005				429	1618		14	6,2	Berg	Tal			49	
Mittelbergbahn, St. Leonhard (Pitztaler Gletscher)	A	Doppelmayr	2006	2685	3000	3290	605	2390		15		Tal	Tal			52	
Mitterstein 1+2 (Bad Mitterndorf, Tauplitz)	A	Doppelmayr	2010	1207,1	1675,5	1913,6	706,5	2380,81	2271	19	5,2	Zwischen	Tal und Berg			48	1148
Molanes (Pra-Loup, Léspace Lumière)	F	Poma	2009				322	923		12		Berg	Tal			46	
Mutteralmbahn, Mutters	A	Leitner	2005	970	1247	1612	652	2801	2716	19	6,1	Berg	Tal				
Muttersbergbahn (Bludenz)	A	Doppelmayr	2002	679		1397	718	1722		11	5,2	Berg	Tal		3516	47	555
Nassereinbahn, St. Anon (Ski Arlberg)	A	Leitner	2000	1292		1863	571	1950		12	5,5	Berg	Tal			52	
Palüdbahn, Brand (Brandnertal)	A	Doppelmayr	2010	1070,1		1608,1	538	1692,01	1604,2	11	5,2	Berg	Tal			46	538
Panorama-JET-Zwieselalm, Gosau (Skiregion Dachstein-West)	A	Doppelmayr	2004	818		1585	767	2226	2089	14	5,2	Berg	Tal			52	
Panoramabahn Kitzbüheler Alpen I, Mittersill	A	Doppelmayr	2005	803		1231	428	2116,46	2057,36	15		Berg					
Panoramabahn Kitzbüheler Alpen II, Mittersill	A	Doppelmayr	2005	1231		1892	661	2143,97	2027,06	16		Tal					
Pechalm-Schatzberg (Alpbach-Wildschönau)	A	Doppelmayr	2012	1441		1876	435	1421	1380	10		Tal	Tal				
Pengelstein I, Kirchberg (Kitzbühel)	A	Doppelmayr	2003	934		1545	611	2788		16	5,2	Berg	Tal		5745	47	
Peter Anich, Oberperfuss (Rangger Köpfl)	A	Doppelmayr	2007	851		1363	512	1535		10		Tal	Berg				
Pezidbahn, Serfaus (Serfaus-Fiss-Ladis)	A	Doppelmayr	2004	2328		2748,5	420,5	1377,76		7	6,1	Tal	Tal			48	560
Piani di Pezze-Col di die Baldi (Alleghe, Ski Civetta)	I	Leitner	2011	1450		1913	463	2030	1986	15	6,1	Berg	Tal			52	
Pierrafort (Valmorel)	F	Doppelmayr	2011				475	1895				Berg	Tal				
Planai Golden Jet, Schladming (Planai-Hochwurzen)	A	Doppelmayr	2006	750	930	1390	645	2401		15		Berg	Tal				
Planpraz (Chamonix, Brevent-La Flegère)	F	Poma	2008				924	1832				6,1	Berg	Tal		58	
Plattieres 1 (Meribel, Les Trois Vallées)	F	Poma	2012				733	3078				6,1	Berg	Tal		56	
Pleney (Morzine, Les Portes du Soleil)	F	Poma	2013				512	1332									
Preuneggjet, Pichl/Enns (Reiteralm & Fageralm)	A	Doppelmayr	2010	1042,61		1748,01	705,4	2217,2	2102	15	5,2	Berg	Tal			52	905
Ratier (Chantemerle, Serre Chevalier)	F	Poma	2013	1361		1899	538	1562		10		Berg	Tal				
Reckmoos Süd, Fieberbrunn (Schneewinkel)	A	Doppelmayr	2006	1284		1873	589	1780,13	1620,5	14		Berg	Tal				
Reiteralm Silver Jet, Pichl/Enns (Reiteralm & Fageralm)	A	Doppelmayr	2005	787		1392,5	605,5	1891,53	1792	12	5,2	Berg	Tal				924
Rendlbahn, St. Anton am Arlberg (Ski Arlberg)	A	Leitner	2009	1309,6		2030,78	721,18	2588,27	2410,17	12		Berg	Tal			50	
Ried (Perch/Perca, Kronplatz)	I	Leitner	2011	930,2	951,7	1733,22	803,02	4337,78	4222,72	24	6,1	Berg	Tal			58	
Riegleralm (St. Georgen, Kreischberg)	A	Doppelmayr	2013	1641		2078	437	2043				Berg	Tal			50	
Rosnerköpfbahn, Werfenweng	A	Leitner	2013	1151		1398	247	901		9		Berg	Tal				
Salvenbahn I, Hopfgarten (SkiWelt)	A	Doppelmayr	2004	625,5		1174	548,5	2099		13		Berg	Tal			45	708
Salvenbahn II, Hopfgarten (SkiWelt)	A	Doppelmayr	2008	1178		1829	645	1728		11		Berg	Tal				

Anhang

Seilbahn	Antriebsleistung (Betrieb) in kW	Klemmentyp	Kabinenanzahl	Personen/Kabine	Kabinenabstand in m	Kabinenfolgezeit in s	Max. Förderleistung in Pers/h	Fahrzeit in min	Fahrtgeschwindigkeit in m/s	Bergförderung in %	Talförderung in %	Förderleistung/ Kabinenanzahl in P/(h*Kabinen)	Streckenlänge/ Anzahl d. Stützen+1 in m/Seilfeld
Hochserles, Mieders (Serlesbahnen)	570	LPA	24	8	191,2	40	720	6,8	6	100	100	30	165
Hochzillertal II, Kaltenbach (Hochfugen-Hochzillertal)	1560		112	8			2800	8,6	6	100		25	133
Hohe Mut I, Obergurgl (Obergurgl-Hochgurgl)	DT 108		39	8			2400	3,9	6	100		62	127
Hohe Mut II, Obergurgl (Obergurgl-Hochgurgl)	DT 108		51	8			2400	5,1	6	100		47	130
Hohe Salve, Söll (SkiWelt)	DT 108		47	8	90	18	1600	6,12	5	100		34	141
Horbergbahn, Mayrhofen (Ski Zillertal 3000)	900	DT 108	126	8	66,5	11,1	2600	10,7	6	100	100	21	153
Ikarus, Werfenweng			43	8			1600	5,4	6	100		37	
Inneralpbach-Pechalm (Alpbach-Wildschönau)	A108		62	8			2400	6,3	6	100	100	39	169
Isskogelbahn, Gerlos (Zillertal Arena)	762		65	8			2400	5,7	6	100	100	37	137
Jafferau (Bardonecchia)	561			8			1780	5	6	100			
Kaiserbahn, Kühtal	546	DT 108	37	8	109,5	18,25	1578	4,68		100		43	163
Kals I+II, Kals am Großglockner	DT 108		84	8	108	18	1600	12,7	6	100		19	173
Karlesjochbahn, Feichten (Kaunertaler Gletscher)	396		49	8	80,68	13,35	2142	4,6	6	100		44	147
Karsspitzbahn I, Zell am Ziller (Zillertal Arena)	756	DT 108	60	8		12	2400	5,1	6	100	100	40	166
Karsspitzbahn II, Zell am Ziller (Zillertal Arena)	756	DT 108	77	8	72	12	2400	6,7	6	100	100	31	172
Kasbergbahn, Gröden (Kasberg)	654		45	8			1920		6	100		43	
Ki-West (Kreuzjöchlsee=, Kirchberg (SkiWelt)			63	8			2000	8	6	100		32	146
Kings Cab (Tiergartenbahn), Mühlbach (Hochkönig Bergbahnen)	DT 108		78	8			2800	6,58	6	100		36	161
Königslehenbahn I, Radstadt (Ski amade)	DT 108		47	8			2400	3,9	6	100		51	144
Königslehenbahn II, Radstadt (Ski amade)	DT 108		43	8			2400	3,2	6	100	100	56	127
Korer, Bruneck/Brunico (Kronplatz)			43	8	60	12	2880		6	100		67	126
Kronplatz I (Bruneck/Brunico, Kronplatz)	1240		84	8			2250	8	6	100		27	106
Kronplatz II (Bruneck/Brunico, Kronplatz)	700		39	8			2250	3,3	6	100		58	83
Laghet-Prati di Gaggia (Andalo, Paganella)			29	8	72	12	1800	3	6	100		62	112
Laurin 1 (Welschnofen/Nova Levante, Carezza Ski)	754		66	10	120	20	1800	10	6	100		27	144
Ley (Gourette)				10			2500		4,6	100			
Loferer Alm Bahn I	549	DT 108	63	8	107,34	17,89	2400	6	6	100	100	38	120
Maierlbahn (Kirchberg, Kitzbühel)	804		68	10	90	15	2400	7,33	6	100	50	35	160
Marchner (Olang/Valdaora, Kronplatz)	760	LPA	59	10	72	12	3000		6	100		51	130
Matells-Pardiel Ost (Bad Ragaz, Pizol)	926		78	8	96	16	1800	10,38	6	100	100	23	168
Mercantour (Isola 2000)	700		58	10			3000	5	5,5	100		52	108
Mittelbergbahn, St. Leonhard (Pitztaler Gletscher)	DT 108		68	8			2100	9	6	100		31	149
Mitterstein 1+2 (Bad Mitterndorf, Tauplitz)	964	DT 108	80	8	72,68	12,11	2380	6,9	6	100		30	119
Molanes (Pra-Loup, Léspace Lumiere)	516		33	10			2000	5,8	4,5	100		61	71
Mutteralmbahn, Mutters	872			8			1800	8,6	6	100	100		140
Muttersbergbahn (Bludenz)	446	DT 108	29	8	144	28,8	1000	5,7	5	100	100	34	144
Nassereinbahn, St. Anon (Ski Arlberg)	726		68	8	66,46	11,08	2600	5,4	6	100	100	38	150
Palüdbahn, Brand (Brandnertal)	434		34	8	120,84	20,14	1430	4,81	6	100		42	141
Panorama-JET-Zwieselalm, Gosau (Skiregion Dachstein-West)	550	DT 108	61	8			2400	6,38	6	100	100	39	148
Panoramabahn Kitzbüheler Alpen I, Mittersill			48	8			2400	6	6	100	100	50	132
Panoramabahn Kitzbüheler Alpen II, Mittersill			48	8			2000	6	6	100		42	126
Pechalm-Schatzberg (Alpbach-Wildschönau)			50	8			2400	5	6	100		48	129
Pengelstein I, Kirchberg (Kitzbühel)	840		88	8			2400	7,75	6	100	100	27	164
Peter Anich, Oberperfuss (Rangger Köpfl)	DT 108		22	8			1515		6	100	100	69	140
Pezidbahn, Serfaus (Serfaus-Fiss-Ladis)			46	8			2400	4,65	6	100	25	52	172
Piani di Pezze-Col die Baldi (Alleghe, Ski Civetta)	670	LPA-M	75	8	61,7	10,29	2800	5,5	6	100		37	127
Pierrafort (Valmorel)			63	10	72	12	3000	6,3	6	100		48	
Planai Golden Jet, Schladming (Planai-Hochwurzen)	1090	DT 108	87	8	71,76		2408	6,5	6	100	100	28	150
Planpraz (Chamonix, Brevent-La Flegere)	1384		66	10			3000	5,8	5,3	100		45	
Plattieres 1 (Meribel, Les Trois Vallees)			93	10			2800		6	100		30	
Pleney (Morzine, Les Portes du Soleil)			54	10			3000		6	100		56	
Preuneggjet, Pichl/Enns (Reiteralp & Fageralm)	734	DT 108	70	8	71,9	11,98	2403	6,29	6	100	100	34	139
Ratier (Chantemerle, Serre Chevalier)			52	10			2500	4,5	5,3	100		48	142
Reckmoos Süd, Fieberbrunn (Schneewinkel)	800	DT 108	53	8			2000		6	100	100	38	119
Reiteralp Silver Jet, Pichl/Enns (Reiteralp & Fageralm)	758	DT 108	73	8	62,38	10,4	2770	5,45	6	100		38	146
Rendlbahn, St. Anton am Arlberg (Ski Arlberg)	860		68	8		14,4	2000	7,23	6	100	100	29	199
Ried (Perch/Perca, Kronplatz)	1610	LPA-M	148	10	54	9	3200		6	100		22	174
Riegleralm (St. Georgen, Kreischberg)	560		55	10	72	12	3000	6,53	6	100	20	55	
Rosnerköpflbahn, Werfenweng	264		20	8			1200	3,7	5,3	100		60	90
Salvenbahn I, Hopfgarten (SkiWelt)	DT 108		46	8	86,4	14,4	2000	5,89	6	100	100	43	150
Salvenbahn II, Hopfgarten (SkiWelt)	DT 108		47	8		14,4	2000	5,67	6	100		43	144

Anhang

Seilbahn	Land	Hersteller	Baujahr	Höhe Talstation in m	Höhe Zwischenstation in m	Höhe Bergstation in m	Höhendifferenz in m	Streckenlänge in m	Horizontale Länge in m	Stützenanzahl	Spurweite in m	Antrieb	Spannung	Spannweg in m	Länge Förderseil in m	d Förderseil in mm	Antriebsleistung (Anfahren) in kW
Schattberg Sprinter (West III), Saalbach	A	Leitner	2006	1833		2092	259,5	660		6		Berg	Tal				
Schattberg X-Press I, Saalbach	A	Doppelmayr	2002	997,2		1490,5	493,3	1177,87		9	5,2	Zwischer	Tal			48	752
Schattberg X-Press II, Saalbach	A	Doppelmayr	2002	1490,5		2017,5	527	1489,37		12	5,2	Zwischer	Berg			48	869
Schauelfjochbahn, Neustift im Stubaital	A	Doppelmayr	2003	2883		3166	283	1177		8	6,1	Tal	Tal	5,2		45	
Schönjochbahn 1, Fiss (Serfaus-Fiss-Ladis)	A	Doppelmayr	2003	1476,25		1920	443,75	1566,26		12	5,2	Berg	Tal			48	798
Schönjochbahn 2, Fiss (Serfaus-Fiss-Ladis)	A	Doppelmayr	2003	1920		2439,5	519,5	1281,89		13	5,2	Tal	Tal			48	854
Schwarze Schneidbahn 1, Sölden	A	Doppelmayr	2003	2674,4		2990,55	316,15	919,07		6	6,1	Berg	Tal		1908,15	54	740
Schwarze Schneidbahn 2, Sölden	A	Doppelmayr	2003	2993		3243	256,81	1013		7	7,2	Tal	Tal		2103,97	54	750
Senderbahn I, Bad Gastein (Ski amade)	A	Doppelmayr	2008	1179,01		1387,51	208,5	758,9	729,7	5	5,2	Berg	Tal			54	373
Senderbahn II, Bad Gastein (Ski amade)	A	Doppelmayr	2008	1387,51		2244,01	856,5	1975,4	1780,06	14	5,2	Berg	Tal			54	1081
SINALCObahn (Hintermoosbahn), Maria Alm (Hochkönig Bergbahnen)	A	Doppelmayr	2010	895		1630	735	3520		20		Berg	Tal				
SkiWeltbahn, Brixen im Thale (SkiWelt)	A	Doppelmayr	2008	794		1820	1007	3407		21		Tal	Berg		7116	56	
Smaragdbahn I, Bramberg (Wildkogel)	A	Leitner	2010	826		1624	798	2893		13	6,1	Berg	Tal			50	760
Smaragdbahn II, Bramberg (Wildkogel)	A	Leitner	2010	1624		2101	477	1487		10	6,1	Tal	Berg			50	520
Sommerberg, Hintertux (Hintertuxer Gletscher)	A	Doppelmayr	2000	1597		2032	435	1434	1322	10		Berg	Tal			45	
SonnenBahn, St. Michael Im Lungau	A	Doppelmayr	2011	1080		1900	820	1819		18		Berg	Tal				
Sonnwendkopfbahn, Königsleiten (Zillertal Arena)	A	Doppelmayr	2003	1470		2035	565	1754		18						46	
Stubnerkogelbahn I (Bad Gastein)	A	Doppelmayr	2009			700	1593			14	5,2	Berg	Tal			52	
Stubnerkogelbahn II (Bad Gastein)	A	Doppelmayr	2009			437	1043			13	5,2	Tal	Berg			52	
Talbahn Goldeck, Spittal an der Drau (Goldeck)	A	Leitner	2011	551		1784	1233	3028		17		Berg	Tal		6200	59	1077
Tasso-Monte Curcio (Camigliatello Silano)	I	Leitner	2001	1367,8		1765,5	397,7	1809,66				Tal	Tal				
Thollon (Thollon-les-Memises)	F	Poma	2013				562	1292									
Tiefenbachbahn, Sölden	A	Doppelmayr	2000	2795		3249	454	2039		13		Tal	Tal		4147	52	
Tignes-Somtgant (Savognin)	CH	Leitner	2012	1593,5		2104,5	511	1638		12						52	
Toe, Canazei	I	Doppelmayr	2007	1930,4		2268,65	338,22	1259,57	1197,45	14	5,5	Tal	Berg			54	560
Top Schermer 3000, Hochgurgl	A	Leitner	2007	2422		2922	500	1913		14	6,1	Berg	Tal			48	
Toviere (Tignes, Espace Killy)	F	Doppelmayr	2013	2095		2700	605	1820				Berg	Tal				
trassXpress, Zell am See (Schmittenhöhe)	A	Doppelmayr	2007	940		1879	985	2847	2674,46	21		Berg	Tal				
Unterschwarzachbahn, Hinterglemm	A	Doppelmayr	2010	1060		1374	314	1000,55		9	5,2	Berg	Tal			47	457
Val Cenise le Haut	F	Doppelmayr	2005	1482		1624	142	635				5,4	Berg	Tal		46	
Vercorin-Sigeroulaz-Cret du Midi	CH	Doppelmayr	2012		1866	1004	2881		2689			6,1	Zwischenstation			52	
Versingbahn, See	A	Doppelmayr	2014	1943		2452	509	2101,22	2035,6	10	6,1	Berg	Tal		4285,61	50	745
Vignec (Saint Lary Soulan)	F	Poma	2009			837	2777			16	6,1	Berg	Tal			56	
Vogelhornbahn, Tannheim (Neunerköpfe/Tannheimer Tal)	A	Leitner	2000	1105		1787	682	2261		15	5,5	Berg	Tal			42	
Wagstättbahn 1+2 (Jochberg, Kitzbühel)	A	Leitner	2013			794	2468			19		Zwischer	Tal und Berg				
Waldbahn, Fiss (Serfaus-Fiss-Ladis)	A	Doppelmayr	2005	1420		1837	417	1310	1242	11		Berg	Tal				568
Westgipfelbahn I, Hinterglemm	A	Doppelmayr	2004	1089		1495	405,9	1223,35	1154,05	10	5,2	Berg	Tal		2447	48	607
Westgipfelbahn II, Hinterglemm	A	Doppelmayr	2004	1495		2096	600,5	1403,95	1269,04	11	5,2	Tal	Berg		2807	48	958
Wildspitzbahn, St. Leonhard (Pitztaler Gletscher)	A	Doppelmayr	2012	2837		3428	591	2016		14	6,1	Tal	Tal			54	756
Zehnerkarbahn, Obertauern	A	Doppelmayr	2003	1668	2056	2169	501	1707		20	6,1	Berg	Tal			50	
Zillertaler Shuttle (Hochfügen-Hochzillertal)	A	Leitner	2004	1493,6		2377,5	883,9	2503		16		Berg	Tal		5500	52	

	nur Berg	113	127	nur Tal
Berg und Tal	=	104	63,80%	
Tal und Berg	=	8	4,91%	
" " und " "	=	13	7,98%	
Berg und " "	=	6	3,68%	
Tal und " "	=	1	0,61%	
" " und Berg	=	0	0,00%	
" " und Tal	=	0	0,00%	
Berg und Berg	=	2	1,23%	
Tal und Tal	=	20	12,27%	
		154		

Anhang

Seilbahn	Antriebsleistung (Betrieb)		Klemmentyp	Kabinenanzahl	Personen/Kabine	Kabinenabstand		Kabinenfolgezeit	Max. Förderleistung	Fahrzeit	Fahrtgeschwindigkeit	Bergförderung	Talförderung	Förderleistung/ Kabinenanzahl	Streckenlänge/ Anzahl d. Stützen+1
	in kW	in m/s				in m	in s		in Pers/h	in min	in m/s	in %	in %	in P/(h*Kabinen)	in m/Seilfeld
Schattberg Sprinter (West III), Saalbach	365			30	8				2400	2,2	5	100		80	94
Schattberg X-Press I, Saalbach	602	DT 108		42	8	75,04	12,51		2303	3,42	6	100	100	55	118
Schattberg X-Press II, Saalbach	701	DT 108		50	8	75,04	12,51		2303	4,29	6	100		46	115
Schaufeljochbahn, Neustift im Stubaital		DT 108		60	8	60	12		2400	3,82	5	100		40	131
Schönjochbahn 1, Fiss (Serfaus-Fiss-Ladis)	645	DT 108		63	8	61,71	10,29		2800	4,5	6	100	100	44	120
Schönjochbahn 2, Fiss (Serfaus-Fiss-Ladis)	700	DT 108		54	8	61,71	10,29		2800	3,73	6	100		52	92
Schwarze Schneidbahn 1, Sölden		DT 108		42	8	61,71	10,29		2800	2,55	6	100	100	67	131
Schwarze Schneidbahn 2, Sölden	580	DT 108		46	8	61,71	10,29		2800	3,95	6	100	100	61	127
Senderbahn I, Bad Gastein (Ski amade)	313	A108C		32	8	71,97	11,99		2401	2,22	6	100	100	75	126
Senderbahn II, Bad Gastein (Ski amade)	902	A108C		64	8	71,97	11,99		2401	5,61	6	100		38	132
SINALCObahn (Hintermoosbahn), Maria Alm (Hochkönig Bergbahnen)	705			80	8				1800	10,8	6	100	100	23	168
SkiWeltbahn, Brixen im Thale (SkiWelt)	1200	DT 108		96	8		13		2200	12	6	100	100	23	155
Smaragdbahn I, Bramberg (Wildkogel)	646			75	8	86,4	14,4		2000	8,3	6	100	100	27	207
Smaragdbahn II, Bramberg (Wildkogel)	446			42	8	86,4	14,4		2000	4,3	6	100		48	135
Sommerberg, Hintertux (Hintertuxer Gletscher)	670	DT 108		57	8	60	12		2400	5	5	100	100	42	130
SonnenBahn, St. Michael Im Lungau				60	8				2000	7,33	6	100		33	96
Sonnwendkopfbahn, Königsleiten (Zillertal Arena)		AK 680		44	8				2000	4,9	6	100		45	92
Stubnerkogelbahn I (Bad Gastein)	808			64	8		10,3		2790	5,5	6	100	100	44	106
Stubnerkogelbahn II (Bad Gastein)	636			56	8		10,3		2790	4,2	6	100	100	50	75
Talbahn Goldeck, Spittal an der Drau (Goldeck)				94	8				2400	8,41	6	100	100	26	168
Tasso-Monte Curcio (Camigliatello Silano)	680			52	8		16		1800	6,5	5	100	100	35	
Thollon (Thollon-les-Memises)				28	10				1500		5	100		54	
Tiefenbachbahn, Sölden	1040	DT 108		78	8				2800	5,66	6	100	100	36	146
Tignas-Somtgant (Savognin)	741			38	10				2000	4,54	6	100		53	126
Toe, Canazei				47	8	60	12		2400	4,1	5,5	100		51	84
Top Schermer 3000, Hochgurgl	670			63	8	72,2	12		2393	5,74	6	100	38	38	128
Toviere (Tignes, Espace Killy)				70	10	66	11		3300	5	6	100	50	47	
trassXpress, Zell am See (Schmittenhöhe)		DT 108		89	8		12		2400	8,95	6	100	100	27	129
Unterschwarzachbahn, Hinterglemm	371	DT 108		42	8				2800	2,92	6	100	100	67	100
Val Cenis le Haut	400	A108		26	10				2400	2,12	5	100	100	92	
Vercorin-Sigeroulaz-Cret du Midi		A108C		82	10	180	30		1800	7,6	6	100		22	
Versingbahn, See	585			8	8				2600			100	25		191
Vignec (Saint Lary Soulan)	1266			78	10				2800	7,7	6	100		36	163
Vogelhornbahn, Tannheim (Neunerköpfe/Tannheimer Tal)	689	LPA-M		44	8	116,57	19,4		1800	8	6	100	100	41	141
Wagstättbahn 1+2 (Jochberg, Kitzbühel)	874			72	10				2400		6	100	100	33	123
Waldbahn, Fiss (Serfaus-Fiss-Ladis)	455	DT 108		48	8				2400	3,79	6	100		50	109
Westgipfelbahn I, Hinterglemm		DT 108		46	8	70,31	11,6		2449	3,54	6	100	100	53	111
Westgipfelbahn II, Hinterglemm		DT 108		51	8	70,31	11,6		2449	5,05	6	100	100	48	117
Wildspitzbahn, St. Leonhard (Pitztaler Gletscher)	614			61	8	79,08	13,18		2185	5,67	6	100	100	36	134
Zehnerkarbahn, Obertauern		A108		66	8				2400	5	6	100	100	36	81
Zillertaler Shuttle (Hochfügen-Hochzillertal)	1030			70	8				2100	7	6	100		30	147
	708						14		2315		5,8	MW=		43	133

◆ Anhang 2: 3S Bahnen

Anhang

Seilbahn	Land	Hersteller	Baujahr	Höhe Talstation in m	Höhe Bergstation in m	Höhendifferenz in m	Streckenlänge in m	Horizontale Länge in m	Stützenanzahl	Spurweite in m	Antrieb	Spannstation	Länge Tragseil in m	Länge Zugseil in m	d Tragseil in mm	d Zugseil in mm	Antriebsleistung (Anfahren) in kW
L'Olympique, Val d'Isère (Espace Killy)	F	Doppelmayr	2002	1835	2689	854	2147		3	10	Berg	Tal			57	52,5	2000
3S Bahn, Kirchberg (Kitzbühel)	A	Doppelmayr	2004	1780	1917	137	3641,81	3610,15	3		Berg	Tal	16640	7700	54	42	1370
Peak2Peak Gondola, Whistler (Whistler Blackcomb)	CDN	Doppelmayr	2008	1870	1834	36	4516	4400	4	16	Berg	Tal	8850	4600	46	56	1750
Gaislachkoglbahn II, Sölden	A	Doppelmayr	2010	2176	3040	864	1978		3		Berg	Tal			56	52	1260
Prodains, Avoriaz (Les Portes du Soleil)	F	Leitner	2012	1182	1758	575	1751		2		Berg	Tal			57	45	
Rittner Seilbahn, Bozen	I	Leitner	2009	273,59	1221,52	947,93	4559,3		7		Berg				47	41	900
Pardatschgratbahn, Ischgl (Silvretta Arena)	A	Doppelmayr	2014	1359	2616	1257	3455		5		Berg	Tal	3850	7400	58	55	2080

Seilbahn	Antriebsleistung (Betrieb) in kW	Klemmentyp	Kabineanzahl	Personen/Kabine	Kabineabstand in m	Kabinefolgezeit in s	Max. Förderleistung in Pers/h	Fahrzeit in min	Fahrtgeschwindigkeit in m/s	Bergförderung in %	Talförderung in %	Förderleistung/ Kabineanzahl in P/(h*Kabine)	Streckenlänge/ Anzahl d. Stützen+1 in m/Seilfeld
L'Olympique, Val d'Isère (Espace Killy)	1160		26	30	202	28,8	3750	4	7,5	100	100	144	537
3S Bahn, Kirchberg (Kitzbühel)	520		24	30	350	51,4	2100	9	7	100	100	88	910
Peak2Peak Gondola, Whistler (Whistler Blackcomb)	515		28	28	368	49,2	2050	11	7,5	100	100	73	903
Gaislachkoglbahn II, Sölden			19	30	540	45	2600	5,5	6	100	100	137	495
Prodains, Avoriaz (Les Portes du Soleil)	1060		14	35	367,3	52,6	2400	4	7	100		171	584
Rittner Seilbahn, Bozen			8	35	1500	240	550	12	7	100	100	69	570
Pardatschgratbahn, Ischgl (Silvretta Arena)	1310		32	28			2800	9,34	7,5	100	100	88	576
	913					78	2321		7,1	MW=		110	653

◆ Anhang 3: Funitel Bahnen

Anhang

Seilbahnname und Ort	Land	Hersteller	Baujahr	Höhe Talstation in m	Höhe Bergstation in m	Höhendifferenz in m	Streckenlänge in m	Horizontale Länge in m	Stützenanzahl	Spurweite in m	Antrieb	Spannstation	Länge Förderseil in m	d Förderseil in mm	Antriebsleistung (Anfahren) in kW
Gletscherjet I, Kaprun (Kitzsteinhorn)	A	Doppelmayr	2001	913	1978	1065	2456		13		Berg	Tal	10400	52	
Galzigbahn, St. Anton (Ski Arlberg)	A	Doppelmayr	2006	1320	2086	766	2542		13		Berg	Tal	10450	52	
Gletscherbus I, Hintertux (Hintertuxer Gletscher)	A	Doppelmayr	2007/08	1501	2028	527	1413		9	3,2	Tal	Berg	5653,16	50	
Priehyba-Chopok, Jasná (Ski Jasná)	SK	Doppelmayr	2011/12	1348	2003	655	2130	2023	11		Tal	Tal	8818	54	1566

Seilbahnname und Ort	Antriebsleistung (Betrieb) in kW	Kabineanzahl	Personen/Kabine	Kabineabstand in m	Kabinefolgezeit in s	Max. Förderleistung in Pers/h	Fahrzeit in min	Fahrgeschwindigkeit in m/s	Bergförderung in %	Talförderung in %	Förderleistung/ Kabineanzahl in P/(h*Kabine)	Streckenlänge/ Anzahl d. Stützen+1 in m/Seilfeld
Gletscherjet I, Kaprun (Kitzsteinhorn)	2800	40	24		24,7	4000	6,8	6	100	100	167	175
Galzigbahn, St. Anton (Ski Arlberg)	2000	28	24	187,14	40	2200	9,14	6	100	100	92	182
Gletscherbus I, Hintertux (Hintertuxer Gletscher)	1380	24	24	159	26,33	3200	5,25	6	100	100	133	141
Priehyba-Chopok, Jasná (Ski Jasná)	1232	22	24	298	42,56	2480	6,37	7	100	100	103	178
			MW=		33	2970		6,3		MW=	124	169