

Inhaltsverzeichnis

TEIL C TOURISTISCHE STRUKTUREN IM FICHELGEBIRGE UND DIE AUSWIRKUNGEN DER KLIMAÄNDERUNG UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG SCHNEEGEBUNDENER INFRASTRUKTUR .. 53

1. Das Fichtelgebirge - ein Überblick unter besonderer Berücksichtigung touristischer Strukturen.....	53
1.1 Gebietsabgrenzung des Fichtelgebirges	53
1.2 Tourismus im Fichtelgebirge – die Entwicklung bis heute	55
1.3 Jahreszeitlicher Verlauf des Tourismus im Fichtelgebirge.....	57
1.4 Der Tourismus als Wirtschaftsfaktor im Fichtelgebirge	59
2. Klimatische Beschreibung des Untersuchungsgebiets unter besonderer Berücksichtigung der Klimaveränderung	61
2.1 Methodisches Vorgehen bei der klimatischen Charakterisierung und Abschätzung der Auswirkungen auf den Tourismus	61
2.2 Begriffliche Klärung von Trend und Trendanalyse im klimatologischen Sinn	62
2.3 Niederschlagsverhältnisse und -trends Untersuchungsgebiet	63
2.4 Temperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet	66
2.4.1 Allgemeine Charakterisierung der Temperaturverhältnisse	66
2.4.2 Entwicklung der Eis- und Frosttage.....	67
2.4.3 Temperaturtrends	68
2.5 Entwicklung der Schneeverhältnisse und des Beschneigungspotenzials	70
2.5.1 Entwicklung der Schneefalltage	71
2.5.2 Entwicklungen für die Schneedeckenhöhe > 0cm	74
2.5.3 Entwicklungen für die Schneedeckenhöhe ≥ 10 cm bzw. ≥ 15 cm	77
2.5.4 Entwicklungen für die Schneedeckenhöhe ≥ 30 cm	79
2.5.5 Entwicklung des Beschneigungspotenzials	81
2.6 Bioklimatische und lufthygienische Aspekte.....	82
2.7 Fazit zur Auswertung der Klimadaten.....	84
3. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die schneegebundene Freizeitinfrastruktur und weitere schneegebundene Angebote	85
3.1 Lifte und Pisten als alpine Wintersportinfrastruktur	85
3.1.1 Überblick über die alpine Infrastruktur	85
3.1.2 Höhenlagencharakteristika der alpinen Infrastruktur	86
3.1.3 Auswirkungen der Klimaveränderung auf den alpinen Wintersport	87
3.1.4 Korrelation von tatsächlichen Lifttagen mit verschiedenen Schneehöhen	91
3.2 Das Loipensystem als Basis für nordischen Wintersport	94
3.2.1 Charakter und Länge des Loipennetzes im gesamten Fichtelgebirge.....	95

3.2.2	Charakterisierung der Loipen nach ihrer Höhenlage	95
3.2.2.1	Minimale Höhenlage.....	96
3.2.2.2	Maximale Höhenlage.....	97
3.2.2.3	Durchschnittshöhe	98
3.2.3	Auswirkungen der Klimaveränderung auf Ski Langlauf	99
3.3	Weitere schneegebundene Infrastruktur und schneegebundene Angebotsselemente .	101
3.3.1	Skisprungsschanzen.....	101
3.3.1.1	Überblick über Infrastruktur und Höhenlage der Schanzen.....	101
3.3.1.2	Bewertung der zukünftigen Schanzennutzung im Winter	102
3.3.2	Winterwanderwege	102
3.3.3	Rodelbahnen	103
3.3.4	Pferdeschlittenfahrten / Schlittenhundesport.....	104
3.3.5	Schneeschuhwandern	105
3.4	Auswirkungen der Klimaveränderung auf Outdoor-Aktivitäten	106
3.4.1	Veränderung der klimatischen Rahmenbedingungen für das Frühjahr.....	106
3.4.2	Veränderung der klimatischen Rahmenbedingungen für den Sommer	107
3.4.3	Veränderung der klimatischen Rahmenbedingungen für den Herbst	108
3.4.4	Fazit zu den Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen für Outdoor-Aktivitäten	109

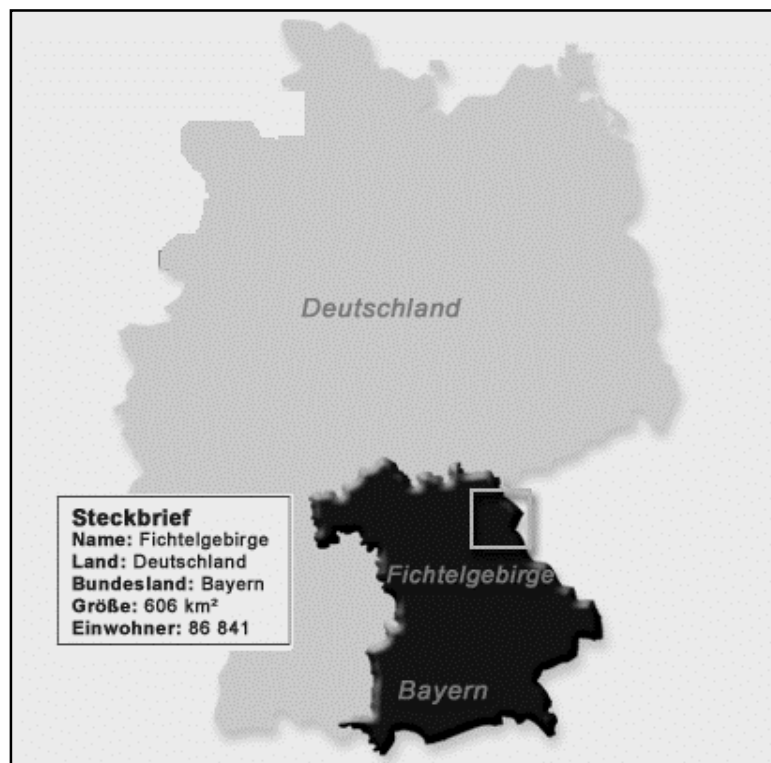
Teil C Touristische Strukturen im Fichtelgebirge und die Auswirkungen der Klimaänderung unter besonderer Berücksichtigung schneegebundener Infrastruktur

1. Das Fichtelgebirge - ein Überblick unter besonderer Berücksichtigung touristischer Strukturen

1.1 Gebietsabgrenzung des Fichtelgebirges

Das Fichtelgebirge liegt im Nordosten Bayerns und damit etwas südlich einer gedachten Mitte Deutschlands und grenzt im Osten an Tschechien. Zur besseren räumlichen Einordnung dienen die beiden nachfolgenden Abbildungen, die zum einen die großräumige Lage (→ Abb. 1), zum anderen die innere Strukturierung des Fichtelgebirges darstellen (→ Abb. 2).

Abb. 1: Lage des Fichtelgebirges innerhalb Deutschlands

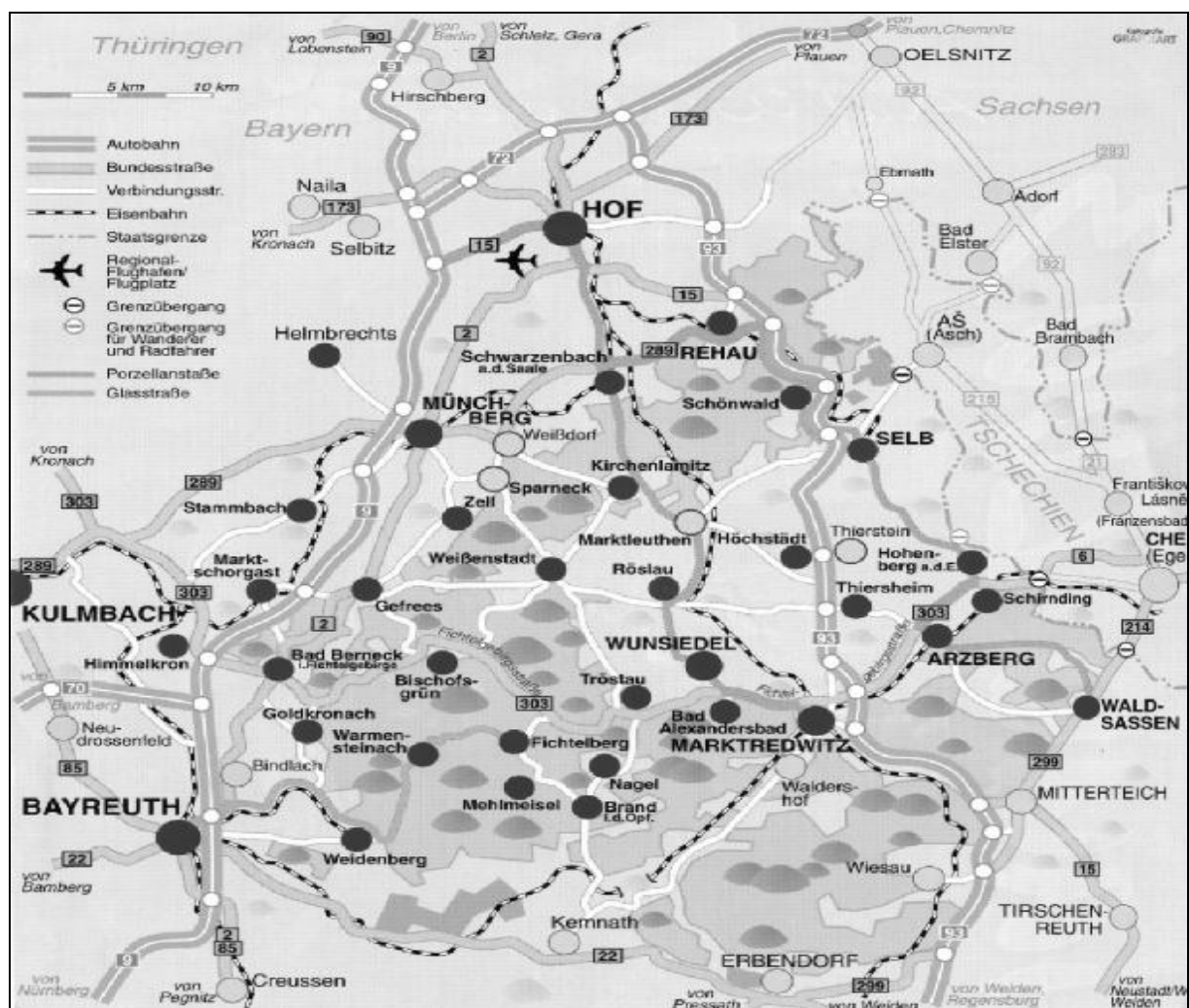


Quelle: www.fichtelgebirge-info.de/menu1.de/um.de.shtml

Bei der genauen Abgrenzung des Untersuchungsraumes wird auf jene des TVF zurückgegriffen. Diese erfolgte bei der Einteilung der Ferienregion Franken in sog. „Gebietsausschüsse“. Sie stellen das Bindeglied zwischen dem Gesamtverband und der örtlichen Ebene dar. Derzeit gibt es in Franken 15 Gebietsausschüsse, einer davon ist das Fichtelgebirge. Weitere Gebietsausschüsse sind bspw. das Fränkische Seenland, der Naturpark Altmühltal oder der Frankenwald. Im Sinne des § 5 (4) der Verbandssatzung sollen die Gebietsausschüsse ihre jeweili-

gen Regionen für die Aufgaben des Tourismus aufbereiten, die am Tourismus interessierten Personen und sonstigen Kreise motivieren und aus der Kenntnis ihres Gebietes heraus die dafür erforderlichen Werbemaßnahmen durchführen (TVF 2002:64). Neben den Aufgaben der Gebietsausschüsse regelt die Verbandssatzung auch weitere Punkte, wie etwa die Mitgliedschaft im TVF (§3), die Mitgliedschaft in den Gebietsausschüssen (§5 Abs. 5) oder die Organisationsstruktur der Gebietsausschüsse (§5 Abs. 6,7). Derzeit umfasst der Gebietsausschuss Fichtelgebirge etwa 100 Mitglieder, darunter 33 Gemeinden, 5 Landkreise sowie weitere natürliche und juristische Personen, Behörden, Körperschaften und Vereine. Beim Gebietsausschuss Fichtelgebirge sind das Druckereien, der Verkehrsverband Nordbayern, der Fichtelgebirgsverein sowie Betriebe der Gastronomie und Hotellerie. Das Prinzip, das hinter der Einteilung in Gebietsausschüsse steht, ist die sog. „landschaftsbezogene Bewerbung“. Dabei sollen sich die einzelnen Fremdenverkehrsregionen über ihre unterschiedlichen landschaftlichen Potenziale und ihr Eigenleben zum Zweck der Eigenwerbung voneinander abgrenzen und ihre jeweiligen Qualitäten herausstellen, ohne aber ihre Zugehörigkeit zu Franken als Ganzem zu leugnen. Träger der Funktionen des Gebietsausschusses Fichtelgebirge ist die TIF.

Abb. 2: Das Fichtelgebirge mit den Mitgliedsgemeinden des Gebietsausschusses

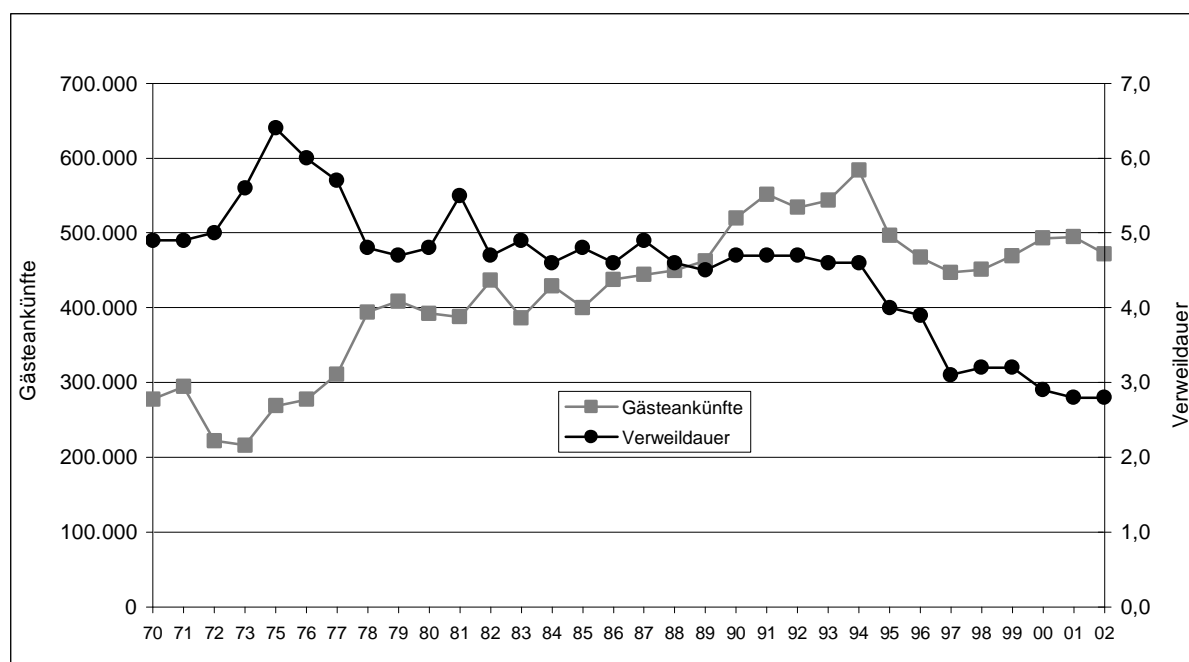


Quelle: TIF 2003b:163

1.2 Tourismus im Fichtelgebirge – die Entwicklung bis heute

Zur Beschreibung der touristischen Entwicklung im Fichtelgebirge eignet sich die Anzahl der Gästeankünfte und Übernachtungen, die Bettenkapazität sowie die durchschnittliche Verweildauer der Gäste. Beim benötigten Datenmaterial konnte auf die TIF zurückgegriffen werden, die über entsprechende langjährige Statistiken verfügt. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf alle touristischen Betriebe, d.h. sowohl auf gewerbliche Betriebe mit neun und mehr Betten als auch auf private Betriebe mit bis zu acht Betten. Dies ist deshalb erwähnenswert, weil sich die Angaben des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung in den Gemeindedaten lediglich auf die gewerblichen Betriebe beziehen und somit je nach Gemeinde deutlich niedrigere Zahlen für Gästeankünfte, Übernachtungen und angebotene Betten aufgeführt werden. Die ersten beiden betrachteten Größen sind die Gästeankünfte und die durchschnittliche Verweildauer (→ Abb. 3).

Abb. 3: Entwicklung der Gästeankünfte und durchschnittlichen Verweildauer im Fichtelgebirge von 1970 bis 2002

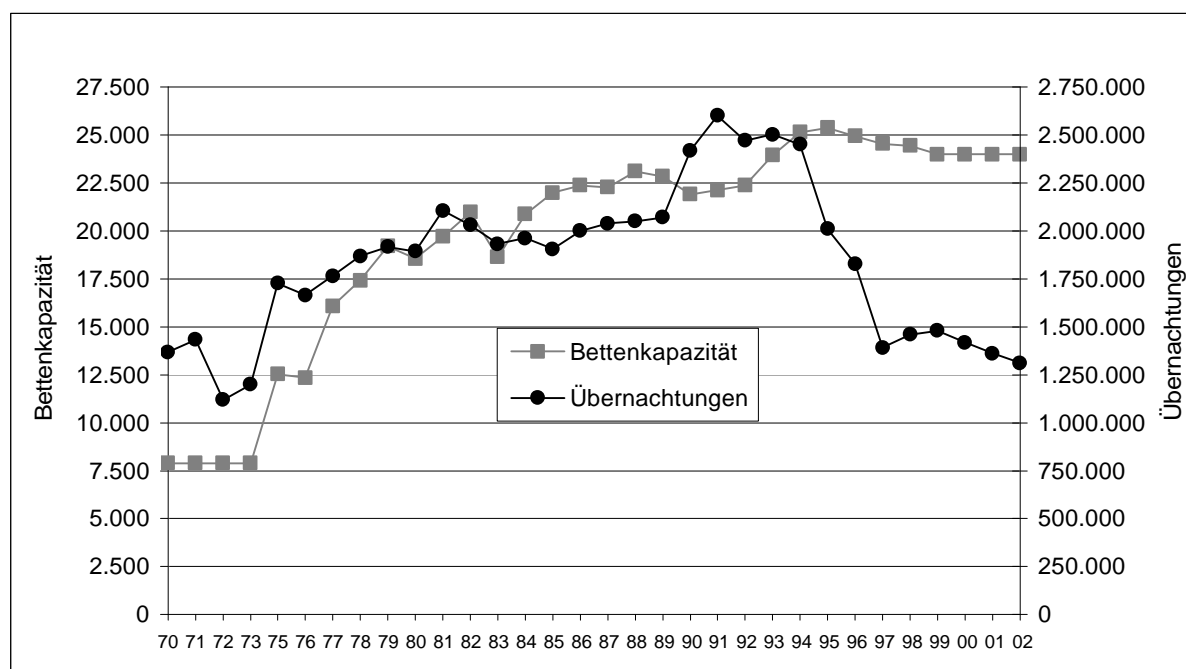


Quelle: eigene Darstellung nach Daten der TIF 2003

Abgesehen von der 2. Nachkriegsrezession und den daraus resultierenden rückläufigen Reiseaktivitäten in den Jahren 1972 bis 1975 ist bis in die Mitte der 1990er Jahre ein deutlich positiver Trend bei den Gästeankünften festzustellen. Waren es Anfang der 1970er Jahre ca. 300.000 Übernachtungen, so konnte dieser Wert bis 1994 auf ca. 580.000 Gästeankünfte gesteigert werden. Trotz insgesamt kontinuierlicher Steigerungen ist der nochmalige Sprung zu Beginn der 1990er Jahre eindeutig der Wiedervereinigung und der Öffnung nach Osteuropa zuzuordnen. Da dieser Boom aber schon nach wenigen Jahren deutlich abgeflacht ist, kommt es bereits mit dem Jahr 1995 zu einem Ende dieses langfristigen Trends. Die Jahre 1995 bis

2002 sind von Rückgängen oder Stagnation gekennzeichnet. Vom erwähnten Höchstwert von ca. 580.000 Gästeankünften ist man bis zum Jahr 2002 auf ca. 470.000 Gästeankünfte abgefallen. Die gesamte Entwicklung wird seit Mitte der 1970er Jahre von einer nahezu konstant sinkenden durchschnittlichen Verweildauer der Gäste begleitet. Im Jahr 1975 blieb ein Gast durchschnittlich 6,4 Tage im Fichtelgebirge, im Lauf der 1990er schien sich der Wert bei etwa 4,5 Tagen einzupendeln, mit dem Jahr 1995 hat dann aber ein starker Abwärtstrend eingesetzt und 2002 sind es nur mehr 2,8 Tage, die ein Gast durchschnittlich im Fichtelgebirge Urlaub macht. Somit hat sich das Fichtelgebirge in den letzten Jahrzehnten zunehmend von einer Region des längerfristigen Reiseverkehrs zu einer Ferienregion des Kurzurlaubs entwickelt, in der man ein verlängertes Wochenende, einen Zweit- oder sogar Dritturlaub verbringt. Der Einfluss der beiden Größen Gästeankünfte und Verweildauer spiegelt sich deutlich in deren Produkt, den Gästeübernachtungen wider (→ Abb. 4). Die schlechte Entwicklung bei den Ankünften und der Verweildauer multipliziert sich bei den Gästeübernachtungen und verstärkt dort den Negativtrend.

Abb. 4: Entwicklung der Übernachtungen und der Bettenkapazität im Fichtelgebirge von 1970 bis 2002



Quelle: eigene Darstellung nach Daten der TIF 2003

Wie bei den Gästeankünften ist bis 1994 auch bei den Übernachtungen ein stetiger Aufwärtstrend zu beobachten. Die Übernachtungen in der Region sind hierbei von etwa 1,35 Millionen Übernachtungen Anfang der 1970er Jahre bis auf ca. 2,5 Millionen Übernachtungen Mitte der 1990er Jahre angewachsen. Aufgrund der gleichzeitig stark sinkenden Verweildauer kommt es aber bei den Übernachtungen seitdem zu deutlicheren Rückgängen, für das Jahr 2002 können nur noch etwas mehr als 1,3 Millionen Übernachtungen registriert werden, was bedeutet, dass man sich damit sogar unter dem Niveau von Anfang der 1970er Jahre befindet. Aller-

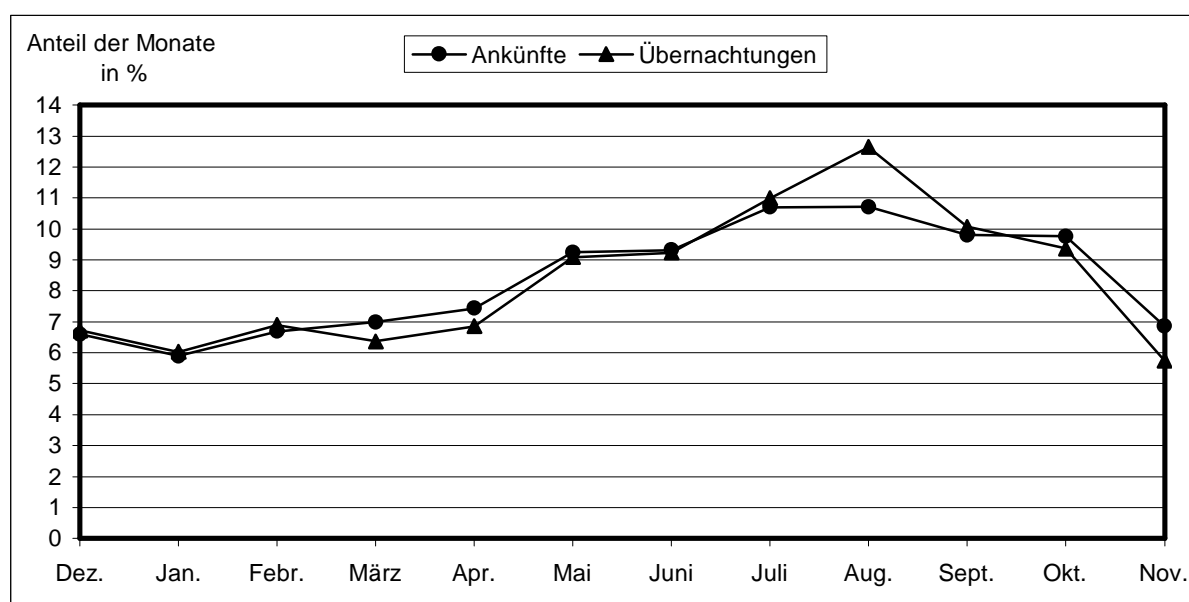
dings muss bei dieser Feststellung noch ein Aspekt mit berücksichtigt werden, der zumindest zu einer leichten Abmilderung der drastischen Rückgänge insbesondere bei den Übernachtungen führt. Die Daten beziehen sich nämlich immer nur auf die Gemeinden, die aktuelle Mitglieder im Gebietsausschuss Fichtelgebirge sind. Während 1995 noch 38 Gemeinden mit in die Statistiken eingeflossen sind, so sind es für das Jahr 2001 nur noch 36 und für 2002 sogar nur noch 33 Gemeinden. Nach Auskunft der TIF handelt es sich bei den austretenden Gemeinden zwar überwiegend um Gemeinden mit eher geringer touristischer Bedeutung bezogen auf die Zahl der Gästeankünfte und Übernachtungen, dennoch trägt die schrumpfende Zahl der Mitglieder im Gebietsausschuss zumindest zu einer leichten Verstärkung des generell negativen Trends bei. Die Zahl der Mitgliedsgemeinden ist auch im Hinblick auf die deutlichen Steigerungsraten bis zum Scheitelpunkt Mitte der 1990er Jahre zu berücksichtigen. Denn neben dem allgemein positiven Trend ist in dieser Zeit auch ein Zuwachs bei den Mitgliedsgemeinden zu verzeichnen gewesen, was zu einer leichten „Beschönigung“ der Statistiken beigetragen hat. Bei der Bettenkapazität des Fichtelgebirges zeigten sich folgende Entwicklungen. Standen den Touristen Anfang der 1970er Jahre knapp 8.000 Betten zur Verfügung, so sind es aktuell etwa 24.000. Auch bei der Bettenkapazität ist seit Mitte der 1990er Jahre ein leichter Rückgang zu verzeichnen gewesen, dieser fällt aber (noch) relativ gering aus. Der Höchststand bei der Bettenkapazität wird ein Jahr später als bei den Gästeankünften und Übernachtungen mit knapp 25.400 Betten erst 1995 erreicht, seit 1999 kann die Zahl der angebotenen Betten als stagnierend bis leicht rückläufig bezeichnet werden (→ **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). In den kommenden Jahren zeichnen sich allerdings größere Rückgänge beim Bettenangebot ab. Viele Vermieter haben es trotz guter Jahre versäumt, weiter in den Betrieb zu investieren, einige dieser Betriebe werden aufgrund steigender Qualitätsansprüche der Gäste kurz- bis mittelfristig aus dem Markt ausscheiden. Zudem stellt sich wegen des Alters der Vermieter für eine Reihe von Betrieben in Kürze die Nachfolgefrage. In der eigenen Familie ist oft kein Interesse mehr vorhanden, neue Investoren finden sich schwer. Dies spiegelt sich bereits im Leerstand einiger aufgegebenen Betriebe wider.

1.3 Jahreszeitlicher Verlauf des Tourismus im Fichtelgebirge

Der jahreszeitliche Verlauf des übernachtenden Fremdenverkehrs soll die derzeitige touristische Bedeutung der Wintermonate Dezember bis März verdeutlichen. Bei nachfolgender Abbildung (→ Abb. 5) zeigt sich, dass die vier Monate dieses Zeitraums bezogen auf Gästeankünfte und -übernachtungen eher zu den schwächeren Monaten gehören. Niedrigere oder vergleichbar hohe Anteile in bezug auf das Gesamtjahr weisen nur noch der November und der April auf. Summiert man jedoch die Werte der Wintermonate auf, so haben sie zusammen genommen dennoch einen wichtigen Stellenwert für den übernachtenden Fremdenverkehr. In diesen Zeitraum fallen auf der Basis der aggregierten Auswertung für die Jahre 2001 und 2002 sowohl für Ankünfte als auch für Übernachtungen mit 26% etwas mehr als ein Viertel des Gesamtjahresaufkommens. Angesichts des seit einigen Jahren aufgezeigten Rückgangs

des übernachtenden Fremdenverkehrs im Fichtelgebirge (→ C 1.2) stellt die Stabilisierung bzw. Steigerung der Übernachtungszahlen in den Wintermonaten in jedem Fall eine wichtige Aufgabe dar, auch im Hinblick auf eine möglichst gleichmäßige Auslastung der Kapazitäten über das gesamte Jahr hinweg. Die Wintermonate gewinnen für das touristische Aufkommen noch mehr an Bedeutung, wenn man neben dem übernachtenden Fremdenverkehr noch den für das Fichtelgebirge äußerst wichtigen Tagesausflugsverkehr mit einbezieht (→ C 1.4). Nur erwähnt seien die vielen Skifahrer, Langläufer, Winterwanderer und anderen Tagesgäste, die der Region bei guten Bedingungen wichtige Einnahmen bringen.

Abb. 5: Aggregierte Gästeankünfte und -übernachtungen im Jahresverlauf der beiden Jahre 2001 und 2002¹



¹ Aggregiert wurden entsprechend der späteren klimatischen Analysen der Dezember des Vorjahres (z.B. Dezember 2000) und die elf Folgemonate Januar bis November (z.B. Januar bis November 2001)

Quelle: eigene Berechnungen nach Daten des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung

1.4 Der Tourismus als Wirtschaftsfaktor im Fichtelgebirge

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf eine Studie des Deutschen Wirtschaftswissenschaftlichen Instituts für Fremdenverkehr an der Universität München (DWIF 2001). Als Eckdaten wird für das Fichtelgebirge Folgendes festgehalten:

- Einwohner: 340.725,
- Übernachtungen: 1.804.800,
- Tagesgeschäftsreisen: 550.000,
- Tagesausflüge: 11.100.000.

Um von der Anzahl der Übernachtungen, Tagesgeschäftsreisen und Tagesausflüge zu den generierten Umsätzen zu kommen muss man die entsprechenden Größen mit den durchschnittlichen Ausgaben multipliziert, die für die jeweiligen Gruppen angesetzt werden können. Danach fallen von den einzelnen Bereichen folgende Umsätze an (→ Tab. 1):

Tab. 1: Umsatzstruktur des Tourismus im Fichtelgebirge im Jahr 2000*

	absolut	Tagesausgaben (in Euro)	Brutto-Umsatz (in Euro)
Übernachtungen gesamt, davon:	1.804.800		
• Gewerblich (inkl. Jugendherbergen)	1.419.000	82,80	117.493.200
• Privatvermieter	300.000	40,40	12.120.000
• Camping	85.800	26,25	2.252.250
Tagesausflüge	11.100.000	19,65	218.115.000
Tagesgeschäftsreisen	550.000	21,90	12.045.000
Gesamtumsatz Tourismus			362.025.450

* Die Eurobeträge sind alle gerundet und weichen leicht von den exakten Werten der DWIF-Studie ab, die noch in DM angegeben werden

Quelle: eigene Darstellung nach DWIF 2001:26

Viele vom DWIF errechneten Zahlen und Schätzungen sind jedoch nur als sehr grobe Anhaltspunkte anzusehen. Die Fallzahlen bei den empirischen Erhebungen waren zu gering, um daraus verlässliche Berechnungen ableiten zu können. Dennoch sollen im Folgenden einige der Ergebnisse kurz dargestellt werden, um zumindest einige ungefähre Richtwerte und Kennzahlen aufzuzeigen. So ergibt sich anhand der Brutto-Umsätze der oben aufgeführten Größen ein Anteil der Übernachtungsgäste am Gesamtumsatz im Tourismus von 36%, auf Tagesbesucher entfallen die restlichen 64%. Somit kann die Verteilung des Umsatzes im Hinblick auf Tagesausflügler und Übernachtungsgäste mit etwa zwei Drittel zu ein Drittel beziffert werden. Dieses Verhältnis verdeutlicht, dass Tagesbesucher den überwiegenden Teil des touristischen Umsatzes im Fichtelgebirge generieren und bei einer Diskussion der wirtschaftlichen Bedeutung des Tourismus und seiner Struktur keinesfalls vernachlässigt werden dürfen. In einem

weiteren Schritt schätzt das DWIF die Beschäftigungswirkung und damit die Bedeutung des Tourismus für den Arbeitsmarkt im Fichtelgebirge. Über Umrechnungsfaktoren lässt sich der Einkommensbetrag in sog. „Arbeitsplatzäquivalente“ überführen. Dies ist zum einen in Vollarbeitsplätze möglich, zum anderen in ein Äquivalent von Personen (inkl. Nicht-Erwerbstätige, aber mit zu versorgende Haushaltsmitglieder), die durch den Tourismus ihren Lebensunterhalt bestreiten könnten. Nach empirischen Untersuchungen liegt die tatsächliche Zahl i.d.R. zwischen beiden Äquivalenten. Für das Fichtelgebirge ergibt sich nach Berechnungen des DWIF ein Arbeitsplatzäquivalent von ca. 4.310 Vollarbeitsplätzen und von 8.650 Personen, die durch den Tourismus ihren Lebensunterhalt bestreiten könnten (DWIF 2001:27). Resümierend kann festgehalten werden, dass der Tourismus für das Fichtelgebirge als strukturschwache Region eine wichtige Rolle spielt und zur Verbesserung der Einkommen beiträgt. Zwischen den einzelnen Gemeinden bestehen dabei große Unterschiede, in einigen von ihnen stellt er einen wichtigen Erwerbsfaktor, zumindest aber einen wichtigen Zuerwerbsfaktor dar, während seine Bedeutung in anderen Gemeinden gering bis sehr gering ist. Ein Verlust von Arbeitsplätzen im Tourismus würde auch wegen der sonst schlechten Arbeitsmarktlage zu einer Schwächung des Raumes führen und vorherrschende Abwanderungstendenzen verstärken (NK 22.08.2003). Der Tourismus ist in mehrfacher Hinsicht ein stabilisierender Faktor im Fichtelgebirge und trägt wenn auch mit Unterschieden zwischen den Gemeinden zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur bei (MÜLLER 1996:46).

2. Klimatische Beschreibung des Untersuchungsgebiets unter besonderer Berücksichtigung der Klimaveränderung

In den folgenden Abschnitten C 2.1 bis 2.6 wird zum einen allgemein das Klima des Untersuchungsgebiets dargestellt. Zum anderen sollen klimatische Trends verschiedener Größen aufgezeigt werden, die für den (zukünftigen) Tourismus der Region und damit für die vorliegende Arbeit von Bedeutung sind.

2.1 Methodisches Vorgehen bei der klimatischen Charakterisierung und Abschätzung der Auswirkungen auf den Tourismus

Die Ergebnisse zu der klimatischen Charakterisierung stammen zum einen aus einer Studie von FOKEN (2003a) sowie einer weiteren Veröffentlichung von FOKEN/LÜERS (2003). Neben einer allgemeinen klimatischen Charakterisierung des Gebiets ist im Rahmen dieser Arbeiten auch eine Untersuchung von Klimatrends erfolgt. Zum anderen wurde eine empirische Analyse von Schneedaten vorgenommen, die erforderlichen Daten wurden vom DWD zur Verfügung gestellt. Von den insgesamt 68 Stationen aus dem nordbayerischen Raum wurden 14 Stationen ausgewählt, die aus thematischen Gründen für die Arbeit zielführend waren. Die Daten der ausgewählten Stationen wurden anschließend bearbeitet und nach dem Aufbau von Datenbanken letztendlich mit dem MANN-KENDALL Trendtest einer Trendanalyse unterzogen. Diese Trendanalyse, ergänzt durch Ergebnisse von SCHNEIDER (2003), stellt die Hauptdiskussionsgrundlage für die Abschätzung der zukünftigen klimatischen Eignung des Fichtelgebirges für schneegebundenen Wintertourismus bzw. Wintersport dar. Dabei wird die im Fichtelgebirge vorhandene schneegebundene Infrastruktur sowie weitere schneegebundene Angebotselemente des Wintertourismus einer Analyse und Bewertung unterzogen, bei der alle zur Verfügung stehenden Datenquellen einbezogen werden. Hierbei wird sowohl die Veränderung der klimatischen Rahmenbedingungen in den letzten vier Jahrzehnten beschrieben als auch durch eine Trendexploration aufgezeigt, wie das sich verändernde Klima als Ressource oder limitierender Faktor in den kommenden Jahrzehnten den schneegebundenen Wintertourismus beeinflussen wird. Neben diesen Darstellungen zum Wintertourismus sollen aber auch solche klimatischen Trends für den Zeitraum Frühjahr bis Herbst aufgegriffen werden, von denen für diese Periode Auswirkungen auf den Tourismus ausgehen könnten. Neben den Ausführungen von FOKEN (2003a) werden dabei auch die Ergebnisse von FOKEN/LÜERS (2003) einbezogen. Zu Beginn dieses Kapitels folgen anschließend noch einige Grundlagen, die zum Verständnis der weiteren Ausführungen wichtig sind.

2.2 Begriffliche Klärung von Trend und Trendanalyse im klimatologischen Sinn

In den folgenden Abschnitten werden sowohl generelle Charakteristika des Klimas bzw. einzelner Klimatelemente als auch entsprechende Trends dieser Größen dargestellt, in einigen Fällen erfolgt auch eine Trendexploration. Daher sind einige Anmerkungen zu „Trend“ und dem dafür erforderlichen Verfahren der Trendanalyse notwendig. Ein Trend kann verstanden werden als die Korrelation einer Datenvariablen $a_i = a_i(t_i)$ mit der Zeit t bzw. den jeweils zugeordneten Zeitpunkten (SCHÖNWIESE 2000:232). Bezogen auf eine Klimazeitreihe beschreibt ein Trend das Verhalten einer oder mehrerer Komponenten im Zeitverlauf, was eine Kennzeichnung eventueller Klimaänderungen ermöglicht. Der Trend setzt sich zusammen aus seiner Richtung (Vorzeichen), seinem Betrag und seiner statistischen Signifikanz (RAPP 1996:59). Eine Trendanalyse stellt demnach ein mathematisches Verfahren dar, mit dem eine Korrelation zwischen einer Variablen und der Zeitdimension identifiziert und charakterisiert werden kann. Trendverläufe können sehr unterschiedlich sein. Neben den „einfachen“ positiven (steigenden) oder negativen (fallenden) linearen Trends gibt es weitere Trendverläufe wie degressiv oder progressiv steigende bzw. fallende Trends. Degressiv bedeutet, dass der Trend bzw. die Steigung seiner Kurve mit der Zeit abnimmt, progressiv im Gegenzug, dass die Steigung der (Trend-)Kurve mit fortschreitender Zeit zunimmt. Ein Trendtest, der herangezogen werden kann, wurde von MANN (1945) entwickelt und von KENDALL (1970) modifiziert. In Anlehnung an beide Autoren nennt sich dieses Verfahren MANN-KENDALL-Test (SCHÖNWIESE 2000:232-234). Dieses Analyseverfahren setzt im Gegensatz zu anderen Verfahren keinen linearen Trend voraus und analysiert ausschließlich ein relatives Ansteigen oder Abfallen der gemessenen Werte, wobei in einem Schritt alle in der Zeitreihe möglichen Trends ermittelt werden (RAPP/SCHÖNWIESE 1996:59). Der MANN-KENDALL-Test wird auch bei der empirischen Analyse der Schneedaten in dieser Arbeit angewendet. Bereits kurz erwähnt wurde die statistische Signifikanz als ein wichtiges beschreibendes Merkmal eines Trends. Das Signifikanzniveau (S_i) eines Trends gibt an, wie streng bzw. sicher der Trend ist, also wie eindeutig er sich gegenüber der gesamten Zeitreihenvariabilität heraushebt. Als komplementärer Wert zum Signifikanzniveau als relativem Wert in Prozent existiert die Irrtumswahrscheinlichkeit (α), die nicht prozentual angegeben wird. SCHÖNWIESE weist auf drei konventionell festgesetzte Kategorien statistischer Signifikanz mit den folgenden Zuordnungen hin (2000:21):

- „Signifikant“, mit $\alpha = 0,1$ und $S_i = 90\%$,
- „sehr signifikant“ mit $\alpha = 0.05$ und $S_i = 95\%$,
- „hochsignifikant“ mit $\alpha = 0.01$ und $S_i = 99\%$.

Erst durch diese qualifizierende Information der statistischen Signifikanz wird es möglich, einen Trend auch als solchen kennzeichnen zu können (RAPP/SCHÖNWIESE 2001:59). Es muss bei einer Analyse klimatologischer Zeitreihen zudem mit größter Sorgfalt vorgegangen wer-

den, da es mehrere Fehlerquellen gibt, die einen Trend verfälschen können oder aber einen Trend anzeigen, obwohl gar keiner existiert. Eine Zusammenschau möglicher Fehlerquellen gibt RAPP (2001:174-179). Als Beobachtungszeitraum sollten mindestens 20 Jahre gegeben sein, im Fall von Monatsmitteln der Niederschläge sogar 30 Jahre, was dann auch der CLINO-Periode der WMO für die Mittelung von Klimaelementen entspricht.

In dieser Arbeit gilt im Hinblick auf das Signifikanzniveau, dass FOKEN bei seiner klimatischen Charakterisierung des Untersuchungsgebietes und den dabei ermittelten Trends Signifikanzniveaus von 95% (sehr signifikant) bzw. 99% (hochsignifikant) verwendet (2003a:27f.; 37ff.). Bei der eigens durchgeführten Trendanalyse bei den Schneedeckenhöhen wird auch das Niveau von 90% (signifikant) noch mit herangezogen. Somit gilt in bezug auf die Schneedaten, dass der Trend einer Datenreihe dann als statistisch signifikant gilt, wenn sein Si mindestens 90% beträgt. Liegt Si über 95%, so kann der Trend als sehr signifikant bezeichnet werden, liegt Si über 99%, so darf er als hochsignifikant bezeichnet werden.

2.3 Niederschlagsverhältnisse und -trends Untersuchungsgebiet

Das Klimaelement Niederschlag steht in seiner Bedeutung im Hinblick auf die Zielsetzung der Arbeit zwar hinter der Temperatur und den Schneedaten zurück, gewisse Charakteristika sollen dennoch kurz skizziert werden. Der Niederschlag ist das Klimaelement, das am stärksten durch die regionalen orographischen Gegebenheiten beeinflusst wird, u.a. kommt es zu Luv- und Leeeffekten. Es zeigt sich, dass die Niederschläge im Fichtelgebirge eine typische Zunahme mit der Höhe aufweisen, was nachfolgende Tabelle unterstreicht (→ Tab. 2).

Tab. 2: Abhängigkeit des Jahresniederschlags im Fichtelgebirge von der Höhenlage über NN in mm (Werte gerundet, Bezugszeitraum 1961-1990)

Höhenlage	600-700m	700-800m	800-900m	900-1000m	1000-1100m
Niederschlagsmenge	1050	1150	1200	1250	1350

Quelle: eigene Darstellung nach FOKEN 2003a:21

Will man neben den gesamten jährlichen Niederschlägen und deren allgemeiner Abhängigkeit von der Höhenlage noch den speziellen Einfluss von Stauniederschlägen und Lee-Erscheinungen berücksichtigen, so ist dies mit den obigen Zahlen nur bedingt möglich und müsste eher wetterlagenabhängig an Einzelercheinungen untersucht werden (FOKEN 2003a:21). Die Höhenlage ist aber nicht der einzige Faktor, der über die Höhe der jährlichen Niederschläge entscheidet. Ein Weiterer ist die Exponiertheit gegenüber Stauniederschlägen aus Westen, der Richtung, aus der überwiegend die Niederschläge herangeführt werden. So fallen in den Gebirgsvorländern im Sommer mehr Niederschläge als im Winter, während in den Gebirgslagen, insbesondere in den Staubegebieten, die Winterniederschläge die Sommerniederschläge übersteigen (→ Tab. 3). Nur kurz angemerkt sei, dass im Zusammenhang mit Niederschlagsmessungen Wind- und Benetzungsfehler zu berücksichtigen sind, die im Rah-

men der Datenerhebung auftreten können. Diese Messfehler nehmen tendenziell mit der Höhenlage zu und liegen für das Untersuchungsgebiet je nach Standort und Monat zwischen 8% und 18% (RICHTER 1995:77-88). Die Zunahme des Fehlers mit der Höhenlage ist damit zu erklären, dass mit zunehmender Höhe ein größerer Anteil des Niederschlags als Mischniederschlag und Schnee fällt und für diese beiden Formen von Niederschlag die Fehler im Vergleich zu Regen höher liegen (FOKEN 2003a:22).

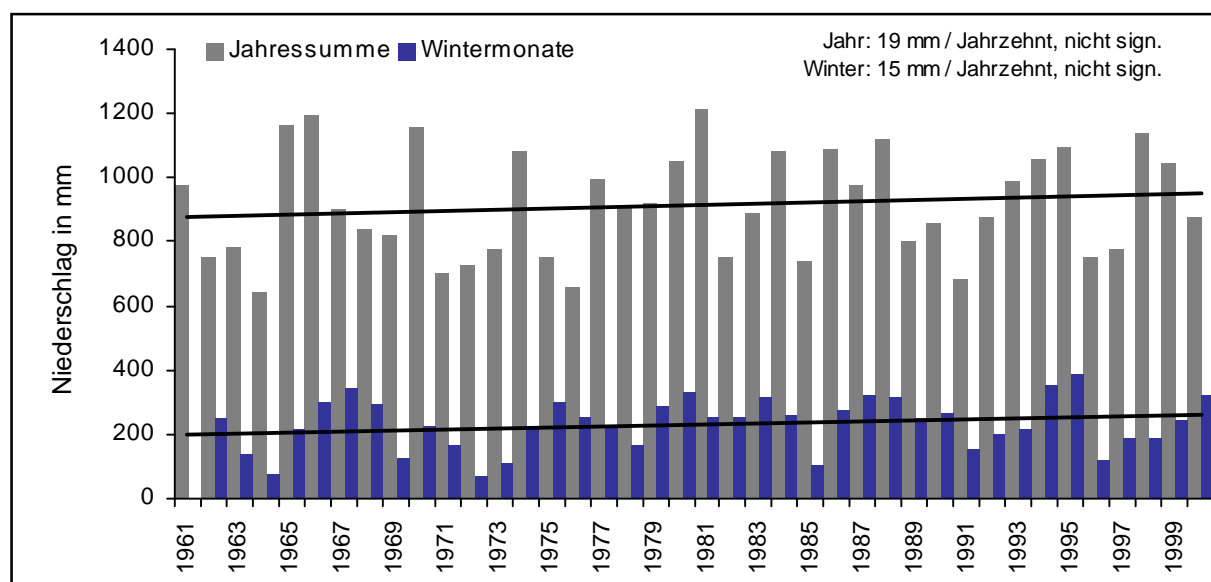
Tab. 3: Jahrgang des Niederschlags ausgedrückt in Prozent der Jahressumme für das Fichtelgebirge und das Egerbecken

Region/Ort	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Ochsenkopf	9,5	8,0	9,0	7,0	7,0	9,5	8,5	8,5	7,0	6,5	8,5	11,0
Bayreuth	8,0	6,5	7,5	5,5	9,0	10,5	10,0	8,5	7,0	7,0	8,5	10,0
Egerbecken	7,5	6,5	6,0	7,5	9,5	10,5	12,0	11,0	7,5	7,5	7,0	7,5

Quelle: eigene Darstellung nach FOKEN 2003a:22

Bei einer Analyse des Niederschlags im Referenzzeitraum 1961-2000 ergibt sich für die Referenzdatensätze der fünf zu Grunde gelegten Klimastationen Bischofsgrün, Marktleuthen, Thierstein, Warmensteinach und Wunsiedel eine Zunahme von 19mm /10 Jahre. Diese Zunahme ist allerdings ebenso wie die Zunahme der Winterniederschläge von 15mm / 10 (Dez. – Feb.) im Gegensatz zum benachbarten sächsischen Raum nach dem MANN-KENDALL-Trendtest statistisch nicht signifikant (→ Abb. 6).

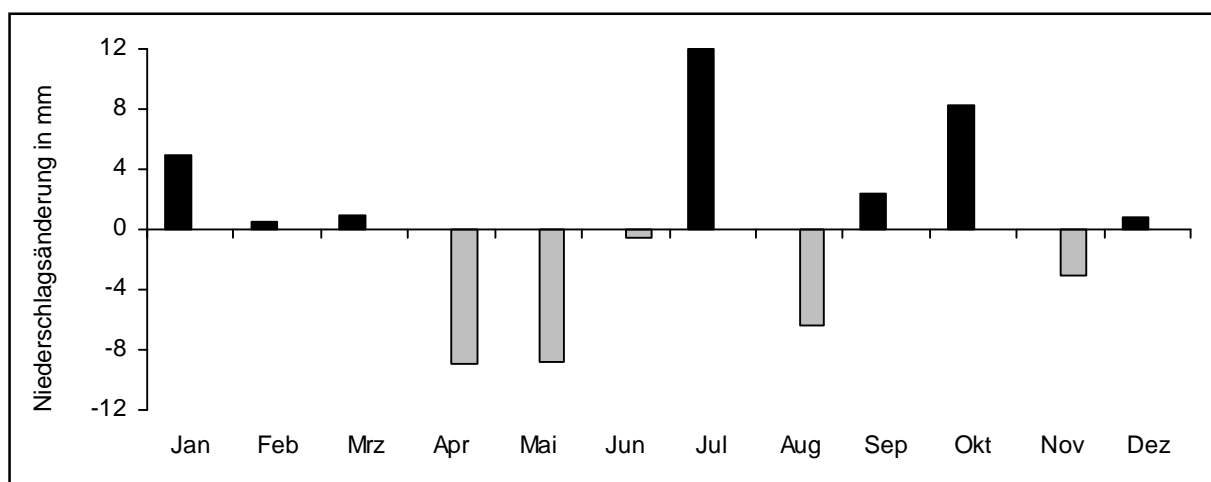
Abb. 6: Lineare Trends, Jahressummen und Summen der Winterniederschläge (Dez. - Feb.) in mm der Referenzzeitreihe (für das östliche Oberfranken)



Quelle: FOKEN/LÜERS 2003:2

Deutliche Differenzierungen ergeben sich jedoch, wenn man die Niederschläge nicht auf der Ebene des Gesamtjahres, sondern nach Monaten oder saisonalen Abschnitten differenziert betrachtet (→ Abb. 7). So ist das Frühjahr mit den Monaten April und Mai spürbar niederschlagsärmer geworden, die Abnahme für beide Monate zusammen belaufen sich auf -16mm / 10 Jahre (FOKEN/LÜERS 2003:3). Zudem ergibt sich eine hochsignifikante Zunahme für den Juli und ein deutlicher Rückgang im August. Für die spürbaren Zunahmen im Juli kann vermutet werden, dass diese auf die im vergangenen Jahrzehnt verstärkt auftretenden sog. „Sommermonsun“-Wetterlagen (Siebenschläfer) zurückzuführen sind (FOKEN/LÜERS 2003:3). Möglich ist auch eine Zunahme der Niederschläge durch vermehrte Starkregenfälle infolge steigender Sommertemperaturen in Verbindung mit der Bildung von Hitzegewittern. Dazu bedarf es aber noch weiterer Analysen. Ein weiterer bemerkenswerter Trend ist für den Herbst (Okt./Nov.) feststellbar. So zeigt sich der Herbst spürbar niederschlagsreicher, der Anstieg für beide Monate zusammen beträgt im Referenzzeitraum 13mm / 10 Jahre. Dafür erscheinen insbesondere weniger häufig auftretende Hochdruckwetterlagen verantwortlich, die im Herbst oft zum sog. „Altweibersommer“ führen. Die Entwicklungen in den einzelnen Monaten oder verschiedenen saisonalen Abschnitten haben neben möglichen Auswirkungen auf den Tourismus in jedem Fall Auswirkungen auf die Landwirtschaft. Gerade im Frühjahr, wo viele Pflanzen und Anbauprodukte auf Niederschlag angewiesen sind, bleiben diese zunehmend aus, was zu erheblichen Veränderungen der Wuchsbedingungen führt. U.a. für den Raps sind diese Entwicklungen von Bedeutung, da ein trockeneres Frühjahr eine deutliche Verschlechterung der Wuchsbedingungen darstellt. Die oben beschriebenen Ergebnisse spiegelt auch der Vergleich der beiden Normalreihen 1961-1990 und 1971-2000 wider (FOKEN/LÜERS 2003:3).

Abb. 7: Vergleich der langjährigen Monatsmittel der Niederschläge der Normalreihen 1961 - 1990 und 1971 - 2000 für das östliche Oberfranken



Quelle: FOKEN/LÜERS 2003:3

Nur kurz soll noch angemerkt werden, dass v.a. im Hinblick auf die Gesamtjahresniederschläge mögliche Messfehler berücksichtigt werden müssen. So könnte die Zunahme der Jahresniederschläge auch auf kleinere Messfehler zurückzuführen sein. Dies würde sich dadurch ergeben, dass im Herbst und Winter die Niederschläge in Form von Mischniederschlägen bzw. Schnee anteilmäßig abgenommen haben, was v.a. zu einem niedrigeren Windfehler führen würde. In dieser Hinsicht sind noch weitere Untersuchungen notwendig, um exakte Aussagen zu der Entwicklung der Niederschläge im Fichtelgebirge treffen zu können (FOKEN 2003a:27).

2.4 Temperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet

2.4.1 Allgemeine Charakterisierung der Temperaturverhältnisse

Für das Fichtelgebirge konnte FOKEN nur wenige Quellen ausmachen, in denen das Klima des Gebiets detailliert beschrieben wird. Dort wird es als ausgesprochen kühl im Vergleich zu anderen Regionen Bayerns bezeichnet (2003a:29). Dies gilt sowohl für das obere Fichtelgebirge als auch für das Egerbecken, wobei letzteres eine etwas größere Jahresamplitude und damit leicht kontinentaleren Charakter als das Fichtelgebirge besitzt (→ Tab. 4). Erste Aufschlüsse über die generellen Temperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet geben die mittleren Jahrestemperaturen und Jahresamplituden sowie Normalreihen des Zeitraums 1961-1990 für ausgewählte Klimastationen des Untersuchungsgebiets (→ Tab. 4; Tab. 5).

Zum einen spiegelt sich der durch den Temperaturgradienten bedingte Rückgang der Jahrestemperatur mit Zunahme der Höhenlage wider. So geht die Jahresmitteltemperatur von 7,9 °C in Bayreuth (340m) über 6,4 °C in Hof-Hohensaas (570m), 5,7 °C in Bischofsgrün (650m) auf 5,0 °C am Waldstein (750m) zurück.

Tab. 4: Mittlere Jahrestemperaturen im Untersuchungsgebiet (1961-1990)

Station	Jahresmittel in °C	Jahresamplitude in K
Bayreuth	7,9	17,9
Hof-Hohensaas	6,4	18,3
Weiden	7,5	18,9
Bischofsgrün	5,7	16,9
Waldstein/Pflanzgarten	5,0	18,3
Arzberg	6,9	18,9
Cheb	7,2	19,0
Karlovy Vary	6,4	19,0

Quelle: FOKEN 2003a:31

Tab. 5: Normalreihen der Temperatur für ausgewählte Stationen (1961-1990)

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Bayreuth	-0,9	-0,2	3,2	7,4	12,2	15,5	17,1	16,2	12,9	8,2	3,3	0,2
Hof-Hohensaas	-2,9	-1,9	1,4	5,5	10,5	13,7	15,3	15,0	11,8	7,4	2,0	-1,5
Bischofsgrün*	-2,4	-2,2	0,8	4,6	9,5	12,7	14,5	13,7	10,8	6,7	1,5	-1,7
Fichtelberg-Hüttstadl	-3,4	-2,3	1,0	5,1	9,9	13,2	14,9	14,4	1,4	6,9	1,3	-2,0

* die Messungen für die Reihe Bischofsgrün beginnen erst mit 3/94

Quelle: FOKEN 2003a:XXVI (Anhang)

Daneben zeigt sich bei den Temperaturen noch eine Differenzierung hinsichtlich der geographischen Lage einer Station innerhalb des Untersuchungsgebietes. Das Bayerische Vogtland mit Hof ist merklich kühler als die nördliche Oberpfalz mit Weiden sowie der Raum Bayreuth (FOKEN 2003a:29), was die etwas ironische Bezeichnung der Hofer Gegend als das „Sibirien Bayerns“ somit als gerechtfertigt erscheinen lässt. Zudem ist noch zu erwähnen, dass im Winter durch das Egerbecken kontinentale Kaltluft bis zum Waldstein vorstößt, was dort zu kühleren Temperaturen führt, während hingegen Bischofsgrün davon kaum mehr betroffen und durch einen leichten Lee-Effekt im Winter deutlich milder ist (FOKEN 2003a:29). Auf der Basis der Monatsmittel der Temperatur lassen sich auch erste Erkenntnisse hinsichtlich der Eignung des Fichtelgebirges für schneegebundenen Wintersport gewinnen. Betrachtet man die drei Stationen Hof, Bischofsgrün und Fichtelberg, so fällt auf, dass lediglich für die drei Monate Dezember, Januar und Februar die Monatsmittel deutlich unter 0 °C liegen und schon für März alle Stationen bereits wieder über der Marke von 0 °C liegen.

2.4.2 Entwicklung der Eis- und Frosttage

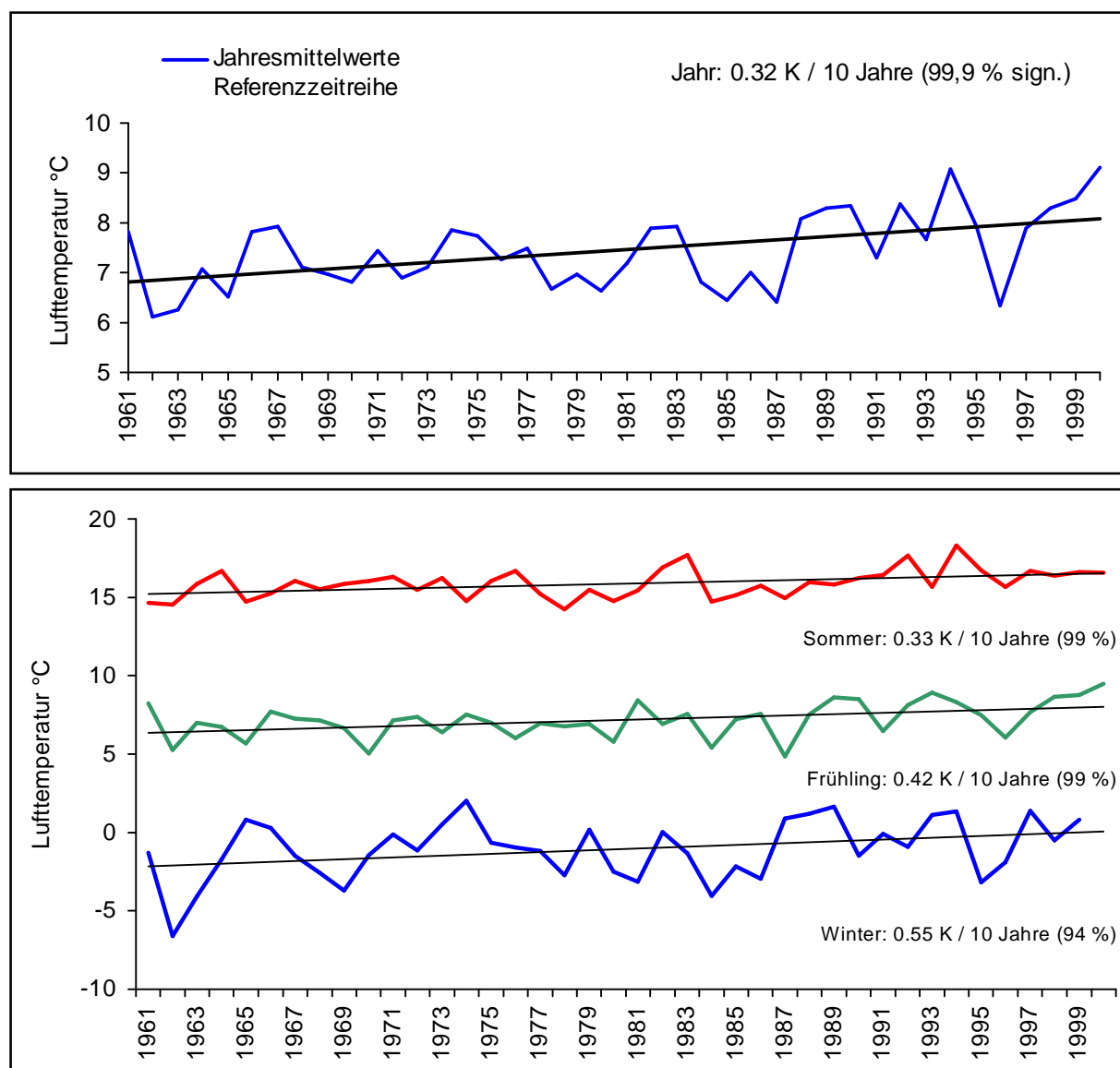
Neben dieser allgemeinen Charakterisierung ist auch eine Betrachtung sog. besonderer Tage oder Ereignistage aufschlussreich. Dazu zählen u.a. Frost- und Eistage (→ Tab. 6). Frosttage sind dadurch gekennzeichnet, dass im Verlauf eines Tages die Temperatur zumindest zu einem Messzeitpunkt unterhalb der Nullgradmarke liegen muss (Minimum < 0°C). Eistage sind dadurch definiert, dass über den ganzen Tag die Temperatur die Nullgradgrenze nicht überschreiten darf (Maximum ≤ 0). Die Zahl und Entwicklung der Frost-, v.a. aber der Eistage sind ein erstes aussagekräftiges Charakteristikum für die Bewertung der derzeitigen und zukünftigen Rahmenbedingungen für schneegebundenen Wintertourismus im Fichtelgebirge. Bei einem Vergleich der beiden Normalreihen 1961-1990 und 1971-2000 für Hof-Hohensaas und Fichtelberg-Hüttstadl zeigen sich in den für den Wintersport relevanten Monaten Dezember bis März deutliche Abnahmen bei den Frost- und Eistagen (→ FOKEN 2003a:32-34). So ist für Fichtelberg-Hüttstadl von 1961-2000 ein Rückgang bei der durchschnittlichen Anzahl an Eistagen von 1,6 Tagen / 10 Jahre im Dezember, von 1,6 Tagen / 10 Jahre im Januar sowie von 1,3 Tagen / 10 Jahre im Februar zu registrieren (→ Tab. 6 bzw. FOKEN 2003a:39). Diese Abnahmen sind allerdings auf dem Niveau 95% für alle drei Monate statistisch nicht signifi-

kant, dennoch lässt der Trendwert durchaus Aufschluss im Hinblick auf Entwicklungen bei den Eistagen zu. Anders stellt sich das Bild bei den Frosttagen für die Klimastation Fichtelberg-Hüttstadt dar. Die Rückgänge für die einzelnen Monate betragen 2,3 Tage / 10 Jahre für den Dezember, 1,0 Tage / 10 Jahre für den Januar sowie 0,2 Tage / 10 Jahre für den Februar. Während die Abnahme für den März nicht signifikant ist, ist sie für den Dezember hochsignifikant und für den Januar sehr signifikant (→ Tab. 6 bzw. FOKEN 2003a:39).

2.4.3 Temperaturtrends

Nachdem im globalen Maßstab in den letzten Jahrzehnten eine spürbare Erwärmung stattgefunden hat (MCCARTHY 2001:3-17) und damit eine Menge an Konsequenzen sowohl in wirtschaftlicher, sozioökonomischer als auch ökologischer Hinsicht verbunden sind, war es wichtig, auch für Oberfranken einen Temperaturtrend für die letzten Jahrzehnte zu ermitteln. Hierfür wurde die Temperaturentwicklung der Referenzzeitreihe der drei Stationen Bayreuth, Weiden und Hof-Hohensaas von 1961 bis 2000 hergenommen. Dabei ergibt sich, dass die Jahresmitteltemperaturen im Bezugszeitraum um 0,32 K / 10 Jahre signifikant angestiegen sind (→ Abb. 8; Tab. 6), was zu einer Gesamterwärmung von ca. 1,2 K für diese Periode führt (FOKEN/LÜERS 2003:3f.). Ausgehend von der Entwicklung für das Gesamtjahr zeigen sich jedoch wie bei den Niederschlägen bei einer Analyse saisonaler Abschnitte deutliche Differenzierungen hinsichtlich des generellen Erwärmungstrends (→ Abb. 8). Am größten ist die Erwärmung mit 0,55 K / 10 Jahre in den Wintermonaten (Dez. – Febr.), was insbesondere auch auf eine Abnahme der Ostwetterlagen zurückzuführen ist und in der Addition zu einer Erhöhung der Wintertemperaturen um mehr als 2 K für die letzten 40 Jahre geführt hat. V.a. die winterlichen Minimumtemperaturen sind dabei stark angestiegen (FOKEN/LÜERS 2003:4). Schon an dieser Stelle drängt sich die Vermutung auf, dass diese Entwicklungen auch die Schneeverhältnisse in der Region negativ beeinflusst haben. Eine genaue Untersuchung der Schneeverhältnisse folgt im Abschnitt C 2.4. Für den Frühling (März - Mai.) ergibt sich eine Temperaturzunahme von 0,42 K / 10 Jahre, für die Sommermonate (Juni - Aug.) beträgt sie 0,33 K / 10 Jahre. Im Gegensatz zu diesen drei Abschnitten weist, wenn auch statistisch nicht signifikant, der Herbst mit leichten Temperaturabnahmen einen gegenläufigen Trend auf (FOKEN/LÜERS 2003:4f.).

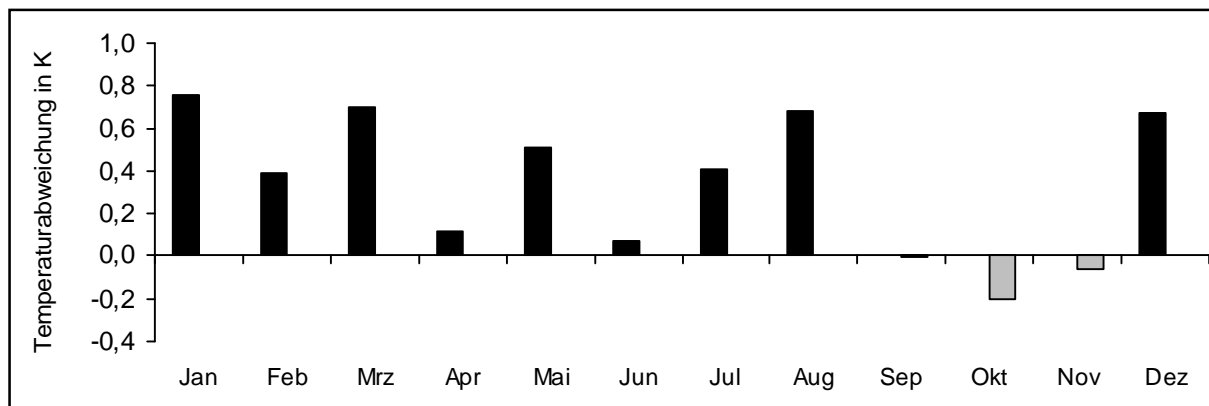
Abb. 8: Temperaturtrends für das Gesamtjahr und einzelne saisonale Abschnitte für Ostoberfranken auf Basis der Referenzzeitreihe Bayreuth, Hof, Weiden für den Zeitraum 1961-2000



Quelle: FOKEN/LÜERS 2003:4f.

Untermauert werden die Erwärmungstendenzen u.a. noch durch folgende zwei Aspekte. Zum einen zeigt ein Vergleich der beiden Normalreihen 1961-1990 und 1971-2000 der Referenzzeitreihe abgesehen vom Herbst nochmals die Zunahmen aller anderen Monatsmittel (→ Abb. 9). Weiterhin ist auffällig, dass bezogen auf die Jahresmitteltemperatur gerade im letzten Jahrzehnt die positiven Abweichungen vom Mittelwert deutlich zugenommen haben (→ FOKEN 2003a:37f.). Genau dieser Aspekt ist nicht zu unterschätzen, da sozioökonomische Systeme häufig stärker auf eine Veränderung der Variabilität reagieren als auf eine bloße Veränderung der Mittelwerte (ABEGG ET AL 1997:108). Eine Gesamtübersicht über die analysierten Temperaturtrends für Oberfranken sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt (→ Tab. 6).

Abb. 9: Temperaturabweichungen der Monatsmittel der beiden Normalreihen 1961-1990 / 1971-1990 für das östliche Oberfranken



Quelle: FOKEN 2003a:40

Tab. 6: Zusammenstellung der Trends 1961-2000

Untersuchtes Element	Messreihe	Trend	Signifikanz
Jahresmittel	Messreihe aus den Stationen	0,34 K / 10 Jahre	99%
Sommersmittel	Hof-Hohensaas, Bayreuth	0,33 K / 10 Jahre	99%
Wintersmittel	und Weiden	0,52 K / 10 Jahre	95%
Mittleres Minimum im Winter	Bayreuth	0,78 K / 10 Jahre	95%
	Fichtelberg-Hüttstadt	0,51 K / 10 Jahre	95%
	Cheb	0,54 K / 10 Jahre	nicht signifikant
Absolutes Minimum im Winter	Bayreuth	1,76 K / 10 Jahre	99%
	Fichtelberg-Hüttstadt	0,43 K / 10 Jahre	nicht signifikant
	Cheb	0,96 K / 10 Jahre	nicht signifikant
Eistage Dezember	Fichtelberg-Hüttstadt	-1,6 Tage / 10 Jahre	nicht signifikant
Eistage Januar		-1,6 Tage / 10 Jahre	nicht signifikant
Eistage Februar		-1,3 Tage / 10 Jahre	nicht signifikant
Frosttage Dezember	Fichtelberg-Hüttstadt	-2,3 Tage / 10 Jahre	99%
Frosttage Januar		-1,0 Tage / 10 Jahre	95%
Frosttage Februar		-0,2 Tage / 10 Jahre	nicht signifikant

Quelle: FOKEN 2003a:39

2.5 Entwicklung der Schneesverhältnisse und des Beschneigungspotenzials

Einen zentralen Teil bei der Beschreibung der klimatischen Rahmenbedingung für den Wintertourismus im Fichtelgebirge stellt eine Analyse schneebezogener Klimadaten von 14 Klimastationen der Region dar. Diese wurden dahingehend ausgewählt, dass sowohl eine breite regionale Abdeckung als auch eine Betrachtung der unterschiedlichen Höhenlagen von Bayreuth bzw. Bad Berneck bis Fichtelberg gewährleistet ist. Zuerst wird auf Schneefalltage und deren Trends eingegangen, danach erfolgt eine intensive Auseinandersetzung mit drei verschiedenen Schneedeckenhöhen und der entsprechenden Anzahl von Tagen, an denen diese an den verschiedenen Stationen zu registrieren waren inkl. ermittelter Trends. Es sei vorab noch darauf hingewiesen, dass nicht für alle 14 Stationen gleiche Bezugszeiträume vorliegen. So basieren die Ergebnisse für Bayreuth, Fichtelberg und Hof auf einer „langen“ Zeitreihe

1961-2002, die Reihe von Selb reicht von 1961-2000, der Bezugszeitraum für die restlichen neun Stationen ist 1979-2002. Da der größere Teil der Erwärmungstendenz v.a. in den letzten beiden Jahrzehnten stattgefunden hat, resultieren daraus je nach untersuchtem Kriterium deutliche Unterschiede bei den Ergebnissen, insbesondere den Trendwerten. Dieser Sachverhalt wird nachfolgend dahingehend berücksichtigt, dass in den tabellarischen Darstellungen die Resultate für die unterschiedlich langen Zeitreihen getrennt aufgeführt werden. Zudem fließen in die Ausführungen noch Ergebnisse einer Studie des Geographischen Instituts der Universität Freiburg im Auftrag des DSV ein (SCHNEIDER 2003).

2.5.1 Entwicklung der Schneefalltage

Bei der Untersuchung der Schneefalltage zeigt sich ein eindeutiges Bild. Bei 13 von 14 ausgewerteten Stationen ist ein rückläufiger Trend zu beobachten. Lediglich die Station Brand hat im Bezugszeitraum 1979-2002 eine Zunahme von 4 Tagen / 10 Jahren zu verzeichnen, diese ist jedoch statistisch nicht signifikant und kann auf Unsicherheiten bei der Datenerhebung beruhen, da die an den DWD gemeldeten Daten tw. auch von Laien erhoben werden. Die Rückgänge der restlichen 13 Stationen fallen deutlich aus, für 10 von ihnen sind sie statistisch signifikant, für 6 sogar sehr oder hoch signifikant (® Tab. 7).

Tab. 7: Entwicklungen und Trends bei den Schneefalltagen

Messreihe	Höhenlage der Station	Trendwert	Langjähr. Mittel	Relative Abnahme	Signifikanzniveau
Kurze Zeitreihen 1979 - 2002					
Bayreuth	370m	-7.7 T / 10 J.	19.3 T	-64.6 %	95 %
Bad Berneck	370m	-1.5 T / 10 J.	17.2 T	-19.0 %	nicht sign.
Weidenberg	418m	-5.2 T / 10 J.	22.1 T	-43.6 %	95 %
Gefrees	474m	-5.9 T / 10 J.	22.7 T	-47.7 %	95 %
Wunsiedel	520m	-2.8 T / 10 J.	24.7 T	-24.3 %	nicht sign.
Marktleuthen	524m	-8.8 T / 10 J.	27.0 T	-56.0 %	99 %
Hof-Hohensaas	567m	-6.8 T / 10 J.	43.6 T	-31.3 %	90 %
Rehau	587m	-6.3 T / 10 J.	35.7 T	-34.8 %	90 %
Brand	592m	+4.0 T / 10 J.	33.6 T	+33.8 %	nicht sign.
Warmensteinach	610m	-5.7 T / 10 J.	40.0 T	-29.1 %	90 %
Selb ¹	611m	-4.2 T / 10 J.	27.3 T	-28.7 %	90 %
Weißensstadt	620m	-1.5 T / 10 J.	33.4 T	-9.7 %	nicht sign.
Schönwald	632m	-10.9 T / 10 J.	33.3 T	-56.5 %	95 %
Fichtelberg	659m	-11.6 T / 10 J.	41.9 T	-49.9 %	99 %
Lange Zeitreihen 1961-2002					
Bayreuth	370m	-2.6 T / 10 J.	20.0 T	-41.6 %	90 %
Hof-Hohensaas	567m	-6.1 T / 10 J.	48.0 T	-41.6 %	99 %
Selb ¹	611m	-2.6 T / 10 J.	29.2 T	-30.0 %	95 %
Fichtelberg	659m	-1.3 T / 10 J.	41.2 T	-12.6 %	nicht sign.

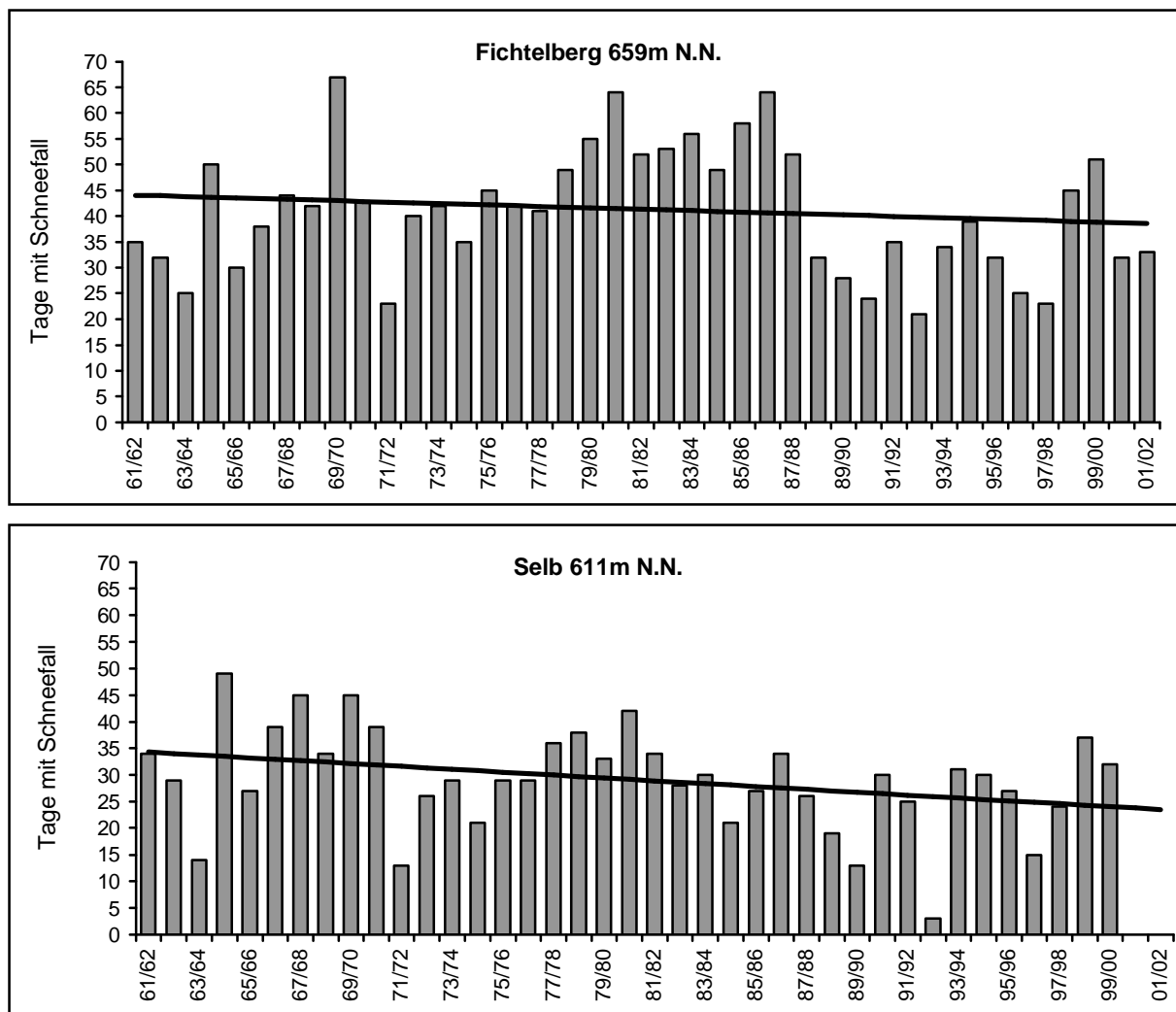
¹ Für Selb reichen beide Zeitreihen nur bis zum Jahr 2000, es gelten damit für diese Station die Bezugszeiträume 1961-2000 und 1979-2000

Quelle: eigene Berechnungen

Nicht signifikante Rückgänge finden sich bei Bad Berneck, Weißenstadt, Wunsiedel und Fichtelberg. Abgesehen von Bad Berneck kann für die anderen drei Stationen die Vermutung geäußert werden, dass trotz der von FOKEN speziell für die Wintermonate aufgezeigten Erwärmungstendenz für das Untersuchungsgebiet seit 1960 die Temperaturen wohl noch nicht derart angestiegen sind, dass die Schneefälle anteilmäßig so weit in Regen übergegangen sind, dass es sich im Rahmen der Analyse der Schneefalltage bereits niederschlägt. Nochmals soll darauf hingewiesen werden, dass sich die Höhe der Winterniederschläge im entsprechenden Zeitraum kaum verändert hat, die Abnahme der Schneefalltage kann also nicht auf abnehmenden Niederschlägen in den Wintermonaten beruhen.

Betrachtet man die relativen und absoluten Abnahmen (Trendwert), so scheint sich die oben formulierte Vermutung zu erhärten. Die Abnahmen werden mit zunehmender Höhenlage der Stationen geringer, ab einer Seehöhe von etwa 600m fallen die Rückgänge mit Ausnahme von Brand durchschnittlich niedriger aus als bei den tiefer gelegenen Stationen. Beim deutlichen „Ausreißer“ Brand kann es der Fall sein, dass im Umfeld der Station evtl. nutzungsbezogene und damit die Ergebnisse verzerrende Veränderungen erfolgt sind oder eine Fehlerquelle im Rahmen der Datenerhebung bei diesem Merkmal vorliegt. Die im Hinblick auf die Schneefalltage erhaltenen Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass insbesondere die tiefer gelegenen Stationen im Zuge der Erhöhung der Wintermittel der Temperatur stärkere Rückgänge bei den Schneefalltagen zu verzeichnen haben. Dort hat sich diese Erhöhung bereits in der Form ausgewirkt, dass ein bedeutender Teil der Niederschläge von Schnee in Mischniederschlag oder Regen übergegangen ist. Bei den um oder über 600m gelegenen Stationen waren die Rückgänge geringer und der beschriebene Effekt hat dort (noch) nicht in dem Maß durchgeschlagen. Dies wird sich jedoch in den kommenden Jahrzehnten auch in diesen Lagen ändern und dort ebenso eine deutlichere Abnahme der Schneefalltage zur Folge haben. Dass insgesamt eine Höhenabhängigkeit der Schneefalltage besteht - die Schneefalltage also mit zunehmender Höhenlage tendenziell ansteigen - lässt sich anhand der langjährigen Mittel aufzeigen (® Tab. 7). Insgesamt reicht die Spanne der Schneefalltage von Bad Berneck mit ca. 17 bis hin zu Hof-Hohensaas mit etwa 48 Schneefalltagen. Nicht einfließen können bei der reinen Anordnung der Stationen nach der Höhenlage Aspekte der Exposition. Luv- und Leeeffekte, die ebenso einen großen Einfluss auf die Niederschläge haben, bleiben also unberücksichtigt. Graphisch lässt sich die beschriebene Situation an der nachfolgenden Abbildung sehr gut nachvollziehen (® Abb. 10). Dargestellt ist die Entwicklung der Tage mit Schneefall inkl. der errechneten Trendgeraden für die Stationen Fichtelberg und Selb. Beide haben Rückgänge zu verzeichnen, bei Fichtelberg sind sie aber wie erwähnt statistisch nicht signifikant (1,3 Tage / 10 Jahre), für Selb dagegen sehr signifikant (2,6 Tage / 10 Jahre).

Abb. 10: Entwicklung der Tage mit Schneefall für Fichtelberg (1961-2002) und Selb (1961-2000)



Quelle: eigene Berechnungen

Es ist noch auf mögliche Verzerrungen hinzuweisen, die sich durch die relativ schneereichen Winter der 1980er Jahre ergeben können. Speziell bei dem Diagramm für Fichtelberg (→ Abb. 19) wird deutlich, wie sich die Verhältnisse in diesem Zeitraum von dem generellen Trend abheben. Diese Tatsache kann auch bei den nachfolgenden Trendrechnungen zu verschiedenen Schneedeckentagen zur Folge haben, dass Langzeittrends unterbrochen sowie Kurzzeittrends verstärkt werden.

Zur Abschätzung zukünftiger Entwicklungen sollen die Trends bei den Schneefalltagen und Schneedeckentagen extrapoliert werden, auch wenn dieses Vorgehen speziell bei den Kurzzeittrends kritisch hinterfragt werden muss. Denn durch eine Veränderung der Rahmenbedingungen kann sich der Trend in den kommenden Jahren bzw. Jahrzehnten natürlich verändern. Die Extrapolation bei den Schneefalltagen und nachfolgend bei den Schneedeckenhöhen soll aber nicht vor dem Hintergrund exakter Vorhersagen der zukünftigen Verhältnisse erfolgen, sondern aufzeigen, welche Konsequenzen sich aus der Fortdauer der für den Bezugszeitraum ermittelten Trends für einzelne Stationen ergeben würden und welche Folgen dies für schnee-

gebundenen Wintersport hätte. Die Werte der Trendextrapolationen wurden neben dem für das Jahr 2000 zu erwartenden Wert jeweils für die Zeitpunkte 2012, 2025 und 2050 berechnet. Bereits der Wert für 2025 ist mit größeren Unsicherheiten behaftet, der Wert für 2050 hat stark „visionären Charakter“. Bis Mitte des Jahrhunderts ist der Rahmen der Unsicherheiten doch sehr groß und es kann zudem durch technische Innovationen zu Umstrukturierungen des (schneegebundenen) Wintersports kommen, bspw. einer Verlagerung auf schneeunabhängige Infrastrukturen, was eine Verschlechterung der klimatischen Rahmenbedingungen kompensieren könnte. Deswegen werden die Trendwerte für die Prognosezeitpunkte 2025 und 2050 in den folgenden Tabellen in Klammern angegeben. Für Selb sind die errechneten Abnahmen bei den Schneefalltagen deutlich größer als für Fichtelberg, wo 2025 noch mehr als 30 Schneefalltage zu erwarten sind (® Tab. 8) und sich die Rückgänge bei diesem Kriterium damit noch in Grenzen halten.

Tab. 8: Trendexploration der Schneefalltage für Fichtelberg (1961-2002) und Selb (1961-2000) für die Jahre 2012, 2025 und 2050

	2000	2012	(2025)	(2050)
Fichtelberg	38	37	(35)	(32)
Selb	24	21	(18)	(11)

Quelle: eigene Berechnungen

2.5.2 Entwicklungen für die Schneedeckenhöhe > 0cm

In den nächsten drei Abschnitten werden die Ergebnisse der untersuchten Klimastationen in bezug auf drei verschiedene Schneehöhen (SnH) dargestellt, die $SnH > 0cm$, $\geq 15cm$ und $\geq 30cm$. Die $SnH > 0cm$ drückt aus, wann das Untersuchungsgebiet „verschneit“ und der Schnee zumindest als eine Art „Kulisse“ vorhanden ist, auch wenn diese Schneehöhe noch keinerlei Aufschluss über die Möglichkeiten der Ausübung schneegebundener Aktivitäten oder schneegebundenen Wintersports gibt. Für alle ausgewerteten Stationen ergibt sich eine Abnahme der Tage mit einer $SnH > 0cm$ und bis auf die Station Selb, die knapp unter der Marke statistischer Signifikanz liegt, erweisen sich diese Entwicklungen im Rahmen der Trendanalyse für alle weiteren Stationen als signifikant. 7 Stationen erfüllen das Kriterium sehr signifikant, weitere 5 Stationen sogar das Kriterium hochsignifikant (→ Tab. 9). Es soll an dieser Stelle nochmals generell betont werden, dass ein errechneter Trend trotz fehlender Signifikanz seine Bedeutung und Wichtigkeit keinesfalls verliert oder deshalb nicht vorhanden ist. Bei vielen Stationen bzw. untersuchten Kriterien kann die fehlende Signifikanz auch aus Fehlern bei der Datenerhebung resultieren, so etwa bei der $SnH > 0cm$ für den Fall, dass Schneeflecken fälschlicherweise als Schneeflächen erfasst wurden. Insgesamt ist das Bild bei der $SnH > 0cm$ noch deutlicher als bei den Schneefalltagen, die starken absoluten Abnahmen in Form des Trendwerts unterstreichen dies. Bei genauer Betrachtung des Trendwerts erkennt man jedoch die unterschiedlichen Zeitreihenlängen. Bei allen Stationen mit den langen Zeitreihen ab 1961 fallen die Rückgänge in Tagen / 10 Jahre spürbar niedriger aus als bei den

Stationen mit den kürzeren Zeitreihen ab 1979. Dies weist darauf hin, was bei der Betrachtung aller Abbildungen dieses Abschnitts offensichtlich wird, nämlich dass die Rückgänge bis Mitte der 1980er Jahre eher gering ausfallen, während der weit größere Teil der Rückgänge erst im anschließenden Zeitraum stattgefunden haben. Eine Tendenz mit der Höhe ist beim Trendwert nicht feststellbar. Ganz im Gegensatz zum relativen Rückgang, der mit zunehmender Höhenlage signifikant geringer wird, was dazu führt, dass die niedriger gelegenen Stationen prozentual höhere Rückgänge aufweisen. Noch mehr als bei den Schneefalltagen wird der Einfluss der Höhenlage bei den langjährigen Mitteln deutlich. So nehmen die Tage mit $S_nH > 0\text{cm}$ statistisch hochsignifikant in Abhängigkeit von der Höhenlage nach oben hin zu. Die Spanne erstreckt sich von 41,4 Tagen in Bayreuth bis hin zu 90,8 Tagen in Fichtelberg.

Tab. 9: Entwicklungen und Trends für die $S_nH > 0\text{cm}$

Messreihe	Höhenlage der Station	Trendwert	Langjähr. Mittel	Relative Abnahme	Signifikanzniveau
Kurze Zeitreihen 1979 - 2002					
Bayreuth	370m	-15.0 T / 10 J.	39.0 T	-63.2 %	99 %
Bad Berneck	370m	-12.6 T / 10 J.	42.2 T	-52.8 %	95 %
Weidenberg	418m	-15.5 T / 10 J.	48.7 T	-57.9 %	99 %
Gefrees	474m	-15.2 T / 10 J.	58.5 T	-47.5 %	95 %
Wunsiedel	520m	-10.4 T / 10 J.	59.6 T	-34.6 %	95 %
Marktleuthen	524m	-15.3 T / 10 J.	59.0 T	-47.3 %	99 %
Hof-Hohensaas	567m	-9.4 T / 10 J.	67.9 T	-28.6 %	95 %
Rehau	587m	-14.6 T / 10 J.	64.7 T	-42.6 %	95 %
Brand	592m	-8.3 T / 10 J.	76.7 T	-22.9 %	90 %
Warmensteinach	610m	-14.2 T / 10 J.	79.0 T	-35.5 %	99 %
Selb ¹	611m	-16.6 T / 10 J.	77.0 T	-39.3 %	nicht sign.
Weißensstadt	620m	-12.1 T / 10 J.	70.5 T	-34.1 %	95 %
Schönwald	632m	-16.3 T / 10 J.	71.3 T	-43.1 %	95 %
Fichtelberg	659m	-16.5 T / 10 J.	85.5 T	-31.5 %	99 %
Lange Zeitreihen 1961-2002					
Bayreuth	370m	-5.7 T / 10 J.	41.4 T	-43.7 %	90 %
Hof-Hohensaas	567m	-5.3 T / 10 J.	70.7 T	-26.7 %	95 %
Selb ¹	611m	-6.3 T / 10 J.	77.6 T	-22.7 %	nicht sign.
Fichtelberg	659m	-8.3 T / 10 J.	90.8 T	-31.5 %	99 %

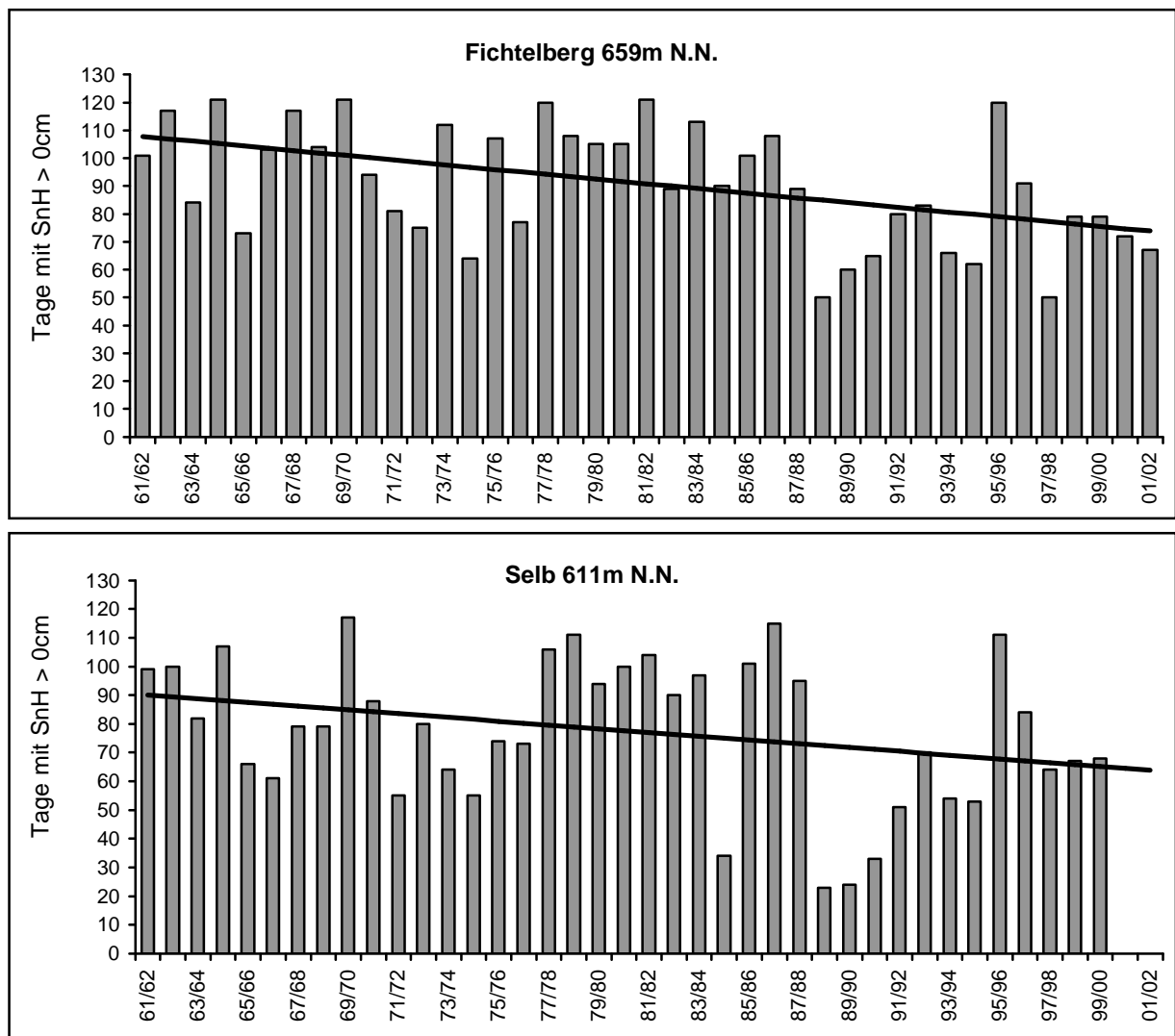
¹ Für Selb reichen beide Zeitreihen nur bis zum Jahr 2000, es gelten damit für diese Station die Bezugszeiträume 1961-2000 und 1979-2000

Quelle: eigene Berechnungen

Die Stationen Fichtelberg und Selb verdeutlichen die beschriebenen Entwicklungen wieder graphisch (® Abb. 11). Für Selb erhält man für den Bezugszeitraum 1961-2000 einen Gesamtrückgang von etwa 25 Tagen. Bei einer Trendexploration bleiben nach etwa 65 für den Winter 1999/00 zu erwartenden „verschneiten Tagen“ im Jahr 2012 rechnerisch etwa 57, 2025 knapp 50 Tage und Mitte des Jahrhunderts noch ca. 33 Tage übrig. Für Fichtelberg fällt der Trendwert sogar etwas größer aus als für Selb, was dazu führt, dass sich trotz der derzeit höheren Anzahl zu erwartender „verschneiter Tage“ diese im Laufe der nächsten Jahrzehnte

an Selb annähern würde. Bis 2012 wären es noch etwa 65, bis 2025 ca. 54 Tage und bis 2050 würde sich nach der Trendrechnung fast der identische Wert wie für Selb ergeben (→ Tab. 11). In bezug auf das Merkmal $\text{SnH} > 0\text{cm}$ lässt sich somit zusammenfassen, dass durch alle Höhenlagen hinweg Abnahmen feststellbar sind, bis auf eine Ausnahme sind alle Abnahmen signifikant. An den unterschiedlich langen Zeitreihen und ihren Trendwerten lässt sich erkennen, dass der deutlich größere Anteil, der zu dem Trend geführt hat, dem Zeitraum seit Ende der 1980er Jahre zuzuschreiben ist. Zudem lässt sich aus den Ergebnissen entnehmen, dass die absoluten Abnahmen nicht mit der Höhe korrelieren, während die relativen Rückgänge mit zunehmender Höhe tendenziell abnehmen. Insgesamt deutet der Trend für Höhenlagen bis Fichtelberg in jedem Fall auf einen weiteren merklichen Rückgang der „verschneiten Tage“ in den kommenden Jahrzehnten hin.

Abb. 11: Entwicklung der Anzahl der Tage mit $\text{SnH} > 0\text{cm}$ für Fichtelberg (1961-2002) und Selb (1961-2000)



Quelle: eigene Berechnungen

Tab. 10: Trendexploration der Tage mit SnH > 0cm für Fichtelberg (1961-2002) und Selb (1961-2000) für die Jahre 2012, 2025 und 2050

	2000	2012	(2025)	(2050)
Fichtelberg	75	65	(54)	(33)
Selb	65	57	(50)	(33)

Quelle: eigene Berechnungen

2.5.3 Entwicklungen für die Schneedeckenhöhe ³ 10 cm bzw. ³ 15cm

Die Schneehöhe SnH \geq 15cm wird deshalb gewählt, weil sie in etwa die Schneehöhe darstellt, ab der Loipen maschinell gespurt werden können. Deshalb werden Tage mit einer Schneedecke von \geq 15cm auch als Loipentage bezeichnet. Die Ergebnisse für die SnH \geq 15cm sind insgesamt noch signifikanter und eindeutiger als für die beiden bisher dargestellten Merkmale (® Tab. 11). Neben den Entwicklungen der Loipentage, die auf eigenen Berechnungen beruhen, werden noch Ergebnisse von SCHNEIDER (2003) für Schneedeckentage mit \geq 10cm berücksichtigt. Seine Ergebnisse bzw. Prognosen beziehen sich auf das kombinierte Gebiet Fichtelgebirge/Erzgebirge und basieren auf den gleichen Annahmen im Hinblick auf den Erwärmungstrend der Wintertemperaturen wie bei FOKEN (2003a).

Tab. 11: Entwicklungen und Trends für die SnH ³ 15cm

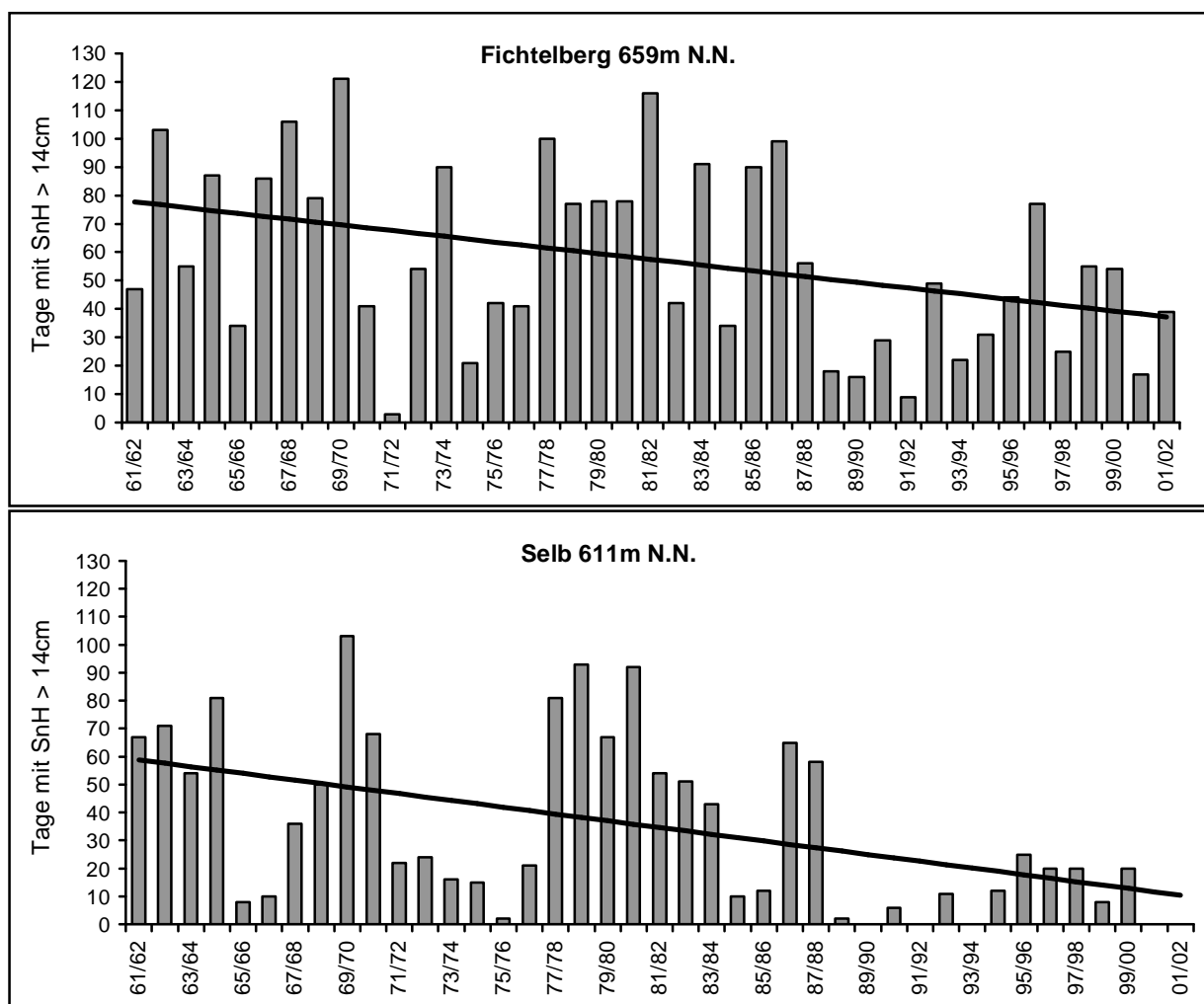
Messreihe	Höhenlage der Station	Trendwert	Langjähr. Mittel	Relative Abnahme	Signifikanzniveau
Kurze Zeitreihen 1979 - 2002					
Bayreuth	370m	-1.7 T / 10 J.	4.2 T	-64.6 %	95 %
Bad Berneck	370m	-3.5 T / 10 J.	8.5 T	-67.4 %	95 %
Weidenberg	418m	-11.7 T / 10 J.	14.0 T	-99.9 %	99 %
Gefrees	474m	-17.0 T / 10 J.	24.9 T	-89.9 %	99 %
Wunsiedel	520m	-13.7 T / 10 J.	15.9 T	-97.2 %	99 %
Marktleuthen	524m	-18.0 T / 10 J.	18.5 T	-95.8 %	99 %
Hof-Hohensaas	567m	-14.2 T / 10 J.	22.9 T	-85.6 %	99 %
Rehau	587m	-18.5 T / 10 J.	26.4 T	-91.3 %	99 %
Brand	592m	-16.7 T / 10 J.	35.4 T	-72.3 %	95 %
Warmensteinach	610m	-18.4 T / 10 J.	42.5 T	-68.4 %	90 %
Selb	611m	-27.9 T / 10 J.	30.4 T	-99.9 %	95 %
Weißensstadt	620m	-16.9 T / 10 J.	31.7 T	-78.0 %	95 %
Schönwald	632m	-17.0 T / 10 J.	28.4 T	-83.7 %	95 %
Fichtelberg	659m	-21.2 T / 10 J.	59.9 T	-65.8 %	95 %
Lange Zeitreihen 1961-2002					
Bayreuth	370m	-2.9 T / 10 J.	6.2 T	-98.1 %	95 %
Hof-Hohensaas	567m	-4.2 T / 10 J.	23.5 T	-53.6 %	nicht sign.
Selb	611m	-11.8 T / 10 J.	35.8 T	-78.1 %	99 %
Fichtelberg	659m	-9.9 T / 10 J.	57.5 T	-52.1 %	95 %

¹ Für Selb reichen beide Zeitreihen nur bis zum Jahr 2000, es gelten damit für diese Station die Bezugszeiträume 1961-2000 und 1979-2000

Quelle: eigene Berechnungen

Bei der $\text{SnH} \geq 15\text{cm}$ sind die Rückgänge mit Ausnahme der langen Zeitreihe der Station Hof-Hohensaas alle signifikant, überwiegend sogar sehr oder hochsignifikant. Für die Trendwerte lässt sich in Abhängigkeit von der Höhenlage keine einheitliche Tendenz feststellen, die relativen Abnahmen nehmen mit zunehmender Höhenlage ab. Wie bei der $\text{SnH} > 0\text{cm}$ (\rightarrow Tab. 10) steigen die langjährigen Mittel mit der Höhenlage an, wenn auch nicht ganz so linear wie dort (\rightarrow Tab. 12). Das Mittel der am niedrigsten gelegenen Station Bayreuth beträgt 6,2 Tage, das von Selb knapp 36 Tage, Spitzenreiter ist der Wintersportort Fichtelberg mit 57,5 Loipentagen, während sich bei der kurzen Zeitreihe von Warmensteinach nur 42,5 Tage ergeben. Graphisch kann die rückläufige Entwicklung anhand der beiden Stationen Fichtelberg und Selb wieder gut nachvollzogen werden (\rightarrow Abb. 12). Für Selb ergeben sich auf Basis des ermittelten Trends für den Winter 1999/00 noch ca. 15 Loipentage, bereits 2012 nur mehr etwa 2 und 2025 tendiert der Wert schon gegen null. Für Fichtelberg bleiben nach 40 Loipentagen für den Winter 1999/00 2012 noch ca. 28 Loipentage übrig, 2025 sind es auch nur mehr ca. 15, gegen 2050 tendiert die Zahl auch in Fichtelberg rechnerisch gegen null (\rightarrow Tab. 13).

Abb. 12: Entwicklung der Anzahl der Tage mit $\text{SnH} \geq 15\text{cm}$ für Fichtelberg (1961-2002) und Selb (1961-2000)



Quelle: eigene Berechnungen

Tab. 12: Trendexploration der Tage mit SnH > 15cm für Fichtelberg (1961-2002) und Selb (1961-2000) für die Jahre 2012, 2025 und 2050

	2000	2012	(2025)	(2050)
Fichtelberg	40	28	(15)	(→ 0)
Selb	14	2	(→ 0)	(→ 0)

Quelle: eigene Berechnungen

Auch die Ergebnisse von SCHNEIDER (2003) für die SnH \geq 10cm zeigen in die gleiche Richtung. Für eine Höhenlage von 900m N.N. ergibt sich nach der Auswertung von Klimastationen im Gebiet Fichtelgebirge/Erzgebirge eine Anzahl von 74 Schneedeckentagen mit 10cm und mehr Schneeauflage. Während 15cm als in jedem Fall ausreichende Schneeauflage für Ski Langlauf angesehen werden kann, stellen 10cm die absolute Mindestanforderung dar. Zudem stellen die Ergebnisse von SCHNEIDER (2003) eine Erweiterung der eigenen Auswertungen dahingehend dar, dass mit der Höhenlage 900m Prognosen für die absoluten Hochlagen gemacht werden, für die im Rahmen der vom DWD übermittelten Daten leider keine Klimastation mehr vorgelegen hat. Während wie angedeutet die eigenen Auswertungen der SnH \geq 15cm damit so etwas wie Aussagen über „in jedem Fall ausreichende Bedingungen“ für Ski Langlauf bis in mittlere Lagen von ca. 650m sind, stellen die Ergebnisse zum Ist-Zustand und die Szenarien zur SnH \geq 10cm die gerade noch ausreichenden Bedingungen für Ski Langlauf in den absoluten Hochlagen des Fichtelgebirges dar. Dabei gelangt SCHNEIDER zu dem Ergebnis, dass es bei einer Erwärmung um 0,55 K pro Dekade und einem angenommenen Rückgang von -14,9 Schneedeckentagen pro 1 K Erwärmung zu einem Rückgang von 10 Schneedeckentagen bis 2012 und 20 Schneedeckentagen bis 2025 kommt, eine Extrapolation des Trends bis 2050 würde zu einem Rückgang von knapp 40 Schneedeckentagen führen. Damit ergeben sich für die Höhenlage 900m für die Ist-Situation und die Prognosezeitpunkte nachfolgende Anzahl an Schneedeckentagen, zum Vergleich sind auch die eigenen Berechnungen für Fichtelberg eingefügt (® Tab. 13).

Tab. 13: Entwicklung der Schneedeckentage mit SnH \geq 10cm für die Höhenlage 900m N.N. bis 2050

	2000	2012	(2025)	(2050)
Höhenlage 900m N.N.	74	64	(54)	(34)
Fichtelberg (659m)	47	36	(23)	(→ 0)

Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnissen von SCHNEIDER (2003)

2.5.4 Entwicklungen für die Schneedeckenhöhe \geq 30cm

Das Kriterium SnH \geq 30cm wird gewählt, weil eine Schneeauflage von ca. 30cm notwendig ist, um eine Skipiste präparieren und alpinen Wintersport ermöglichen zu können. Diese Tage werden als Lifttage bezeichnet. Da sowohl in Bayreuth als auch in Bad Berneck diese Schneehöhen kaum mehr erreicht werden, scheiden sie bei dieser Betrachtung aus. Die Ergebnisse sind ähnlich deutlich wie bei den anderen beiden Schneehöhen. Bei allen Stationen

zeigen sich im jeweiligen Bezugsraum deutliche Rückgänge (→ Tab. 14), bei einigen erweisen sich diese wiederum als sehr oder sogar hochsignifikant. Die absoluten Abnahmen werden bei der SnH $\geq 30\text{cm}$ mit der Höhenlage tendenziell größer und nehmen dort ihre größten Werte an. Bei mehreren Stationen sind schon heute rein rechnerisch Schneehöhen von $\geq 30\text{cm}$ nicht mehr zu erwarten, für einige kommt dieser Zeitpunkt in wenigen Jahren, bei den höher gelegenen Stationen in wenigen Jahrzehnten. Diese Entwicklung lässt sich beispielhaft wieder an der Entwicklung der beiden Stationen Fichtelberg und Selb aufzeigen (→ Abb. 22).

Während für Selb bereits seit etwa Mitte der 1990er Jahre auf Basis des ermittelten Trends keine Tage mit einer Schneedecke von $\geq 30\text{cm}$ zu erwarten sind, wird dieser Zeitpunkt für Fichtelberg ungefähr 2020 eintreten. Die Ergebnisse können dahingehend zusammengefasst werden, dass für fast alle Stationen bereits heute keine Schneedecke von $\geq 30\text{cm}$ mehr zu erwarten ist. Fichtelberg (→ Tab. 15) und Hof-Hohensaas erfüllen dieses Kriterium noch am längsten, doch auch dort tendiert die Zahl entsprechender Tage ab etwa 2020 gegen null.

Tab. 14: Entwicklungen und Trends für die SnH $\geq 30\text{cm}$

Messreihe	Höhenlage der Station	Trendwert	Langjähr. Mittel	Relative Abnahme	Signifikanzniveau
Kurze Zeitreihen 1979 - 2002					
Weidenberg	418m	-1.0 T / 10 J.	4.7 T	-41.4 %	nicht sign.
Gefrees	474m	-5.4 T / 10 J.	8.5 T	-86.0 %	nicht sign.
Wunsiedel	520m	-4.8 T / 10 J.	6.6 T	-92.7 %	90 %
Marktleuthen	524m	-2.0 T / 10 J.	5.0 T	-64.2 %	90 %
Hof-Hohensaas	567m	-4.2 T / 10 J.	6.7 T	-85.6 %	90 %
Rehau	587m	-4.8 T / 10 J.	8,0 T	-83.1 %	90 %
Brand	592m	-16.0 T / 10 J.	20.5 T	-96.9 %	99 %
Warmensteinach	610m	-18.0 T / 10 J.	21.0 T	-96.9 %	95 %
Selb	611m	-15.8 T / 10 J.	7.9 T	-99.9 %	99 %
Weißensstadt	620m	-11.8 T / 10 J.	17.0 T	-90.7 %	90 %
Schönwald	632m	-10.7 T / 10 J.	9.8 T	-99.9 %	95 %
Fichtelberg	659m	-19.4 T / 10 J.	29.5 T	-88.1 %	95 %
Lange Zeitreihen 1961-2002					
Hof-Hohensaas	567m	-1.6 T / 10 J.	7.1 T	-62.1 %	nicht sign.
Selb	611m	-7.0 T / 10 J.	12.2 T	-99.9 %	99 %
Fichtelberg	659m	-9.2 T / 10 J.	34.2 T	-71.0 %	95 %

¹ Für Selb reichen beide Zeitreihen nur bis zum Jahr 2000, es gelten damit für diese Station die Bezugszeiträume 1961-2000 und 1979-2000

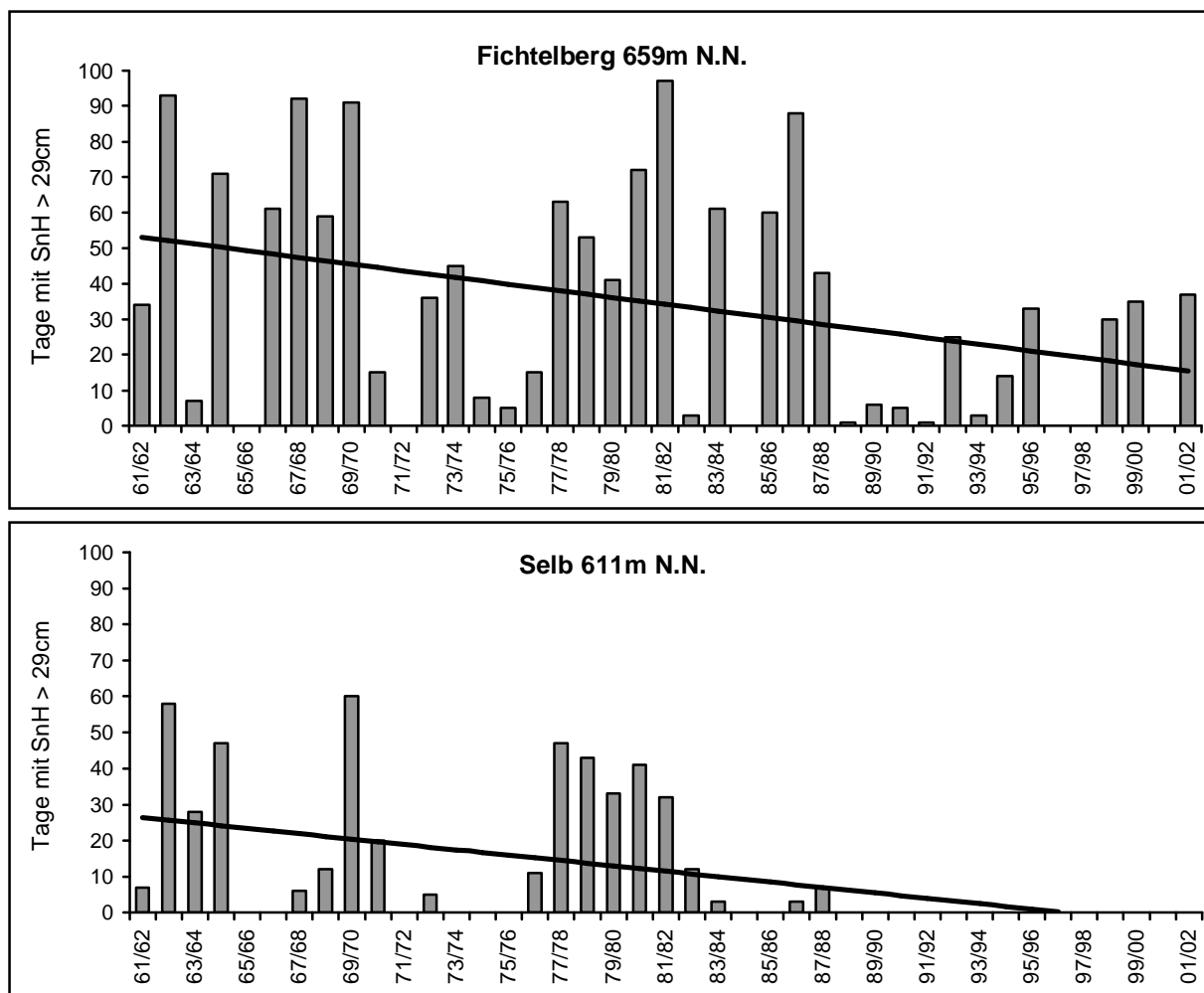
Quelle: eigene Berechnungen

Tab. 15: Trendexploration der Tage mit SnH $> 30\text{cm}$ für Fichtelberg (1961-2002) und Selb (1961-2000) für die Jahre 2012, 2025 und 2050

	2000	2012	(2025)	(2050)
Fichtelberg	18	6	(→ 0)	(→ 0)
Selb	→ 0	→ 0	(→ 0)	(→ 0)

Quelle: eigene Berechnungen

Abb. 13: Entwicklung der Anzahl der Tage mit SnH \geq 30cm für Fichtelberg (1961-2002) und Selb (1961-2000)



Quelle: eigene Berechnungen

Somit wird sich bereits bis zum ersten Prognosezeitpunkt 2012 die Zahl klimatischer Lifttage weiter verschlechtern, bereits ab 2025 wird man in Lagen bis Fichtelberg auf Basis des errechneten Trends rein rechnerisch keine Lifttage mehr erwarten können. Nochmals soll auf die „klimatologische Faustregel“ hingewiesen werden, nach der in bezug auf die untersuchten Merkmale zur Entwicklung der Schneeverhältnisse die Schwankungen i.d.R. größer sind als der Trend. Es können also auch 2025 noch mehrere schneereiche Winter hintereinander auftreten, allerdings nimmt die Wahrscheinlichkeit dafür im Laufe der nächsten Jahre und Jahrzehnte wie aufgezeigt deutlich ab.

2.5.5 Entwicklung des Beschneigungspotenzials

SCHNEIDER (2003) untersucht neben den Schneedeckentagen der SnH \geq 10cm noch das sog. Beschneigungspotenzial. Darunter sind die Tage zu verstehen, an denen es aufgrund der klimatischen Bedingungen möglich ist, Beschneigungsanlagen einzusetzen. Dazu sind bestimmte Anforderungen v.a. in bezug auf Temperatur und Luftfeuchtigkeit notwendig. Ausgehend von

SCHNEIDERS Ergebnissen wurde für das Gebiet Fichtelgebirge/Erzgebirge für eine Höhenlage von 900m ein aktuelles Beschneigungspotenzial von 44 Tagen ermittelt (2003). Unter Berücksichtigung des prognostizierten Erwärmungstrends von 0,55 K pro Dekade und einem Rückgang des Beschneigungspotenzials von 11,4 Tagen pro 1K Erwärmung wird das Beschneigungspotenzial bis 2012 um 8 Tage abnehmen, bis 2025 verdoppelt sich die Abnahme auf 16 Tage, bis 2050 würde sich das Beschneigungspotenzial letztlich um etwa 30 Tage verringern, was zu folgendem verbleibenden Beschneigungspotenzial führt (→ Tab. 16).

Tab. 16: Entwicklung des Beschneigungspotenzials für das Gebiet Fichtelgebirge/Erzgebirge für Höhenlagen in 900m N.N.

	2003	2012	(2025)	(2050)
Höhenlage in 900m N.N.	44	36	(28)	(≈ 15)

Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnissen von SCHNEIDER (2003)

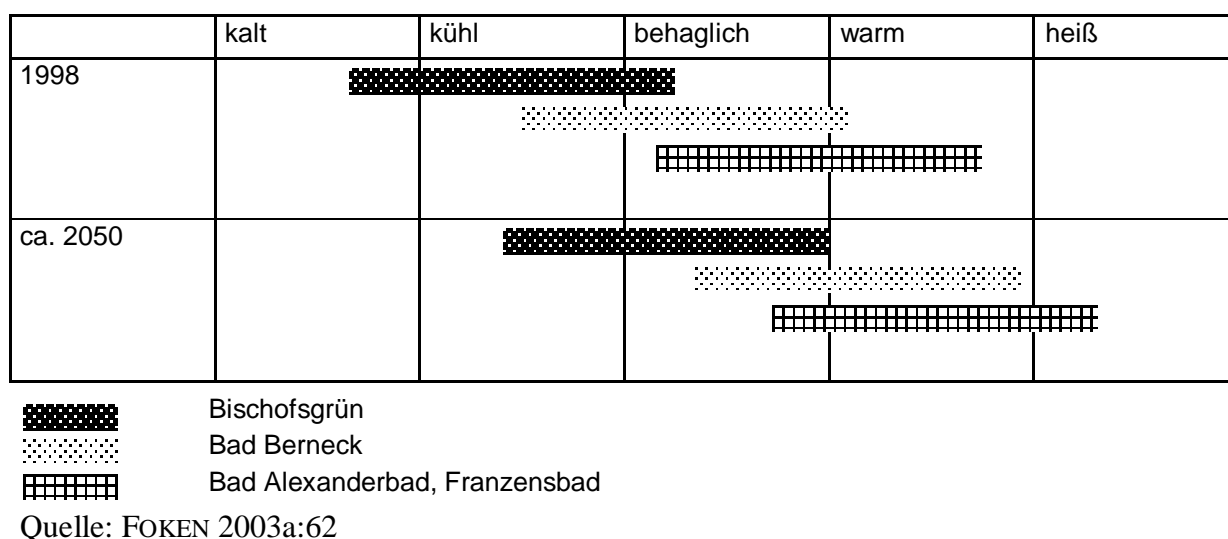
Damit zeichnet sich eine eindeutige Verschlechterung der Rahmenbedingungen für technische Beschneigung in den kommenden Jahren und Jahrzehnten ab. Nachdem diese Entwicklung schon allein wegen der Temperaturerwärmung in den Wintermonaten zu erwarten gewesen wäre, wird dies mit den Ergebnissen von SCHNEIDER untermauert und quantifiziert, sodass sich verschiedene Akteure des (Winter-)Tourismus im Fichtelgebirge ein gutes Bild von der Entwicklung der Möglichkeiten technischer Beschneigung machen können.

2.6 Bioklimatische und lufthygienische Aspekte

Ebenso von Bedeutung für die zukünftigen touristischen Strukturen ist eine Betrachtung möglicher Veränderungen von bioklimatischen und lufthygienischen Gesichtspunkten. Unter der bioklimatischen Bewertung eines Gebiets wird der spezifische Einfluss von Wetter, Witterung und Klima auf den Menschen verstanden, wobei der thermische Wirkungskomplex bestehend aus Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, kurz- und langwelliger Strahlung der wichtigste Wirkungskomplex ist (VDI 1998). Da für das Untersuchungsgebiet bioklimatische Aspekte insbesondere für die (Luft-)Kurorte relevant sind, soll speziell darauf eingegangen werden. In diesem Zusammenhang wurde das mittlere Kälte- bzw. Wärmeempfinden in den Kurorten Bischofsgrün, Bad Berneck und Bad Alexandersbad analysiert (für die genaue Vorgehensweise sei an die Ausführungen von FOKEN 2003a verwiesen). Bei einer angenommenen mittleren Temperaturzunahme von 1,5 K in den nächsten 50 Jahren ergeben sich folgende Konsequenzen für die Kurortklimate der drei Gemeinden (→ Abb. 14). In bisherigen Arbeiten mit kleinmaßstäblichem bioklimatischen Charakter wird für das Untersuchungsgebiet nur gelegentlich eine „Wärmebelastung“ festgestellt, anders sieht es bei der „Kältebelastung“ aus, bei der für einige Teilbereiche sogar eine „überwiegende Belastung“ vorhanden ist. So tendieren die beiden Stationen Goldkronach (die Station befindet sich auf einem östlich von Goldkronach gelegenen Höhenzug) und Waldstein/Pflanzgarten im Winter sowie allgemein viele Höhenlagen im Sommer zu „Kältestress“, Arzberg neigt aufgrund seines kontinentaleren

Charakters dagegen eher zu stärkerem „Wärmestress“ im Sommer. Bei der zu Grunde gelegten Temperaturzunahme um 1,5 K wird sich der bioklimatische Charakter des Gebietes spürbar verschieben. Derzeit weist Bischofsgrün noch einen gewissen Kältereiz im Sommer auf, dieser wird bis ca. 2050 deutlich zurückgehen. Sind die Sommer heute noch als kalt bis behaglich einzustufen, so wird sich das Klimaempfinden bis 2050 in Richtung kühl bis nahezu warm verschoben haben. Bad Berneck wird die Charakterisierung kühl gar nicht mehr besitzen und zwischen behaglich und warm liegen, Bad Alexandersbad wird sogar in den heißen Bereich vorgestoßen sein (FOKEN 2003a:62). Der Kältereiz der Höhenlagen geht damit zurück, gleichzeitig liegt eine generelle Tendenz der ausgewerteten Stationen hin zu „warm“ vor (→ FOKEN 2003a:60f.). Es ist mit einer deutlichen Verschiebung der bioklimatischen Wirkungskomplexe zu rechnen. Das Reizklima im oberen Fichtelgebirge wird abnehmen und der Wärmestress zunehmen, wobei dies v.a. für den Ostrand des Fichtelgebirges zu erwarten ist.

Abb. 14: Veränderung der Kälte- bzw. Wärmebelastung in Kurorten des Untersuchungsgebiets



Kurz soll noch auf die Ozonproblematik eingegangen werden. Die Ozonbelastung ist in ländlichen Gebieten oft besonders hoch. Während in urbanen Räumen Emissionen von Stickoxiden aus Verkehr und Industrie sowie VOCs auch wieder zum Abbau von Ozon beitragen, bleiben diese Prozesse in ländlichen Räumen oft aus. Dort bauen die Pflanzen im Laufe des Tages Vorläufersubstanzen ab, weshalb diese im Gegensatz zu den urbanen Räumen dann am Abend zum Ozonabbau fehlen. Dies bestätigen auch Messungen im Untersuchungsgebiet. So sind am Waldstein als Station im ländlichen Raum die höchsten Ozonkonzentrationen aller ausgewerteten Messstationen aufgetreten. Nicht nur am Waldstein, sondern generell ist in den letzten 20 Jahren ein leichter Anstieg der Ozonkonzentrationen festzustellen. Dies gilt insbesondere für die Grundbelastung (FOKEN 2003a:51f), was nach derzeitigen Erkenntnissen entscheidend für eine Belastung der Organismen durch Ozon ist.

2.7 Fazit zur Auswertung der Klimadaten

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse von FOKEN (2003a) und SCHNEIDER (2003) sowie die Resultate der empirischen Analyse der Schneedaten zusammengeführt und eine Gesamtchau über die Ergebnisse gegeben.

Bei den Niederschlägen zeigen sich für das gesamte Jahr sowie speziell für die Wintermonate Dezember bis Februar Zunahmen, diese sind jedoch statistisch nicht signifikant, wobei zusätzlich noch der Einfluss möglicher Messfehler einzubeziehen ist. Für das Frühjahr (Apr. / Mai) zeigen sich statistisch hoch signifikante Abnahmen, für den Herbst (Sept. / Okt.), insbesondere im Oktober dagegen auffällige Zunahmen der durchschnittlichen Monatsniederschläge, genauso wie für den Monat Juli.

Bei der Temperatur (Bezugszeitraum 1961-2000) ergibt sich eine statistisch signifikante Erwärmung, die speziell in den Wintermonaten besonders stark ausfällt. Sie beträgt für die Monate Dezember bis Februar ca. 0,55 K / 10 Jahre und damit mehr als 2 K für die gesamte Periode. Zu diesem Wert gelangen sowohl FOKEN (2003a:36f.) als auch SCHNEIDER (2003). Daraus resultieren auch deutliche Rückgänge bei den Eis- und Frosttagen. Aufgezeigt wurde dies anhand der Station Fichtelberg, für die für die drei Wintermonate zusammen eine Abnahme von 18 Eistagen für den Bezugszeitraum 1961-2000 errechnet wurde, was eine merkliche Verschlechterung der Rahmenbedingungen für schneegebundenen Wintertourismus darstellt. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen zum Beschneigungspotenzial wider. Bis in Höhenlagen von 900m wird bereits bis 2025 eine spürbare Verschlechterung der Möglichkeiten zur technischen Beschneigung stattfinden, die Anzahl entsprechender Tage wird sich fast halbieren. Eindeutig unterstrichen wird die Verschlechterung der klimatischen Rahmenbedingungen durch die Ergebnisse bei der Analyse der Schneedaten. Abgesehen von zwei Ausreißern ergeben sich für alle Stationen bei allen ausgewählten Kriterien rückläufige Trends. Sowohl die Anzahl der Schneefalltage als auch die Anzahl der Tage mit entsprechenden Schneedeckenhöhen nehmen in den jeweiligen Referenzzeiträumen zumeist mit statistischer Signifikanz ab, mitunter können die Rückgänge als drastisch bezeichnet werden. Bei den Schneefalltagen und Tagen mit geschlossener Schneedecke ($S_nH > 0\text{cm}$) sind die Abnahmen in den tieferen Lagen aufgrund der sich dort bereits stärker auswirkenden Erwärmung größer, bei den beiden anderen Schneehöhen ($S_nH \geq 10$ bzw. 15cm / $S_nH \geq 30\text{cm}$) sind die höheren Lagen im selben Maße betroffen. Eine Trendexploration bei den längeren Zeitreihen lässt bis in Höhenlagen von Fichtelberg bereits für 2025 einen spürbaren Rückgang bei den Schneefalltagen sowie markante Rückgänge bei Tagen mit allen untersuchten Schneedeckenhöhen erkennen. Dies setzt sich bis 2050 fort, dann sind auf der Basis der ermittelten Trends bis in Lagen von Fichtelberg Schneehöhen von $\geq 15\text{cm}$ rein rechnerisch nicht mehr zu erwarten. Insgesamt lässt sich eine deutliche Verschlechterung der klimatischen Voraussetzungen für schneegebundenen Wintertourismus festhalten, die sich generalisiert bereits um 2025 stark niederschlagen und bis 2050 die Ausübung schneegebundener Aktivitäten in derzeitiger Form auch in den absoluten Hochlagen nur noch stark eingeschränkt ermöglichen wird.

3. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die schneegebundene Freizeitinfrastruktur und weitere schneegebundene Angebots Elemente

In diesem Abschnitt sollen zwei Arbeitsschritte verbunden werden, zum einen die Darstellung der derzeit existierenden schneegebundenen Infrastruktur bzw. der schneegebundenen (touristischen) Angebots Elemente, zum anderen die Konsequenzen der Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen für die einzelnen Angebotsbereiche.

3.1 Lifte und Pisten als alpine Wintersportinfrastruktur

Wenn auch bei weitem nicht in dem Maße wie in vielen alpinen Regionen, die stark auf Skitourismus ausgerichtet sind, gibt es im Untersuchungsgebiet Lifтанlagen und Pisten, für die sich die Frage nach den zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten unter dem Einfluss der Klimaveränderung stellt.

3.1.1 Überblick über die alpine Infrastruktur

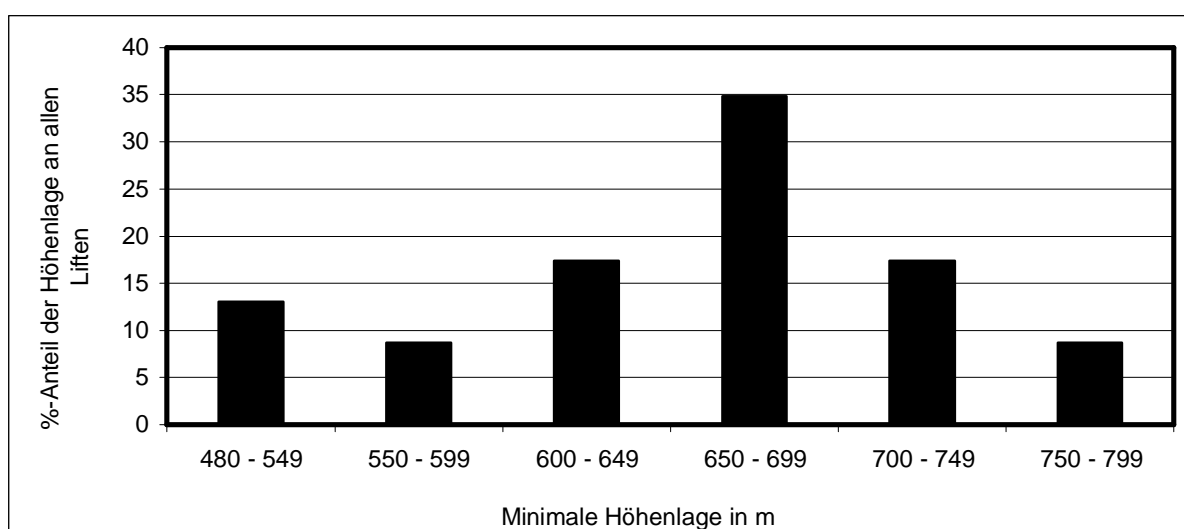
Im Fichtelgebirge sind derzeit 20 Lifte in Betrieb, davon 18 Schlepplifte und 2 kuppelbare Sesselbahnen, die zusammen 23 Abfahrten erschließen. Insgesamt stehen dem Wintersportler bei ausreichender Schneelage etwas mehr als 12km präparierte Pisten zur Verfügung. Die Aufstiegsanlagen können bei voller Auslastung pro Stunde ca. 16.000 Skifahrer¹ befördern und eine Höhendifferenz von ca. 2.350m überwinden. Die meisten Aufstiegsanlagen befinden sich im Bereich Bischofsgrün, Fleckl, Warmensteinach und Oberwarmensteinach, ein weiterer nennenswerter Schwerpunkt sind die Klausenlifte in Mehlmeisel, der Lift am Kornberg bei Rehau und der Tannenberg-Lift bei Immenreuth. Die beiden kuppelbaren Sesselbahnen befinden sich auf der Nord- bzw. Südseite des Ochsenkopfes in Bischofsgrün bzw. Fleckl und überwinden mit etwa 350m und 250m mit Abstand den größten Höhenunterschied aller Lifte und bieten auch die längsten Abfahrten. Die Abfahrt Ochsenkopf-Nord hat eine Länge von etwas mehr als 2km, die Abfahrt Ochsenkopf-Süd eine Länge von etwas weniger als 2km. Zudem ist das Skigebiet am Ochsenkopf das höchstgelegene und einzige, das über eine Seehöhe von 1.000m reicht. Alle anderen (Schlepp-)Lifтанlagen sind in bezug auf die genannten Merkmale deutlich kleiner dimensioniert. Sie überwinden weniger Höhe, reichen somit auch nicht in entsprechende Höhenlagen und die dazugehörigen Pisten sind kürzer als im Ochsenkopfbereich. Diese Anlagen überwinden einen Höhenunterschied von etwa 50m bis 150m und weisen Pistenlängen zwischen 300m und 900m auf.

¹ damit eingeschlossen sind auch alle anderen ähnlichen Aktivitäten wie Carven, Snowboarden, Big Foot usw.

3.1.2 Höhenlagencharakteristika der alpinen Infrastruktur

Abgesehen von den beiden Sesselbahnen am Ochsenkopf befinden sich die weiteren (Schlepp-)Lifte im Durchschnitt in Höhenlagen zwischen etwa 600m und 800m, unterhalb dieses Bereichs liegen nur die Anlagen in Arzberg sowie der Schloppach-Lift bei Waldsassen, leicht darüber hinaus gehen die Anlagen am Kornberg bei Rehau bzw. die Klausenlifte in Mehlmeisel. Als entscheidendes Charakteristikum im Hinblick auf die höhenlagenbezogene Beschreibung der Lifte wird die minimale Höhe der Anlagen herangezogen, also die Höhe der „Talstation“ des Lifts. Da es sich abgesehen von den beiden Sesselbahnen am Ochsenkopf um bodenabhängige Transportanlagen handelt, muss der Skifahrer auch bis zur Talstation wieder abfahren können, somit ist eine Betrachtung der minimalen Höhenlage notwendig. Es genügt bei den bodenabhängigen Anlagen nicht, dass eine ausreichende Schneedecke erst ab einer gewissen Höhe der Piste gewährleistet ist, erforderlich sind ausreichende Schneeverhältnisse vom Berg bis ins Tal. Genau diesen Aspekt berücksichtigend rüsten alpine Wintersportorte bzw. die dortigen Liftgesellschaften ihre Anlagen dahingehend um, dass die tiefer gelegenen Transportanlagen nur noch bodenunabhängige Anlagen sind und bei unzureichender Schneelage im Tal die Skifahrer mit dem Lift von den oberen Regionen wieder ins Tal transportiert werden können. Die Lagen der Talstationen im Fichtelgebirge lassen sich einfach charakterisieren (→ Abb. 15). Etwa ein Fünftel aller Lifte (fünf Anlagen) beginnen unterhalb von 600m Seehöhe und insgesamt etwa drei Viertel (17 Anlagen) haben ihre Talstation unterhalb von 700m Seehöhe. Nur etwa ein Viertel der Lifte (sechs Anlagen) liegen im Bereich zwischen 700m und 763m.

Abb. 15: Höhenlage der Talstationen der Lifte im Fichtelgebirge

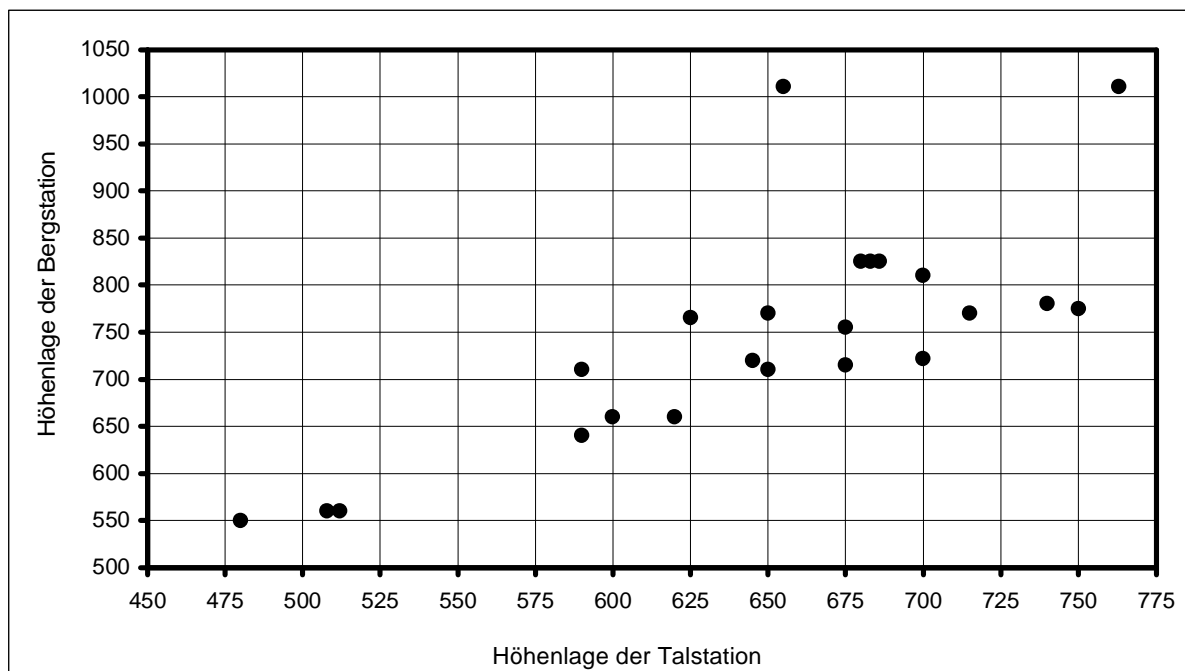


Quelle: eigene Berechnungen

Um das Bild in bezug auf die Höhenlagen der Lifte zu vervollständigen, soll nachfolgende Abbildung dienen (→ Abb. 16). Sie stellt sowohl die Höhenlage der Tal- als auch die Höhen-

lage der Bergstationen in einem Koordinatensystem dar. Deutlich wird bei dieser Darstellung einerseits nochmals die „Alleinstellung“ der beiden Anlagen am Ochsenkopf und andererseits der hauptsächliche Höhenbereich der Lifte, der sich wie erwähnt überwiegend in Lagen zwischen ca. 600m und 800m erstreckt.

Abb. 16: Höhenlage der Tal- und Bergstationen Lifte im Fichtelgebirge



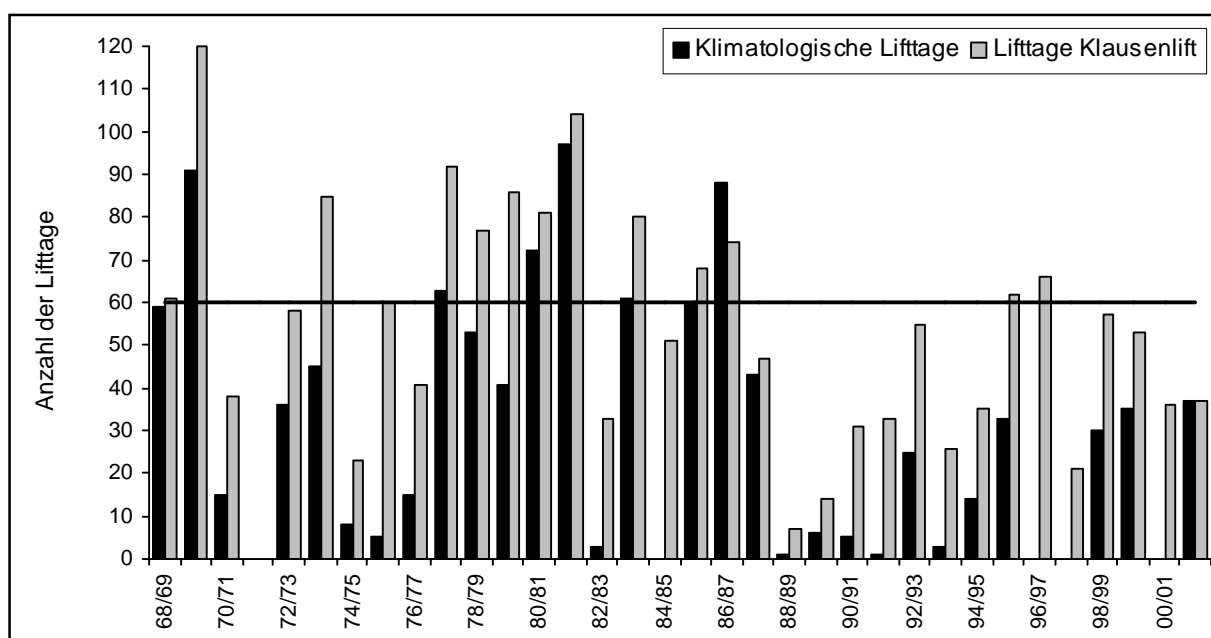
Quelle: eigene Berechnungen

3.1.3 Auswirkungen der Klimaveränderung auf den alpinen Wintersport

Die zukünftige Eignung des Fichtelgebirges für alpinen Wintersport sowie die Veränderungen in den letzten vier Jahrzehnten lassen sich sehr gut anhand der Lifttage charakterisieren. Man geht, abgesehen von alpinen Hochlagen mit steinigem Untergrund, von einer Schneeeauflage von 30cm aus, die für einen Liftbetrieb notwendig ist. Vorab sei noch angemerkt, dass nach Angaben von Liftbetreibern aus dem Fichtelgebirge für sie etwa 50 bis 60 Lifttage für einen rentablen Betrieb erforderlich sind. Es bieten sich zwei Möglichkeiten, die Lifttage und deren Entwicklung in den letzten Jahrzehnten zu untersuchen. Die erste besteht in der Analyse von Klimadaten, die Grundlage dafür wurde bereits im Abschnitt B 4.4.4 gelegt, in dem die Entwicklung für die $S_nH \geq 30\text{cm}$ dargestellt ist. Darauf soll nun noch genauer Bezug genommen werden (→ Abb. 17). Von den 26 Wintern im Zeitraum 1961/62 bis 1986/87 erfüllen 12 Winter die obere Marke von 60 Lifttagen, ein Weiterer und damit insgesamt 13 die untere Marke von mindestens 50 Lifttagen. Auf der Basis der Klimadaten konnte in diesem Zeitraum durchschnittlich in jedem zweiten Winter damit gerechnet werden, die Schwelle von 60 Tagen zu erreichen. In den 15 Wintern danach wird sogar die untere Marke von 50 Lifttagen kein einziges Mal mehr erreicht. Sechs Winter weisen zwischen 25 und 43 klimatischen Lifttagen auf, in den restlichen neun Wintern sind es nach den ausgewerteten Schneedaten sogar nur 0 bis

15 Lifttage. An dieser Tendenz hin zu schneeärmeren Wintern mit weniger klimatischen Lifttagen wird sich in den kommenden Jahren und Jahrzehnten nichts mehr ändern. Der negative Trend - für den Bezugszeitraum 1961 bis 2002 wurde eine Abnahme von ca. 9,2 klimatischen Lifttagen berechnet - wird sich fortsetzen (→ B 4.4.4) und dazu führen, dass bereits gegen 2025 in Höhenlagen bis Fichtelberg auf dieser Basis keine klimatischen Lifttage mehr zu erwarten sind. Sicher werden immer wieder Winter auftreten, die schneereicher sind als das Mittel der Winter und von dem vorherrschenden Trend „positiv“ abweichen. Jedoch werden derartige Winter mit vielen Schneedeckentagen mit einer Schneehöhe $\geq 30\text{cm}$ bereits 2025 eine Seltenheit sein. Für Höhenlagen bis Fichtelberg muss nach den errechneten Trends festgehalten werden, dass Winter mit 50 oder gar 60 Lifttagen wohl Vergangenheit sind. Dies hat weitreichende Konsequenzen, da sich fast alle Talstationen weiterer Anlagen in vergleichbarer Höhenlage befinden. Die Ergebnisse zu den klimatischen Lifttagen werden nun mit Lifttagen „aus der Praxis“ von den Klausenliften aus Mehlmeisel verglichen (→ Abb. 17).

Abb. 17: Entwicklung der Lifttage im Fichtelgebirge im Zeitraum 1961-2002



Quelle: eigene Berechnungen

Insgesamt liegen die Lifttage in Mehlmeisel nahezu in jedem Jahr (etwas) über den klimatischen Lifttagen. Dies hängt mit einigen Faktoren zusammen. Zum einen liegt bereits die Talstation der drei Klausenlifte etwas höher als die Klimastation Fichtelberg. Zum zweiten ist die höhere Anzahl der Lifttage an den Klausenliften durch verschiedene technische Eingriffe bedingt. Neben dem Präparieren der Piste ruft auch ein möglicher Einsatz der, wenn auch inzwischen veralteten, Schneeanlage Verzerrungen im Vergleich zu den klimatischen Lifttagen hervor. Und schließlich können mit den Pistenfahrzeugen Schneedepots errichtet werden, aus denen Schnee zu kritischen und aperen Stellen transportiert werden kann. Nicht zu vernachlässigen ist, dass gewisse Verzerrungen auch durch das Kriterium $\text{SnH} > 30\text{cm}$ selbst entste-

hen. Würde etwa an 10 Tagen zwischen 25 und 29cm Schnee liegen, so kann dort sehr wahrscheinlich Skibetrieb stattfinden, in der Klimastatistik werden jedoch 0 Lifttage registriert. Und zuletzt war es, wenn auch in geringem Ausmaß der Fall, dass es in einer Wintersaison Lifttage in den Monaten November und April gegeben hat. Diese beiden Monate wurden in der vorliegenden Arbeit bei der Auswertung der Schneedaten aus thematischen Gründen jedoch nicht mit berücksichtigt. Welche Schneehöhe am stärksten mit der tatsächlichen Anzahl von Lifttagen korreliert wird im nächsten Abschnitt untersucht (→ C 3.1.4). Trotz der insgesamt jeweils höheren Anzahl an Lifttagen in Mehlmeisel im Vergleich zu den klimatischen Lifttagen zeigt sich bei einer Trendanalyse der Lifttage in Mehlmeisel ab dem Winter 1968/69 dieselbe Tendenz wie für die klimatischen Lifttage. Kombiniert man für den Zeitraum bis zur ersten Saison 1968/69 die Klimadaten mit den Lifttagen der letzten beiden Betriebsjahre der 1960er Jahre, so würde man auf 7 Winter kommen, in denen die Schwelle von 60 Tagen erreicht oder überschritten wurde. In den 1970er Jahren erfüllen dieses Kriterium noch 6 Winter (inkl. Winter 72/73 mit 58 Lifttagen), in den 1980er Jahren sind es noch 5 Winter. In den darauf folgenden 16 Wintern, einschließlich des nicht mehr in der Abbildung dargestellten Winters 2002/03, folgen nur mehr 2 Winter, die 60 oder mehr Lifttage aufweisen, 3 weitere Winter liegen mit 53 bis 57 Lifttagen noch in der Nähe dieser Marke. Auf der Basis des errechneten Trends - die Abnahme der Lifttage an den Klausenliften beträgt ca. 8,4 Lifttage / 10 Jahre für den Zeitraum 1968-2002 - war in den 1960er und 1970er Jahren noch mit 60 und mehr Lifttagen zu rechnen. Ende der 1980er waren noch 50, Ende der 1990er nur mehr ca. 40 Lifttage zu erwarten, derzeit sind es bereits weniger als 40 Tage. Extrapoliert man diesen Trend, so ergeben sich für 2010 noch etwas mehr als 30 Lifttage, 2020 etwa 23 Tage und 2030 lediglich noch 15 Lifttage. Bis zur Mitte dieses Jahrhunderts tendiert diese Zahl gegen null.

Zusammenfassend haben sich seit Anfang der 1960er Jahre die Voraussetzungen für alpinen Wintersport im Fichtelgebirge drastisch verschlechtert und diese Verschlechterung wird sich fortsetzen. Rentabler Skibetrieb auf „Naturschnee“ wird nach Auswertung der Schneedaten mittel- und langfristig im Fichtelgebirge nicht mehr betrieben werden können. Bereits bis zum ersten Prognosezeitpunkt 2012 werden sich die klimatischen Rahmenbedingungen im Hinblick auf schneegebundenen Wintersport, wenn auch unter Berücksichtigung bereits erwähnter möglicher Schwankungen und „positiver Abweichungen“ einzelner Winter vom generellen Trend zu weniger Schnee, ungünstig entwickeln. Und nach den Ergebnissen zu den Trends für die Wintertemperaturen, den Eis- und Frosttagen sowie den Resultaten von SCHNEIDER (2003) hinsichtlich des Beschneigungspotenzials ist auch die Diskussion um künstliche Beschneigung differenziert anzugehen. Bis in Höhenlagen um 900m wird sich bis 2025 die durchschnittliche Zahl an Tagen, an denen beschneit werden kann, nahezu halbieren. Dies hat zur Folge, dass für den Fall, dass technische Beschneigung im Fichtelgebirge realisiert werden soll, dies in unmittelbarer Zukunft geschehen müsste. Denn sowohl die natürlichen Schneeverhältnisse als auch das Beschneigungspotenzial werden sich bis 2025 deutlich negativ entwickeln. Bei schneller Realisierung könnte in der Region mit Hilfe technischer Beschnei-

ung zumindest bis etwa 2025 alpiner Wintersport aufrechterhalten werden können. Da die Amortisationsdauer einer Beschneiungsanlage bei etwa 15 Jahren liegt, könnte auch unter diesem Gesichtspunkt eine rasche Umsetzung schon geplanter bzw. projektierte Anlagen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten noch tragfähig sein. Es sei aber an dieser Stelle betont, dass der Verfasser im Hinblick auf eine mögliche Realisierung technischer Beschneiung eine neutrale Position einnimmt. Es soll weder eine Stellung für noch gegen künstliche Beschneiung bezogen werden, sondern lediglich dargestellt werden, wie sich die Situation nach den Ergebnissen der Klima- und Schneedaten nach Ansicht des Verfassers darstellt. Sicherlich müssen bei der Thematik technischer Beschneiung mehr als nur touristische oder klimatische Aspekte berücksichtigt werden, da von einer Errichtung und dem Betrieb einer Schneeschanze und ihrer Infrastruktur vielfältige Auswirkungen auf die Umwelt ausgehen, insbesondere sind hier die Bereiche Boden, Flora und Fauna, Wasserhaushalt, Energieverbrauch und Landschaftsbild zu nennen (PRÖBSTL 2000:17). Dabei werden technischer Schneeerzeugung neben den vielen negativen auch positive Auswirkungen zugeschrieben, indem eine Kunstschneeschicht vor mechanischer Beschädigung und Frosteinwirkung schützen soll. Allerdings treten diese Effekte nach neusten Erkenntnissen erst ab einer Schneedecke von mindestens jeweils 20cm Kunst- und Naturschnee auf. Zudem sind mögliche Auswirkungen einzelfallbezogen zu prüfen, um den jeweiligen individuellen Verhältnissen vor Ort gerecht zu werden (PRÖBSTL 2000:17-24).

Nach dem o.g. Prognosezeitpunkt „2025“ wird alpiner Wintersport nach den derzeitigen Trends auf ungünstige (klimatische) Bedingungen treffen und ohne künstliche Beschneiung kaum mehr betrieben werden können. Nur in überdurchschnittlich schneereichen Wintern bzw. in den absoluten Hochlagen im Bereich des Ochsenkopfs werden sich noch gelegentliche Möglichkeiten ergeben. Doch selbst mit technischer Beschneiung wird ein gesicherter sowie für die Betreiber rentabler Skibetrieb kaum aufrecht erhalten werden können, da infolge steigender Temperaturen das Beschneigungspotenzial weiter zurückgehen und ein größerer Anteil der Niederschläge in Form von Regen fallen wird, was sich beides negativ auf die Schneedecke und die -verhältnisse auswirkt. Von technischer Seite bietet sich zwar auch die Möglichkeit, bei höheren Temperaturen im Bereich um oder sogar leicht über dem Gefrierpunkt zu beschneien, diese Anlagen sind jedoch im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen deutlich teurer im Betrieb, da sie v.a. mehr Energie verbrauchen, um das Wasser herunterzukühlen. Eine weitere teure Alternative, um auch bei höheren Temperaturen beschneien zu können, besteht in der Verwendung chemischer Zusatzstoffe. Allerdings stellt auch dies lediglich eine kurzfristige Alternative dar und ist unter ökologischen Gesichtspunkten extrem negativ zu beurteilen, da von dem Einsatz der Chemikalien nach derzeitigen Erkenntnissen schädliche Auswirkungen auf die Umwelt ausgehen. Zudem dürften beide Alternativen schon allein wegen der hohen Kosten als mögliche Alternativen für eine Sicherung des Skibetriebs im Untersuchungsgebiet ausscheiden.

Abschließend kann festgehalten werden, dass man sich in der Region damit auseinandersetzen muss, dass Ski Alpin bereits in wenigen Jahrzehnten kein Bestandteil des Wintertourismus im

Fichtelgebirge mehr wird sein können und dass dafür entsprechende Alternativen zu entwickeln sind. Technische Beschneigung kann den Lebenszyklus von Ski Alpin in der Region verlängern. Doch auch dies kann das Ende des Skibetriebs nur um einen gewissen Zeitraum hinauszögern. Nach den dargestellten Prognosen scheint ein gesicherter und wirtschaftlich tragbarer Skibetrieb im Fichtelgebirge nach ca. 2025 äußerst unwahrscheinlich.

3.1.4 Korrelation von tatsächlichen Lifftagen mit verschiedenen Schneehöhen

In diesem Abschnitt soll ermittelt werden, welche Schneedeckenhöhe die tatsächliche Anzahl an Lifftagen für das Untersuchungsgebiet am besten widerspiegelt. Dafür werden zwei verschiedene Analysemethoden herangezogen. Zum einen wird schrittweise die Anzahl von Schneedeckentagen mit allen Schneehöhen der Klimastation Fichtelberg in Ein-Zentimeter-Schritten mit den Lifftagen der Klausenlifte Mehlmeisel verglichen und untersucht, für welche Schneedeckenhöhe die Summe der Jahresdifferenz zwischen den jeweiligen Schneedecken- und Lifftagen am geringsten ist („Differenzmethode“). Dabei wurden die Beträge einer jeden Differenz addiert, sodass sich positive und negative Abweichungen nicht gegenseitig aufheben können. In einem zweiten Schritt wurden ausgehend von den Ergebnissen der ersten Analysemethode für die Lifftage und ausgewählten Schneedeckenhöhen die Korrelationskoeffizienten (r_{xy}) ermittelt, die sich aus der Kreuzkorrelation der jeweiligen Zeitreihen ergeben. Die Korrelationsrechnung untersucht allgemein die Güte des Zusammenhangs zwischen Stichproben (SCHÖNWIESE 2000:163), wobei in der vorliegenden Arbeit der Zusammenhang zwischen verschiedenen Zeitreihen untersucht wurde und damit anstatt der „einfachen“ Korrelation die sog. Kreuzkorrelation zum Einsatz kommt (SCHÖNWIESE 2000:229-232). Die Berechnung der Korrelationskoeffizienten erfolgte mit der sog. Produkt-Moment-Korrelation nach PEARSON (ÖSTERLE 1999:93-95). Die Ergebnisse beider Verfahren sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst (→ Tab. 17). Bei der ersten Methode ergibt sich die geringste Differenz mit 288 Tagen bei der Schneehöhe $SnH \geq 15\text{cm}$. Das bedeutet, dass sich die Anzahl der Betriebstage der Klausenlifte und die Schneedeckentage der $SnH \geq 15\text{cm}$ über den Untersuchungszeitraum 1961/62 bis 2001/02 um insgesamt 288 Tage unterscheiden, was einer mittleren jährlichen Abweichung von 8,3 Tagen entspricht. Alle anderen Schneehöhen weisen größere Differenzen und somit auch größere mittlere jährliche Abweichungen auf. Dieses Ergebnis wird von der Kreuzkorrelation gestützt. Dabei wurde für die beiden angesprochenen Zeitreihen ein sehr hoher r_{xy} von 0,94 erhalten, was die sehr starke Korrelation zwischen diesen beiden Zeitreihen unterstreicht. Allerdings liegen auch die r_{xy} -Werte für die Schneedeckenhöhen bis ca. 5cm über bzw. unter der $SnH \geq 15\text{cm}$ in einem ähnlich hohen Bereich. Damit sind die Unterschiede zwischen den Schneedeckenhöhen, die sich auf Basis der Kreuzkorrelation ergeben, nicht so groß wie bei dem ersten Verfahren, bei dem die Differenzen der anderen Schneehöhen im Vergleich zur $SnH \geq 15\text{cm}$ deutlich höher ausfallen.

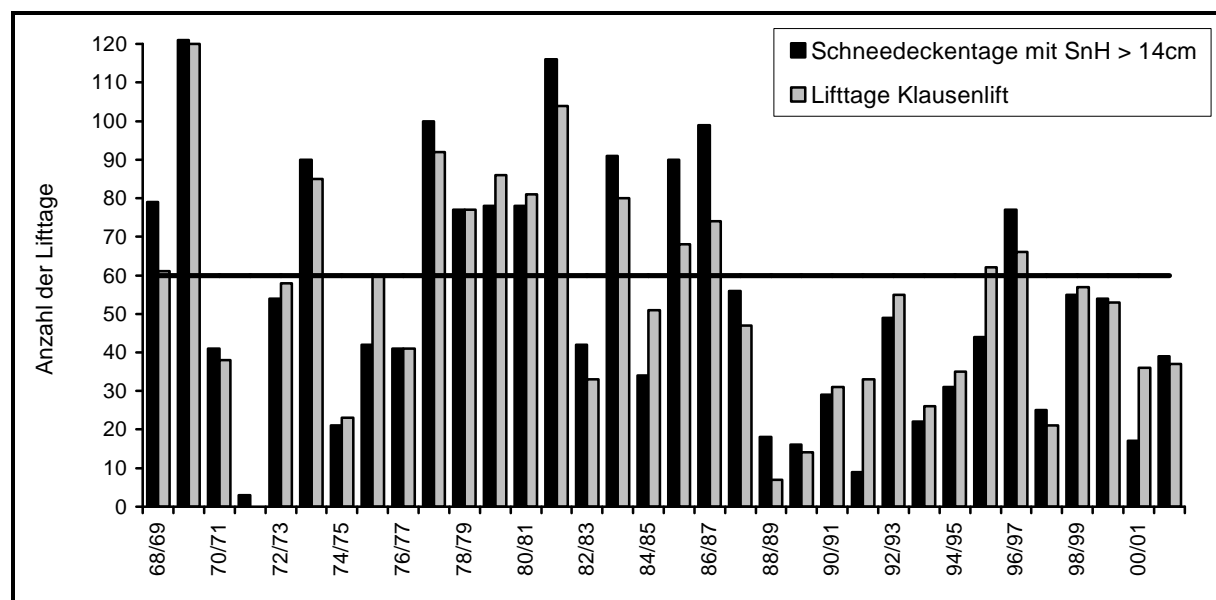
Tab. 17: Vergleich von Lifttagen der Klausenlifte und Schneedeckentagen verschiedener Schneehöhen

Schneedeckenhöhe	SnH \geq 10cm	SnH \geq 15cm	SnH \geq 20cm	SnH \geq 25cm	SnH \geq 30cm
Differenz Lifttage - Schneedeckentage	389	288	432	607	795
$\bar{\sigma}$ jährliche Abweichung	11,1	8,2	12,3	17,3	22,7
r_{xy} nach PEARSON	0,94	0,94	0,92	0,87	0,83

Quelle: eigene Berechnungen

Zusammengefasst spiegelt nach den Ergebnissen der Differenzmethode und der Kreuzkorrelation die SnH \geq 15cm die Situation der Lifttage für das Fichtelgebirge am besten wider. Da leider keine anderen längeren Zeitreihen von weiteren Lifthanlagen vorliegen, muss sich die Analyse auf die Klausenlifte beschränken. Näherungsweise kann aber angenommen werden, dass sich insbesondere für die weiteren Anlagen im Hohen Fichtelgebirge die Resultate in einem ähnlichen Bereich bewegen dürften. Nachfolgende Abbildung stellt die Lifttage in Mehlmeisel und die Schneedeckentage der SnH \geq 15cm nochmals dar (\rightarrow Abb. 18), wobei bei einer vergleichenden Betrachtung mit Abbildung 17 auch optisch die wesentlich größere Übereinstimmung dieser Zeitreihen im Vergleich zur SnH \geq 30cm ersichtlich wird, die gewöhnlich bei der 100-Tage-Regel als Maßstab herangezogen wird.

Abb. 18: Vergleich Lifttage Klausenlifte und Schneedeckentage der SnH \geq 15cm



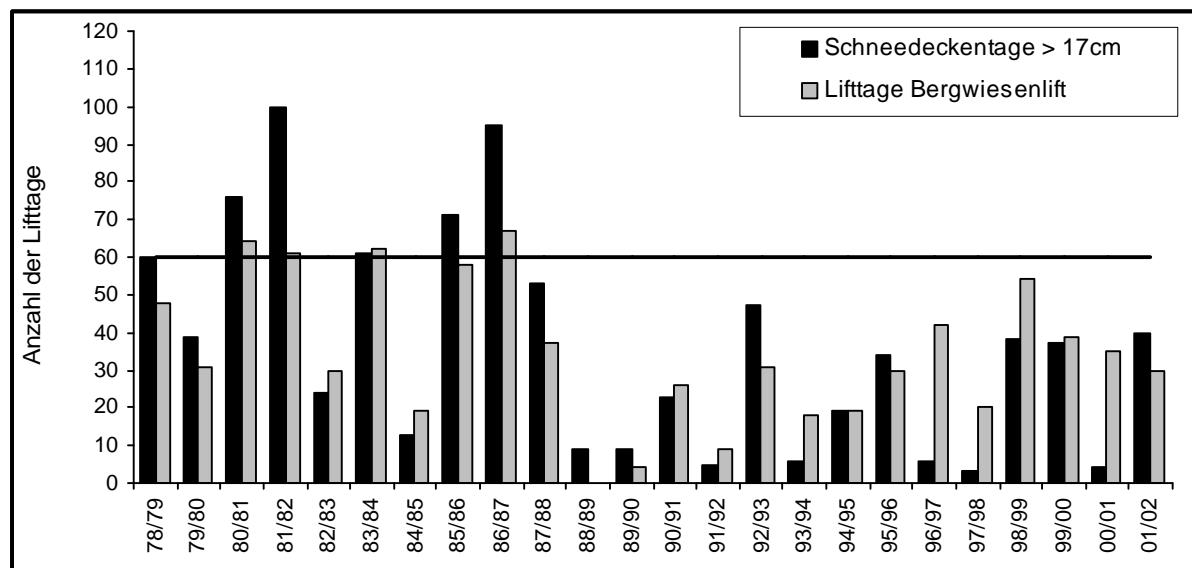
Quelle: eigene Berechnungen

Trotz der obigen Ergebnisse zu den Schneedeckenhöhen soll im Hinblick auf die Einschätzung der zukünftigen klimatischen Rahmenbedingungen für alpinen Skisport an den Ausführungen des Abschnitts C 3.1.3 festgehalten werden. Dies kann damit begründet werden, dass mit der Entwicklung der Schneedeckentage mit der SnH \geq 30cm für das Untersuchungsgebiet die in jedem Fall ausreichenden Bedingungen für Ski Alpin erfasst werden. Zudem sind zur Erstpräparierung einer Piste in jedem Fall mehr als 15cm erforderlich, eine einigermaßen ver-

lässliche Einschätzung der zukünftigen Eignung ausschließlich auf der Basis der $\text{SnH} \geq 15\text{cm}$ würde nach Ansicht des Verfassers zu positiv ausfallen. Aufgrund der unter C 3.1.3 genannten Verzerrungen ist Ski Alpin zwar vielfach auch dann noch möglich, wenn die gemessene Schneehöhe weniger als 30cm beträgt, tendenziell ergeben sich aber mit abnehmender Schneehöhe immer größere Einschränkungen des Skibetriebs. Auch wenn die Schneedeckentage der $\text{SnH} \geq 15\text{cm}$ am stärksten mit der tatsächlichen Anzahl der Lifttage korrelieren, sind bei den Lifttagen auch viele Tage enthalten, an denen die Bedingungen bereits schlecht sind und der Skibetrieb nur noch (stark) eingeschränkt möglich ist und damit auch kaum mehr Einnahmen erzielt werden können.

Als Exkurs in bezug auf die Korrelation von Schneedaten und Lifttagen wird noch ein Vergleich der bisherigen Ergebnisse mit Daten eines Skilifts aus dem unweit gelegenen Frankwald vorgenommen. Bei dem Lift handelt es sich um den Bergwiesenlift in Schwarzenbach a.Wald. Die Höhenlage des Lifts erstreckt sich zwischen 600m und 680m, die Talstation liegt damit 80m tiefer als in Mehlmeisel, die Bergstation des Bergwiesenlifts besitzt exakt dieselbe Höhenlage wie die Talstation der Klausenlifte. Leider liegen aus Schwarzenbach a.Wald direkt keine Schneedaten einer Klimastation vor, deswegen wird als Referenzstation die Klimastation Warmensteinach (611m) herangezogen. Natürlich ergeben sich dadurch gewisse Verzerrungen, näherungsweise stellt aber von den vorliegenden und verwertbaren Stationen Warmensteinach die am besten geeignete Referenzstation dar. Die Analyse muss sich auf den Zeitraum der Wintersaisons 78/79 bis 2001/02 beschränken, da für Warmensteinach nur eine kurze Zeitreihe ab von 1979 bis 2002 vorliegt. Bei dem Vergleich der Lifttage des Bergwiesenlifts mit den Schneedaten aus Warmensteinach ergibt sich bei der $\text{SnH} \geq 18\text{cm}$ die geringste Differenz zwischen Lifttagen und entsprechenden Schneedeckentagen. Diese beträgt 274 Tage, was wegen der im Vergleich zu den Klausenliften kürzeren Zeitreihen aber zu einer deutlich größeren mittleren jährlichen Abweichung von 11,4 Tagen führt (\rightarrow Tab. 18). Die Kreuzkorrelation führt bei diesem Lift im Gegensatz zu den Anlagen in Mehlmeisel zu anderen Ergebnissen als die Differenzmethode. Vorweg genommen sei die Tatsache, dass die r_{xy} -Werte und damit die Korrelation insgesamt etwas kleiner ist als bei den Klausenliften. Der größte Wert tritt bei der Korrelation beider Zeitreihen bei der $\text{SnH} \geq 15\text{cm}$ auf, der Wert für die $\text{SnH} \geq 18\text{cm}$ fällt geringer aus (\rightarrow Tab. 18). Auch optisch wird bei der Betrachtung der beiden Abbildungen 18 und 19 eine geringere Übereinstimmung zwischen Lifttagen des Bergwiesenlifts und der Schneehöhe, die seine Betriebstage am besten widerspiegelt, ersichtlich. Beim Bergwiesenlift lässt sich ein weiterer interessanter Punkt festhalten, der evtl. auch die divergierenden Ergebnisse beider Verfahren erklärt. So übersteigt bis Mitte der 1990er Jahre die Anzahl der Schneedeckentage nahezu immer die der Lifttage. Dies hat sich mit der Anschaffung einer Schneekanone geändert, seit Mitte der 1990er Jahre sind fast immer mehr Lift- als entsprechende Schneedeckentage zu beobachten. Insgesamt liegen die Ergebnisse trotz der o.g. Einschränkungen für den Bergwiesenlift in einem ähnlichen Bereich wie für die Klausenlifte, die ermittelten Schneedeckenhöhen unterscheiden sich nur geringfügig.

Abb. 19: Vergleich der Lifttage des Bergwiesenlifts mit Schneedeckentagen der $\text{SnH} \geq 18\text{cm}$



Quelle: eigene Berechnungen

Tab. 18: Vergleich von Lifttagen des Bergwiesenlifts und Schneedeckentagen verschiedener Schneehöhen

Schneedeckenhöhe	$\text{SnH} \geq 10\text{cm}$	$\text{SnH} \geq 15\text{cm}$	$\text{SnH} \geq 18\text{cm}$	$\text{SnH} \geq 20\text{cm}$	$\text{SnH} \geq 25\text{cm}$
Differenz Lifttage – Schneedeckentage	632	287	274	327	341
$\bar{\Delta}$ jährliche Abweichung	26,3	12,0	11,4	13,6	14,2
r_{xy} nach PEARSON	0,86	0,88	0,83	0,82	0,79

Quelle: eigene Berechnungen

3.2 Das Loipensystem als Basis für nordischen Wintersport

Bei der Charakterisierung der Loipen im Fichtelgebirge wird eine Differenzierung in zwei verschiedene Angebotsbereiche vorgenommen. Zum einen gibt es das sog. „Loipenkonzept des Landkreises Bayreuth“. Dieses beschränkt sich in seiner räumlichen Ausdehnung auf das Hohe Fichtelgebirge und umfasst 26 Loipen im Bereich Bischofsgrün, Fleckl, Warmensteinach, Oberwarmensteinach, Fichtelberg, Neubau und Mehlmeisel. Daneben steht im restlichen Gebiet des Fichtelgebirges noch eine Vielzahl weiterer Loipen zur Verfügung. Bei der folgenden Analyse der Loipeninfrastruktur, insbesondere im Hinblick auf ihre Höhenlagencharakteristika, werden beide Bereiche zuerst getrennt untersucht, bevor sie in einem weiteren Schritt dann jeweils zusammen analysiert werden. Diese Unterscheidung ist wegen der doch recht unterschiedlichen Höhenlage beider Bereiche sinnvoll und ermöglicht eine differenziertere Bewertung ihrer zukünftigen Eignung im Zuge des Klimawandels.

3.2.1 Charakter und Länge des Loipennetzes im gesamten Fichtelgebirge

Das Loipennetz im gesamten Fichtelgebirge umfasst derzeit etwa 330 km. Davon entfallen knapp 85 km auf das Loipenkonzept des Landkreises, dessen Loipen in drei unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden. Eine Kategorie sind die Hauptloipen, die den Charakter von Rundloipen besitzen. Die 7 Hauptloipen besitzen eine Gesamtlänge von 53,2 km, also etwa zwei Drittel aller Loipenkilometer im Hohen Fichtelgebirge. Die zweite Kategorie sind die Verbindungsloipen als Bindeglied zwischen den Hauptloipen. Die 5 Verbindungsloipen weisen eine Gesamtlänge von 5,9 km auf. Die letzte Kategorie sind die Zustiegsloipen, über die von verschiedensten Standorten im Bereich des Loipenkonzepts der Zustieg zu den weiteren Loipen möglich ist. Die 14 Zustiegsloipen haben eine Länge von 25,4 km, was zusammen mit den Haupt- und Verbindungsloipen eine Gesamtlänge von 84,5 km für das Loipenkonzept des Landkreises ergibt. Nicht Bestandteil des Loipenkonzepts des Landkreises sind solche Loipen, die entweder nur bei entsprechender Schneelage von Langläufern selbst gespurt werden oder solche Loipen, die von den einzelnen Gemeinden unregelmäßig gespurt werden. Das ergänzende Loipenangebot außerhalb des Hohen Fichtelgebirges ist mit knapp 250 km Länge nahezu drei Mal so groß wie das des Landkreiskonzeptes. Schon bei dieser Längenangabe wird deutlich, dass man es bei einer Betrachtung der Loipeninfrastruktur im Fichtelgebirge in keinem Fall vernachlässigen kann. Dieses Netz besteht überwiegend aus Rundloipen sowie einigen wenigen Verbindungsloipen. Das Anforderungsniveau der Loipen im Fichtelgebirge ist als unschwierig einzustufen. Die Schwierigkeit von etwa 60% der Loipen kann mit „mittel“, das der restlichen ca. 40% sogar mit „leicht“ angegeben werden, als schwierig oder sehr anspruchsvoll wird keine der existierenden Loipe bewertet.

3.2.2 Charakterisierung der Loipen nach ihrer Höhenlage

Zu der Beschreibung der Höhenlage wird eine Methodik angewandt, die einer kurzen Erläuterung bedarf. Die folgenden Aussagen werden nämlich auf der Basis von Prozent der „Loipen-Kilometer“ und nicht auf Basis von Prozent der Loipen gemacht. Die Sinnhaftigkeit oder Notwendigkeit dieses Vorgehens sei an einem einfachen Beispiel verdeutlicht. Gibt es neun Loipen mit der Länge von 1km und eine Loipe mit einer Länge von 9km, so erhält die lange Loipe auf der Basis von Prozent der Loipen (nur) eine Gewichtung von 10%, auf der Basis von Prozent der Loipen-Kilometer kommt ihr dagegen entsprechend ihrer Länge bzw. ihres Anteils an der Gesamtlänge aller Loipen eine Gewichtung von 50% zu.

Die Loipen im Fichtelgebirge bewegen sich insgesamt in einer Höhenlage zwischen 460m bis 1.024m. Wichtige Charakteristika der Loipen für die Fragestellung dieser Arbeit sind die jeweilige minimale sowie maximale Höhenlage der Loipen, die sie an einem Punkt oder mehreren Punkten des Streckenverlaufs erreichen sowie insbesondere die durchschnittliche Höhenlage, also dem Mittelwert aus niedrigstem und höchstem Punkt des Streckenverlaufs.

Tab. 19: Prozentualer Anteil verschiedener Höhenbereiche (in m) bei minimaler, maximaler und durchschnittlicher Höhenlage beider Loipennetze

Minimale HL	LKK ¹	EA ²	Maximale HL	LKK	EA	Durchschnittliche HL	LKK	EA
460 - 549	0,0	20,4	500 - 549	0,0	3,0	485 - 549	0,0	9,4
550 - 599	0,0	28,0	550 - 599	0,0	10,2	550 - 599	0,0	18,0
600 - 649	0,0	34,2	600 - 649	0,0	19,3	600 - 649	0,0	19,3
650 - 699	23,5	11,0	650 - 699	0,0	5,4	650 - 699	0,0	24,2
700 - 749	55,2	2,8	700 - 749	0,0	21,6	700 - 749	25,5	22,6
750 - 799	9,4	3,6	750 - 799	37,1	14,4	750 - 799	59,5	6,4
800 - 865	11,9	0,0	800 - 849	49,2	26,0	800 - 849	3,1	0,0
			850 - 899	1,8	0,0	850 - 944	11,9	0,0
			900 - 1024	11,9	0,0			
	100	100		100	100		100	100

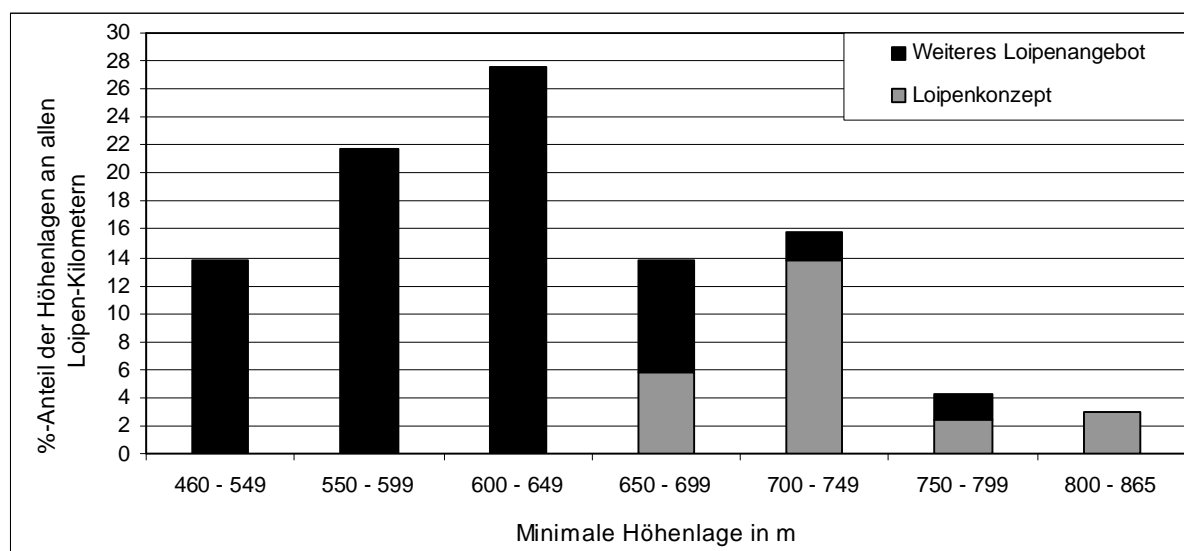
¹ Loipenkonzept des Landkreises, ² Ergänzendes Loipenangebot

Quelle: eigene Berechnungen

3.2.2.1 Minimale Höhenlage

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass sich die in den drei folgenden Abbildungen (→ Abb. 20-22) im Hinblick auf die minimale, maximale und durchschnittliche Höhenlage der Loipennetze dargestellten prozentualen Anteile der Höhenlagen auf alle Loipen im Fichtelgebirge und deren Gesamtlänge beziehen. Ergänzend wird im Text auch auf die Situation innerhalb der beiden Loipennetze eingegangen. Die hierfür genannten Prozentwerte sind somit nicht in den folgenden Abbildungen enthalten, können aber aus obiger Tabelle (→ Tab. 19) entnommen werden. Bereits bei der Betrachtung folgender Abbildung zur minimalen Höhe (→ Abb. 21) der Loipen wird der Unterschied zwischen den beiden Loipennetzen deutlich.

Abb. 20: Minimale Höhenlage der Loipen im Fichtelgebirge



Quelle: eigene Berechnungen

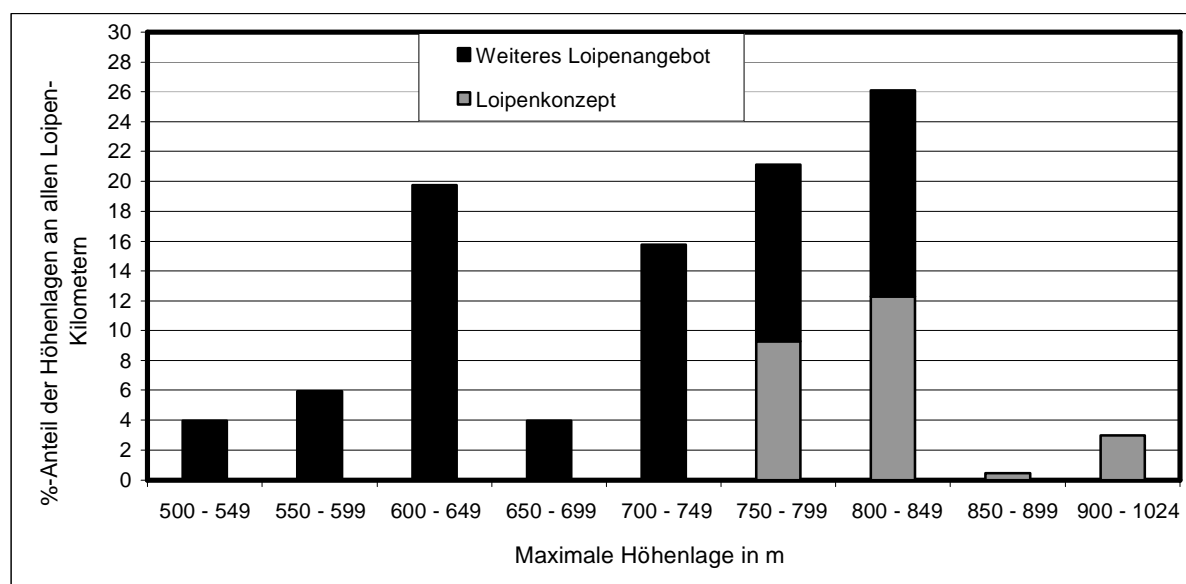
Die minimalen Höhen der Loipen des Landkreiskonzeptes liegen dank der Lage im Hohen Fichtelgebirge durchschnittlich deutlich höher als beim ergänzenden Loipenangebot. Dessen

Loipen beginnen bereits ab 460m, mehr als ein Drittel der Loipen-Kilometer hat ihre minimale Höhenlage im untersten Bereich von 460m bis 599m. Bezieht man die nächste Kategorie noch mit ein, so beginnen ca. 85% des Loipennetzes unterhalb einer Seehöhe von 650m und damit auch unterhalb der Klimastation Fichtelberg. Deutlich anders stellt sich die Situation bei den Loipen des Landkreiskonzepts dar, wo die niedrigste Loipe auf 655m beginnt - eine Höhe, die vom ergänzenden Loipenangebot nur mehr 15% erfüllen. Im Bereich von 655m bis unterhalb von 700m beginnt ca. ein Viertel des Loipennetzes, ca. 55% weisen ein Höhenminimum im Bereich 700m - 749m auf. Die restlichen etwa 20% entfallen auf die beiden Bereiche 750m - 799m bzw. 800m - 865m. Da wie beschrieben das ergänzende Loipenangebot wesentlich mehr Loipen-Kilometer umfasst, erfolgt bei einer Beschreibung der Gesamtsituation immer eine Verschiebung in Richtung der Charakteristika dieses Angebotsbereiches. Somit ergibt sich bei der minimalen Höhenlage aller Loipen folgendes Bild (→ Abb. 21). Etwas mehr als ein Drittel (35,5%) aller Loipen-Kilometer weist ein Höhenminimum von weniger als 600m auf, knapp zwei Drittel (63,1%) liegen unter der Marke von 650m. Da auf die beiden nächsten Höhenbereiche jeweils um die 15% entfallen, liegen mehr als 90% der Höhenminima des gesamten Loipennetzes im Bereich von 460m bis 749m.

3.2.2.2 Maximale Höhenlage

Knapp 45% des ergänzenden Loipenangebots liegen mit ihren Höhenmaxima unterhalb von 700m Seehöhe und etwas mehr als 80% unterhalb von 800m Seehöhe. Die restlichen ca. 20% fallen in den Bereich von 800m bis 849m. Die Loipen des Landkreiskonzeptes reichen überwiegend (ca. 85% der Loipen-Kilometer) in einen Höhenbereich zwischen 750m und 849m. Die restlichen knapp 15% entfallen auf eine Höhenlage zwischen 850m und 1.024m.

Abb. 21: Maximale Höhenlage der Loipen im Fichtelgebirge



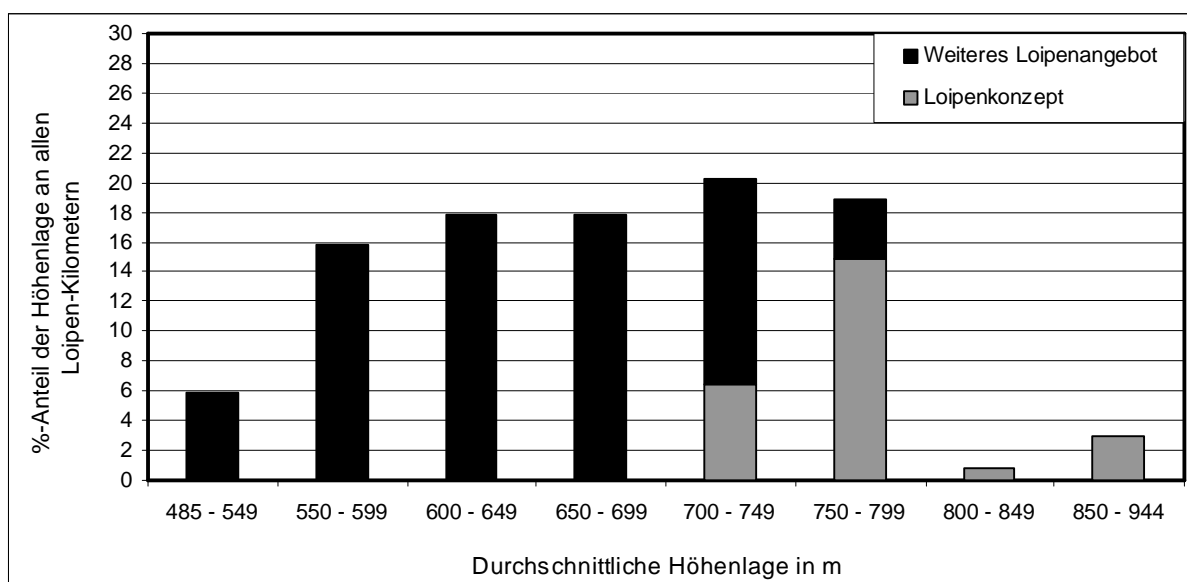
Quelle: eigene Berechnungen

Dies führt bei Aggregation beider Angebotssegmente dazu (→ Abb. 21), dass insgesamt etwa ein Drittel aller Loipen-Kilometer unterhalb von 650m liegt und die Hälfte unterhalb von 750m Seehöhe. Bis auf einen sehr geringen Anteil (3,5%) liegt nahezu das gesamte Loipenangebot unterhalb von 850m Seehöhe (96,5%).

3.2.2.3 Durchschnittshöhe

Die durchschnittliche Höhenlage stellt den Mittelwert von minimaler und maximaler Höhe dar und spiegelt die mittlere Höhe einer Loipe wider. Allerdings muss hinzugefügt werden, dass diesem Wert eine implizite Annahme zu Grunde liegt, von der die Loipen in der Realität durchaus abweichen können. Es kommt nämlich in der Durchschnittshöhe einer Loipe die Annahme zum Ausdruck, dass sich etwa eine Hälfte des Streckenverlaufs zwischen minimaler Höhe und durchschnittlicher Höhe und die andere Hälfte zwischen durchschnittlicher und maximaler Höhe befindet. Trotz mancher Abweichungen soll diese Kennzahl dennoch als wichtiger Anhaltspunkt in die Beschreibungen mit einfließen. Beim ergänzenden Loipenangebot lässt sich zur Durchschnittshöhe Folgendes feststellen. Knapp 30% des Loipen-Netzes weisen eine Durchschnittshöhe zwischen 485m und 599m auf. Bereits mehr als die Hälfte liegt unter der Marke von 650m und knapp drei Viertel (77%) liegen unter der Marke von 700m. Die zuvor gezeigten Unterschiede zwischen beiden Loipenbereichen schlagen auch bei der durchschnittlichen Höhe durch. So liegt beim Landkreiskonzept etwa ein Viertel des Loipennetzes auf einer durchschnittlichen Höhe zwischen 700m und 749m. Knapp 60% der Loipen-Kilometer befinden sich in der nächst höheren Kategorie 750m – 799m, was dazu führt, dass 85% des Loipennetzes eine Durchschnittshöhe zwischen 700m und 799m besitzen.

Abb. 22: Durchschnittliche Höhenlage der Loipen im Fichtelgebirge



Quelle: eigene Berechnungen

Für das gesamte Fichtelgebirge hat die Situation beider Loipennetze zur Folge (→ Abb. 31), dass ca. 60% des gesamten Loipennetzes unter 700m liegen und mehr als 95% der Loipen-Kilometer eine Durchschnittshöhe zwischen 485m und 799m aufweisen. Die Beschreibung der Höheneigenschaften der Loipen wird abgerundet durch eine Abbildung (→ Anhang) mit den minimalen bzw. maximalen Höhe aller Loipen des Fichtelgebirges.

3.2.3 Auswirkungen der Klimaveränderung auf Ski Langlauf

Bei der Einschätzung der Entwicklung der klimatisch Rahmenbedingungen für Ski Langlauf wird auf Abschnitt B 2.5.3 Bezug genommen, in dem die Ergebnisse für die SnH ≥ 10 bzw. 15cm dargestellt sind. Dort wird der Trend deutlich rückläufiger Loipentage sowohl in Höhenlagen von Fichtelberg (660m) als auch in Höhenlagen um 900m aufgezeigt. Aus der Trendanalyse ergibt sich, dass seit den 1960er Jahren, in denen man in Höhenlagen von Fichtelberg noch mit etwa 70 bis knapp 80 Loipentagen rechnen konnte, die Zahl entsprechender Tage in der Folgezeit um ziemlich genau 10 Tage / 10 Jahre abgenommen hat. Extrapoliert man den Trend im Zeitraum von Dekaden, so sind nach rechnerischen 37 Tagen für den Winter 1999/00 im Jahr 2010 noch ca. 30 Loipentage zu erwarten, 2020 etwa 20, 2030 nur mehr ca. 10 und ab etwa 2040 ist bis in Lagen von Fichtelberg auf der Basis des ermittelten Trends der Zeitreihe 1961-2002 in durchschnittlichen Wintern eine Schneedecke von ≥ 15 cm überhaupt nicht mehr zu erwarten. Leider liegen für den Skilanglauf aus der Praxis keine Anzahl jährlicher Loipentage vor. Aufgrund mehrerer Faktoren kann aber auch für Langlauf vermutet werden, dass die tatsächlichen Loipentage (etwas) über den klimatischen Loipentagen liegen. Zum einen wird der Schnee durch die Spurfahrzeuge verdichtet und bleibt deswegen auf der Loipe länger liegen. Zum zweiten liegt ein Großteil der Loipen im Wald und ist damit sonengeschützter als freiliegende Flächen, auf denen sich die Klimastationen befinden. Und schließlich ergeben sich wieder Verzerrungen durch das Kriterium ≥ 15 cm selbst, da auch noch an solchen Tagen Langlauf betrieben werden kann, an denen eine etwas geringere Schneedecke als 15cm an der Klimastation gemessen wird. Doch selbst wenn man diese ganzen Faktoren berücksichtigt und auf die klimatischen Loipentage einen Toleranzspielraum aufschlägt, so werden sich bis etwa 2025 Jahren die Bedingungen für Langlauf bis in Lagen von Fichtelberg bereits spürbar verschlechtert haben. Auch die Hochlagen zwischen 700m und 900m werden davon betroffen sein, wenn auch die Verschlechterung dort mit zeitlicher Verzögerung einsetzen wird. Nach den Ergebnissen von SCHNEIDER (2003) nehmen aber selbst in den Hochlagen des Fichtelgebirges um 900m, die im Langlaufbereich ausschließlich nur noch im Ochsenkopfgebiet auftreten, die Tage mit der absoluten Minimalschneehöhe von 10cm deutlich ab. Nach seinen Berechnungen werden sich diese bis 2025 von derzeit 74 auf 54 Tage verringern. Bei der eigenen Trendanalyse ergeben sich für die Höhenlage von Fichtelberg (659m) für 2025 nur mehr knapp 25 Tage mit einer Schneehöhe von ≥ 10 cm, damit sind in den Hochlagen um 900m nach Schneider (2003) noch wesentlich mehr entsprechende Tage zu erwarten als für Höhenlagen wie Fichtelberg.

Insgesamt werden sich somit auch für den Ski Langlauf in den kommenden Jahrzehnten die Bedingungen deutlich verschlechtern, wenn auch das Ausmaß und die Geschwindigkeit dieser Verschlechterung nicht ganz so heftig und schnell sind wie für die Lifttage. Wegen der geringeren erforderlichen Schneehöhe hat es in der Vergangenheit in der Mehrzahl der Winter mehr Loipen- als Lifttage gegeben und dies wird zur Konsequenz haben, dass es einen Zeitraum geben wird, in dem die Voraussetzungen für Ski Alpin auf „natürlich gefallenem Schnee“ im Fichtelgebirge nahezu nicht mehr, für Langlauf dagegen noch wesentlich häufiger gegeben sein werden. Aus den eigenen Auswertungen und den Ergebnissen von SCHNEIDER (2003) lässt sich ungefähr ableiten, dass für mittlere Lagen wie Fichtelberg bis 2025 in durchschnittlichen Wintern noch zwischen 20 und 30 Loipentage ($\text{SnH} \geq 15\text{cm}$) und damit zumindest zufriedenstellende Bedingungen zu erwarten sind. Während die Loipentage in den Hochlagen noch spürbar höher liegen, sind in den unteren Lagen die Bedingungen je nach Höhenlage und Exposition entweder bereits jetzt schon als unzureichend einzustufen bzw. ist im Verlauf der kommenden zwei Jahrzehnte mit einer zunehmenden Ausdünnung des Loipenangebots zu rechnen. Legt man dafür die Höhenlage von Fichtelberg als Messlatte an, dann sind mehr als 80% aller Loipen-Kilometer des ergänzenden Loipenangebots von dieser Gefahr betroffen, da sie ganz oder tw. unterhalb dieser Seehöhe liegen (\rightarrow C 3.2.2.3). Am längsten dürften aus diesem Segment noch die Kösseinerlingloipe bei Bad Alexandersbad, einige Loipen im Bereich der Luisenburg sowie zwischen Kleinwendern und Bad Alexandersbad, die Ringloipe um den Großen Kornberg bei Rehau sowie die Loipen am Bergkopf, Rudolfstein und Großen Waldstein im Bereich Weißenstadt bestehen (\rightarrow TIF o.J.:6-19). Viele der tiefer gelegenen Loipen sind wie angedeutet bereits heute nur noch sehr selten präparier- und begehbar. Das Loipenkonzept des Landkreises wird durchschnittlich länger nutzbar sein als das ergänzende Loipenangebot, lediglich drei Loipen beginnen unterhalb von 700m, der Großteil weist minimale Höhen zwischen 700m und 775m auf. So werden viele Loipen des Landkreiskonzeptes noch ganz begehbar sein, wenn beim ergänzenden Angebot zumindest theoretisch nur noch ausgewählte Teilbereiche benutzbar sind. Dennoch werden in einer groben Abschätzung spätestens gegen 2050 auch im Hohen Fichtelgebirge viele aufeinanderfolgende Loipentage eher eine Seltenheit sein und nur in überdurchschnittlich schneereichen Wintern auftreten. V.a. im Ochsenkopfgebiet wird es zwar auch in einigen Jahrzehnten, evtl. sogar bis Ende des Jahrhunderts immer wieder Loipentage geben, entscheidender Faktor ist jedoch, dass man in immer weniger Wintern mit mehreren aufeinander folgenden Loipentagen rechnen kann. Angesichts dieser Tatsache scheint es fraglich, wie lange die Gemeinden, Vereine oder der Zweckverband die zur Loipenpräparierung nötigen Maschinen besitzen, warten und modernisieren werden, um dann bei gelegentlichen Loipentagen die Loipen zu präparieren.

3.3 Weitere schneegebundene Infrastruktur und schneegebundene Angebotsselemente

Neben den Skiliften und den dazugehörigen Pisten sowie den Loipen gibt es noch weitere schneegebundene Infrastruktur bzw. schneegebundene Angebotsselemente, die das Angebotspektrum des Fichtelgebirges ergänzen. Dazu zählen insbesondere die nachfolgend erwähnten Bereiche der Winterwanderwege, Rodelbahnen und Skisprungschancen sowie das Schneeschuhwandern und die Möglichkeit von Pferdeschlittenfahrten sowie der Schlittenhundesport. Die Skisprungschancen und der Hundeschlittensport können sowohl in Form von Events touristisch in Wert gesetzt als auch direkt als Aktivität für die Gäste genutzt werden. Für beide Angebotsselemente bestehen in dieser Hinsicht auch bereits konkrete Planungen (→ E 4.2).

3.3.1 Skisprungschancen

Bei den Sprungschancen ist der touristische Belang nur ein Teilbelang, dennoch sollen sie aus mehreren Gründen mit aufgenommen werden. Zwar sind die Schanzen (noch) nicht von den Touristen benutzbar, es können aber durch Skisprungveranstaltungen positive touristische Effekte sowohl im Bereich des Tages- als auch des übernachtenden Tourismus erzielt werden. Am Anfang dieses Abschnitts soll eine Übersicht darüber gegeben werden, welche Schanzen derzeit im Fichtelgebirge vorhanden sind und es wird darauf eingegangen, welche Auswirkungen die Klimaänderung auf die Schanzenutzung im Winter haben könnte. In einem späteren Abschnitt (E 4.1; 4.2) wird noch auf eine stärkere Einbindung der Schanzen in den Tourismus eingegangen, da es aktuelle Bestrebungen gibt, diese Sportart als Aktivität für Touristen anzubieten sowie eine Großveranstaltung im Bereich „Skispringen“ in der Region zu etablieren und darüber hinaus ein Leistungszentrum im Bereich Skispringen aufzubauen.

3.3.1.1 Überblick über Infrastruktur und Höhenlage der Schanzen

Im Fichtelgebirge bzw. im Skiverband Oberfranken gibt es derzeit acht Schanzen, die benutzt werden können oder gerade im Bau befindlich sind. Vier davon stehen in Warmensteinach, die zwei K-20 bzw. K-42,5-Schanzen können sowohl im Sommer als auch im Winter besprungen werden und besitzen eine Mattenauflage. Die K-67 und die große K-90-Schanze sind dagegen nur im Winter benutzbar. Die beiden Schanzen in Bischofsgrün (K-20 / K-64), jeweils mit Matten ausgestattet sind im Sommer und Winter benutzbar, werden nach Erdbebewegungen derzeit aber (wieder) renoviert. Die beiden anderen Schanzen des Skiverbandes Oberfranken befinden sich in Bad Steben im Frankenwald, es handelt sich dabei um eine K-25 und eine K-54-Schanze, die beide nur im Winter präpariert werden. Die Höhenlagen der Schanzen lassen sich relativ einfach zusammenfassen. Alle acht Schanzen liegen im Bereich von 600m bis 650m, womit sich die nachfolgende Beurteilung der zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten im Winter an die Ergebnisse für die Klimastation Fichtelberg anlehnen kann.

3.3.1.2 Bewertung der zukünftigen Schanzennutzung im Winter

Eine Bewertung der Möglichkeiten zukünftiger Schanzennutzung im Winter ist deutlich schwieriger als etwa für Ski Alpin oder Skilanglauf. Bereits ein exaktes Kriterium für die erforderliche Schneehöhe lässt sich nur schwer bestimmen. Ungefähr kann wohl eine Schneeeauflage angenommen werden, die sich im Bereich von Ski Langlauf bewegt, also eine Schneehöhe zwischen 10 und 15cm. Würde man diese Schneehöhe zu Grund legen, kommt man zu vergleichbaren Einschätzungen wie für Ski Langlauf (→ C 3.2.3). Die für das Skispringen notwendige Schneeunterlage kann aber wesentlich leichter erreicht werden als für die beiden o.g. Aktivitäten. Zum einen kann von eingerichteten Schneedepots ggf. immer wieder Schnee aufgetragen werden, falls die Auflage etwa durch warme Temperaturen oder Regenfälle (kurzfristig) zu gering geworden ist. Zum anderen könnte aus eben diesen Gründen auch aus höheren Lagen Schnee in den Bereich der Schanzen transportiert werden. Und schließlich bietet sich noch die aktuell diskutierte Möglichkeit, durch eine im Schanzenbereich installierte Schneeanlage die notwendige Schneeeauflage sicher zu stellen und den Sprungbetrieb auch in solchen Phasen aufrecht zu erhalten, in denen die natürliche Schneeeauflage (kurzfristig) nicht ausreicht. Mit einer solchen Schneeanlage kann zudem eine Grundbeschneigung der Schanzen erfolgen und insgesamt eine größere Unabhängigkeit von den natürlichen Schneeverhältnissen erreicht werden. Als Fazit lässt sich festhalten, dass die Einschätzung der zukünftigen Eignung des Fichtelgebirges für Skispringen ausgehend von der Entwicklung der klimatischen Rahmenbedingungen nur einen sehr groben Rahmen abstecken kann. Orientiert man sich rein an den Trends der entsprechenden Schneehöhen, so gilt aufgrund der dargestellten Höhenlage der Skisprunganlagen Vergleichbares wie für die Prognosen für Ski Langlauf in Höhenlagen von Fichtelberg. Aus mehreren Gründen, darauf wurde eingegangen, liefert eine derartige Beschreibung jedoch nur ein unvollständiges Bild. Für den Skisprungsport bieten sich deutlich mehr Möglichkeiten, v.a. kurzfristigen natürlichen Schneemangel durch verschiedene Maßnahmen auszugleichen. Zudem werden die Schanzen auch im Sommer genutzt. Das gilt sowohl für die aktiven Sportler als auch - wie geplant - zukünftig verstärkt für Touristen (→ E 4.1; 4.2). Somit ist nicht zu erwarten, dass sich allein aufgrund der klimatischen Veränderungen im Winter kurz- bis mittelfristige Auswirkungen für die Infrastruktur der Schanzen ergeben.

3.3.2 Winterwanderwege

Insgesamt liegt die Kilometerzahl der markierten Wanderwege noch weit höher, speziell als Winterwanderwege sind aber derzeit ca. 270 km im Fichtelgebirge ausgewiesen (TIF o.J.:4-25), einige der Wege werden regelmäßig für die Wanderer geräumt. Neben den sportlichen Aktivitäten wie Ski Alpin oder Ski Langlauf ist das Winterwandern im verschneiten Fichtelgebirge eine weitere Aktivität, die von sehr vielen Gästen gern und häufig ausgeübt wird (→ D 7.1). Eine genaue Analyse der Schneesicherheit ist bei diesem Aspekt nicht sinnvoll, auch

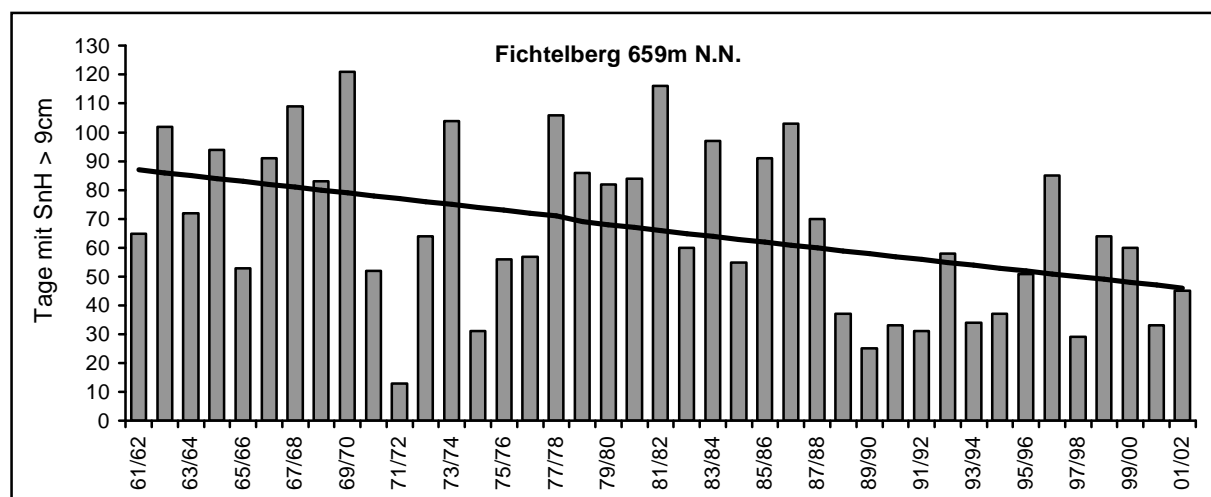
schon deshalb, weil keine Schneehöhe angegeben werden kann, ab der Winterwanderungen gemacht werden (können). Es kann lediglich versucht werden, sich diesem Komplex dahingehend etwas zu nähern, dass man als Kriterium solche Tage auswählt, an denen das Fichtelgebirge „verschneit“ ist, also mindestens eine $S_nH > 0\text{cm}$ anzutreffen ist (\rightarrow B 4.4.2). Für eine Höhenlage wie Fichtelberg (659m) wurde hierfür ermittelt, dass bei einem Trend von Abnahmen mit ca. 8 Tagen / 10 Jahren 2050 immerhin noch mehr als 30 Tage zwischen Anfang Dezember und Ende März übrig bleiben, an denen das Fichtelgebirge bei einer $S_nH > 0\text{cm}$ „verschneit“ ist. In den Hochlagen des Fichtelgebirges liegt die Anzahl entsprechender Tage noch weit höher und es werden auch bis Ende dieses Jahrhunderts noch viele Tage zu erwarten sein, an denen dieses Kriterium erfüllt ist. Insgesamt soll als Fazit stehen bleiben, dass in den kommenden Jahrzehnten zwar mit weniger verschneiten Tagen gerechnet werden muss, das Winterwandern in einer verschneiten Landschaft wird im Fichtelgebirge, v.a. in den Hochlagen aber noch sehr lange möglich sein und auch weiterhin ein wichtiger Bestandteil des touristischen Angebotsspektrums der Region im Winter bleiben.

3.3.3 Rodelbahnen

Neben den verschiedensten Möglichkeiten im freien Gelände zu rodeln, gibt es im Fichtelgebirge auch einige speziell dafür ausgewiesene Anlagen. Von den zehn verzeichneten Anlagen (TIF o.J.:27) befinden sich vier in der Nähe von Skiliften bzw. Skipisten (Bischofsgrün, Fichtelberg, Mehlmeisel, Warmensteinach). Die Länge der Rodelbahnen ist sehr unterschiedlich, sie reicht von 200m auf einer Freizeitanlage in Sparneck bis zu 1,5 km auf der Luisenburg bei Bad Alexandersbad. Zum Benutzen einer Rodelbahn wird eine Schneedecke von 10cm angesetzt. Ausgehend von dieser Schneehöhe und den nachfolgend dargestellten durchschnittlichen Höhenlagen der Rodelanlagen werden die zukünftigen Aussichten zum Rodeln aufgezeigt. Dabei soll auch folgende Abbildung mit den Rodeltagen für Fichtelberg helfen (\rightarrow Abb. 23). Rodeltage werden in der vorliegenden Arbeit als Tage definiert, bei denen eine Schneehöhe von mindestens 10cm vorhanden ist. Der aufgezeigte Trend ist im Zusammenhang mit den Ausführungen in den Abschnitten C 2.4 und 2.5 zu sehen. Es ergibt sich für den Bezugszeitraum eine Abnahme von ca. 10 Tagen / 10 Jahren. Extrapoliert man diesen Trend, dann kommt man zu dem Ergebnis, dass sich ausgehend von etwa 48 rechnerisch zu erwartenden Rodeltagen im Winter 1999/00 für das Jahr 2025 noch ca. 25 Rodeltage ergeben. Für höhere Lagen wird sich mit einer zeitlichen Verzögerung die gleiche Situation einstellen, verwiesen sei auf die Darstellungen in Abschnitt C 2.5.3 und C 3.2.3. Von den ausgewiesenen Anlagen besitzen die Anlagen in Weißenstadt, Fichtelberg (OT Neubau) und Mehlmeisel die besten Chancen auf längstmögliche Nutzung. Rodeln weist also in bezug auf zukünftige Einschätzungen einen ähnlichen Zeithorizont wie Langlauf auf, wenn auch für Rodeln aufgrund größerer Unabhängigkeit von vorzuhaltender Infrastruktur sporadische Möglichkeiten zur Ausübung leichter genutzt werden können als bei Ski Langlauf. Zudem reichen bereits etwas niedrigere Schneehöhen im Vergleich zu Skilanglauf zur Ausübung der Aktivität Rodeln aus.

Die Möglichkeiten zum Rodeln könnten auch dadurch verbessert werden, dass höher gelegene Forststraßen oder nicht mehr genutzte Skipisten zum Rodeln freigegeben werden, wie etwa am aufgegebenen Eisenberglift in Oberwarmersteinach.

Abb. 23: Entwicklungen der Rodeltage



Quelle: eigene Berechnungen

3.3.4 Pferdeschlittenfahrten / Schlittenhundesport

Im Fichtelgebirge konnten insgesamt 13 Anbieter im Segment Kutsch- und Pferdeschlittenfahrten ausgemacht werden. Acht davon bieten nur Kutschfahrten an, fünf davon bieten sowohl Kutschfahrten als auch in den Wintermonaten Pferdeschlittenfahrten an. Bis auf einen Anbieter, der schon seit 10-15 Jahren Pferdeschlittenfahrten durchführt, sind die anderen Anbieter erst seit kurzem aktiv, einer hatte im Winter 2002/03 sogar seine erste Saison. Nach Befragungen der Anbieter erfreut sich das Angebot großer Beliebtheit und weist sehr positive Entwicklungen auf. Bei entsprechender Schneelage kann die Nachfrage von den Anbietern kaum befriedigt werden, was auch dadurch bedingt ist, dass alle Anbieter Pferdeschlittenfahrten entweder als eine Art Hobby oder maximal als Zuerwerb betreiben. Den großen Andrang bei guten Verhältnissen gibt es trotz der Tatsache, dass die Pferdeschlittenfahrten bisher nur sehr begrenzt beworben werden. Die Anforderungen an den Schnee lassen sich zweigeteilt beantworten. Handelt es sich um trockenen Pulverschnee, so sollten es mindestens 20cm sein. Ist der Schneuntergrund hart gefroren, so kann auch weniger Schnee ausreichend sein, dennoch sind aber um die 10cm erforderlich. Die Fahrten werden überwiegend auf Forstwegen durchgeführt, tw. auch im freien Gelände in Höhenlagen zwischen 600m und 700m. Setzt man als erforderliche Schneehöhe die $SnH \geq 15cm$ an, so lassen sich die zukünftigen Chancen für Pferdeschlittenfahrten sehr gut an den Ergebnissen für Fichtelberg (660m) in bezug auf diese Schneehöhe abschätzen. Da dies genau den Ausführungen für Langlauf entspricht (→ C 2.5.3 und C 3.2.3), lässt sich dies an dieser Stelle relativ kurz zusammenfassen. Bis 2025 werden sich die Bedingungen bereits spürbar verschlechtern. Die Tage, an denen Pferdeschlitten-

tenfahrten durchgeführt werden können, werden auf Basis des für die $S_nH \geq 15\text{cm}$ und für Fichtelberg errechneten Trends um durchschnittlich 10 Tage / 10 Jahre abnehmen. 2025 würden nach diesem Trend noch etwa 15 Tage übrig bleiben, um 2040 würde sich diese Zahl dann bereits gegen null bewegen. Als Fazit soll stehen bleiben, dass sich wie für alle beschriebenen schneegebundenen Aktivitäten auch für Pferdeschlittenfahrten die Voraussetzungen im genannten Zeitraum im beschriebenen Maß verschlechtern werden. Allerdings hätte man die Möglichkeit, auf Kutschfahrten mit Rädern umzustellen, um bereits geringe Schneehöhen für Fahrten durch ein verschneites Fichtelgebirge auszunutzen. Die Beschreibungen dieses Abschnitts im Hinblick auf Pferdeschlittenfahrten gelten in sehr ähnlicher Art und Weise auch für den Schlittenhundesport, deswegen erfolgt dafür keine gesonderte Betrachtung mehr.

3.3.5 Schneeschuhwandern

Für das Schneeschuhwandern lassen sich keine exakten Schneehöhen festlegen, ab denen diese Aktivität möglich ist. Dennoch sollte eine Schneeeauflage von mindestens 20cm vorhanden sein, besser wären jedoch 30cm, um Schneeschuhwandern sinnvoll betreiben zu können. Damit liegen die Anforderungen zwischen Ski Langlauf und Ski Alpin. Wenn auch das Schneeschuhwandern in den letzten Jahren v.a. in alpinen Regionen stark an Popularität gewonnen und sich zu einem Trend entwickelt hat (\rightarrow B 2.2.4.3), so findet es nach Informationen von mehreren Touristikern im Fichtelgebirge (noch) wenig Zuspruch. Aufgrund des geringen Interesses am Schneeschuhwandern hat die Skischule Hottenroth, die Schneeschuhe an Touristen verliehen hat, diese bereits wieder verkauft. Noch bestehende Möglichkeiten zum Verleih von Schneeschuhen bietet die Gemeinde Bischofsgrün sowie ein privater Anbieter im Bereich Weißenstadt, der dies auch mit einem Kurs zur eigenen Herstellung von Schneeschuhen verbindet. Allerdings werden von verschiedenen Gemeinden im Hohen Fichtelgebirge geführte Touren angeboten und diese werden je nach Wetter- und Schneelage gut angenommen. Es bleibt damit abzuwarten, ob sich der Trend Schneeschuhwandern bei entsprechender Bewerbung nicht vielleicht doch noch in größerem Maße im Fichtelgebirge durchsetzt und von den Gästen besser angenommen und nachgefragt wird. Dennoch soll nachfolgend - auch wenn das Schneeschuhwandern derzeit (noch) einen relativ geringen Stellenwert für den Wintertourismus besitzt - kurz die zukünftige Entwicklung unter dem Einfluss der Klimaveränderung geschildert werden. Noch anzumerken ist, dass Schneeschuhwandern wie etwa Rodeln den Vorteil besitzt, dass es bezogen auf dafür speziell vorzuhaltende Infrastruktur unabhängiger als etwa Ski Langlauf oder gar Ski Alpin betrieben werden kann. So könnten bspw. Forst- und Wanderwege speziell in den Hochlagen für Schneeschuhwanderungen genutzt werden. Doch selbst in den Hochlagen werden sich in den kommenden Jahrzehnten die klimatischen Rahmenbedingungen für das Schneeschuhwandern verschlechtern, für genauere Darstellungen sei wieder an die Abschnitte C 2.5.3 und 2.5.4 sowie C 3.1.3 und 3.2.3 verwiesen. Es werden sich

jedenfalls auch für das Schneeschuhwandern die klimatischen Rahmenbedingungen in den kommenden Jahrzehnten sehr negativ entwickeln und zu einem limitierenden Faktor werden.

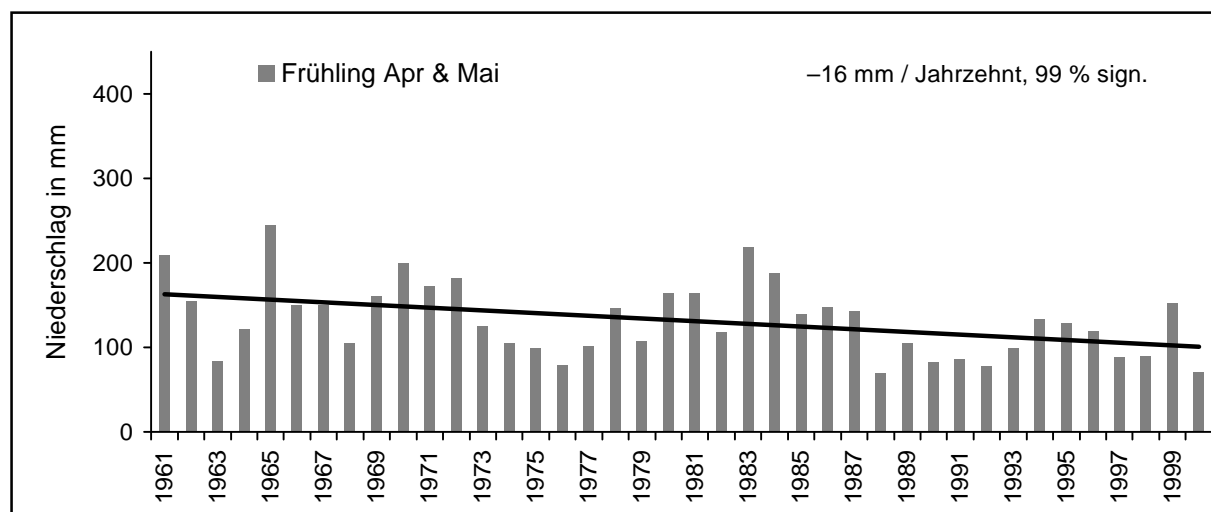
3.4 Auswirkungen der Klimaveränderung auf Outdoor-Aktivitäten

Dieser Abschnitt geht weg von den Auswirkungen der Klimaveränderung auf die schneegebundene Infrastruktur und den „Schnee-Tourismus“ und beschreibt auf der Grundlage analysierter klimatischer Trends die zukünftigen Rahmenbedingungen für (touristische) Outdoor-Aktivitäten im Zeitraum Frühling bis Herbst. Zu einem späteren Zeitpunkt (→ E 3;4) wird noch auf verschiedene Outdoor-Aktivitäten eingegangen, wobei insbesondere touristische Trends Berücksichtigung finden, die sich als Anpassungsprozesse anbieten, um negative Auswirkungen der Klimaveränderung auf den Wintertourismus kompensieren bzw. positive Effekte erzeugen zu können. Der relevante Zeitraum von April bis Oktober soll in drei Perioden aufgesplittet werden, das Frühjahr mit den Monaten April und Mai, den Sommer mit den Monaten Juni, Juli und August sowie den Herbst mit den beiden Monaten September und Oktober. Dabei sollen Veränderungen aufgezeigt werden, welche die Rahmenbedingungen für die Ausübung touristischer Outdoor-Aktivitäten beeinflussen können und damit auch in der zukünftigen touristischen Planung berücksichtigt werden sollten. Es geht sowohl darum, Zeiträume zu identifizieren, in denen sich die Klimaänderung aus Sicht des Tourismus „positiv“ niederschlagen kann aber auch Monate zu bestimmen, in denen sich die Bedingungen verschlechtern könnten. Die Aussagen auf den Vergleich der Normalreihen beziehen sich immer auf die beiden Bezugszeiträume 1961-1990 und 1971-2000 (→ FOKEN 2003a:XXVIf.).

3.4.1 Veränderung der klimatischen Rahmenbedingungen für das Frühjahr

Beim Vergleich der beiden Normalreihen (→ Abb. 7) ist für das östliche Oberfranken für die beiden Monate April und Mai eine deutliche Abnahme der Niederschlagsmengen von jeweils ca. 9mm / Monat zu verzeichnen, bei der Trendberechnung (MANN-KENDALL) ergibt sich für den Bezugszeitraum 1961-2000 für das Frühjahr (Apr./Mai) eine hoch signifikante Abnahme von 16mm / 10 Jahre, was nachfolgende Abbildung (→ Abb. 33) nochmals veranschaulicht. Diese abnehmende Niederschlagstätigkeit in Verbindung mit längeren trockenen Abschnitten könnte sich in der touristischen Angebotsgestaltung, insbesondere für den April positiv auswirken. War der April mit seinem für ihn typischen „Aprilwetter“ abgesehen von Ostern doch ein Monat, in dem im Fichtelgebirge nur geringe touristische Nachfrage vorhanden gewesen ist (→ Abb. 14). Somit könnte die Eröffnung der touristischen „Freiluftsaison“ bereits im April beginnen, ebenso wie für den April weist auch der Mai eine deutliche Tendenz zu weniger Niederschlag auf. Bezogen auf das Frühjahr deuten sich durch den Klimawandel nach den vorherigen Ausführungen also durchaus positive Auswirkungen an.

Abb. 24: Lineare Trends und saisonale Summen der Niederschläge für das Frühjahr (Apr. / Mai) in Ostoberfranken für den Zeitraum 1961-2000

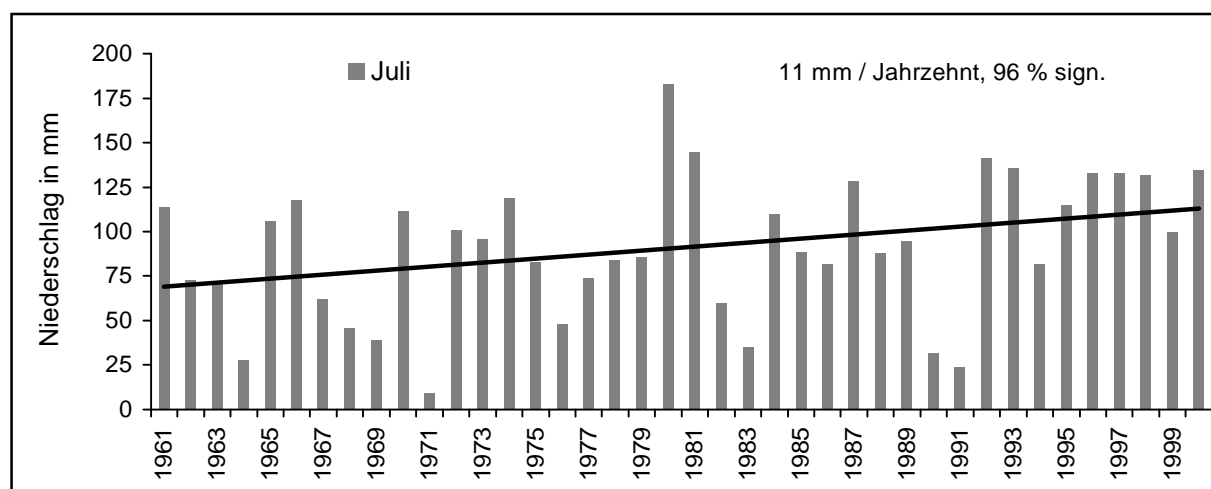


Quelle: FOKEN/LÜERS 2003:2

3.4.2 Veränderung der klimatischen Rahmenbedingungen für den Sommer

Die Tendenzen für die Sommerniederschläge sind gemischt und lassen insgesamt keinen Wandel der Verhältnisse erkennen, der deutlich in eine bestimmte Richtung zeigt. Der Monat Juni zeigt bei einem Vergleich der beiden Normalreihen (→ Abb. 7) im Durchschnitt nahezu keine Veränderung, der Monat August ist dagegen spürbar trockener geworden (ca. 7mm), während im Juli die Niederschläge deutlich zugenommen haben (ca. 12mm). Analysiert man die durchschnittlichen Juliniederschläge im Trendtest, so erhält man für den Zeitraum 1961-2000 eine sehr signifikante Zunahme von 11 mm / 10 Jahre (→ Abb. 34)

Abb. 25: Lineare Trends und saisonale Summen der Niederschläge für den Juli in Ostoberfranken für den Zeitraum 1961-2000



Quelle: FOKEN/LÜERS 2003:4

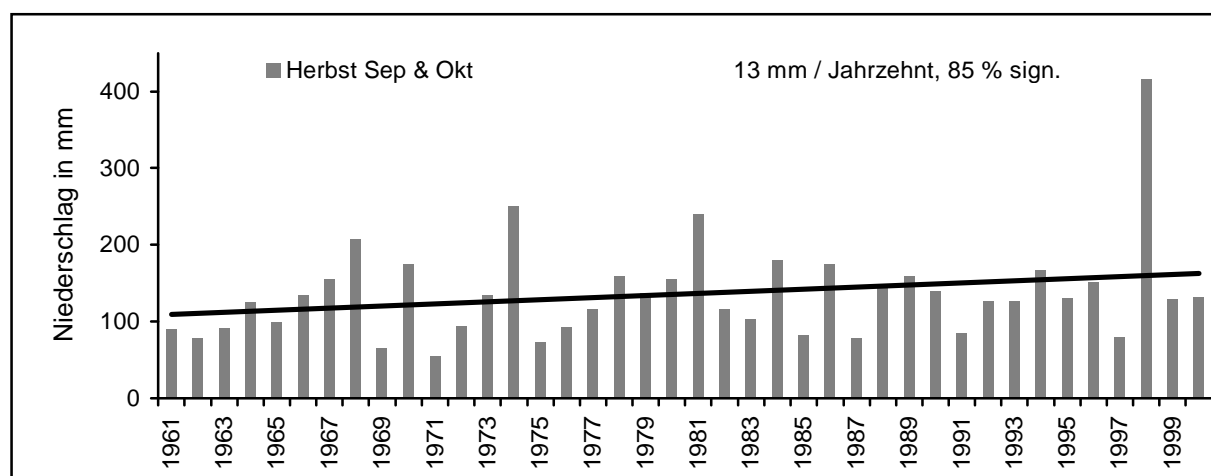
Wie bereits unter Abschnitt C 2.3 erwähnt, ist für den Juli zu vermuten, dass die Zunahmen wohl mit den im vergangenen Jahrzehnt vermehrt auftretenden „Sommermonsun“-

Wetterlagen zusammenhängen (FOKEN/LÜERS 2003:3). Aber auch vermehrte Starkregenfälle durch Hitzegewitter infolge der steigenden Zahl heißer Tage dürften zu den Zunahmen beigetragen haben. Abgesehen vom generell ansteigenden Temperaturniveau ist das Bild für die Niederschlagsverhältnisse im Sommer uneinheitlich, eine Prognose hin zu zukünftig entweder besseren oder schlechteren klimatischen Voraussetzungen ist damit derzeit nicht zu treffen. Allerdings soll an dieser Stelle nochmals kurz auf die unter Abschnitt C 2.6 beschriebenen bioklimatischen Aspekte eingegangen werden. Der Kältereiz, der im Sommer bisher v.a. in den höheren Lagen des Fichtelgebirges noch vorhanden ist, wird bis Mitte dieses Jahrhunderts durch die prognostizierte Erwärmung von ca. 1,5 K bis 2050 zurückgehen. Es bleibt jedoch abzuwarten, ob und wenn ja wie sich diese Veränderungen auf den Tourismus auswirken werden. Zudem muss berücksichtigt werden, dass die derzeit bestehende Temperaturdifferenz dieser „kühlen Ecke“ im Nordosten Bayerns im Vergleich zu anderen Regionen aufgrund der überall stattfindenden Erwärmung natürlich gewahrt bleiben wird (FOKEN 2003a:60-62).

3.4.3 Veränderung der klimatischen Rahmenbedingungen für den Herbst

Sind die Veränderungen für das Frühjahr als positiv einzuschätzen, so deutet sich für den Herbst eher Gegenteiliges an. Für den September sind leichte, für den Oktober sogar größere Zunahmen bei den Niederschlägen festzustellen. Der Trend deutet damit auf einen nasserem Herbst hin, wobei die größten Veränderungen ausgerechnet in dem Monat zu registrieren sind, der oft „Goldener Oktober“ genannt wird (→ Abb. 26). Damit wird die Eigenschaft bezeichnet, dass insbesondere durch stabile Wetterlagen mit östlicher Strömung oft beständig trockene Perioden auftreten, die für verschiedenste Outdoor-Aktivitäten genutzt werden können. Nach dem Vergleich der beiden Normalreihen (→ Abb. 7) und der Trendanalyse scheint sich diese Eigenschaft des Oktobers abzuschwächen, was bedeuten kann, dass die Häufigkeit „Goldener Oktober“ im Untersuchungsgebiet zukünftig zurückgeht. Die nächsten Jahre werden zeigen, ob sich dieser klimatische Trend fortsetzt oder evtl. eine Trendumkehr stattfindet.

Abb. 26: Lineare Trends und saisonale Summen der Niederschläge für den Herbst (Sept. / Okt.) in Ostoberfranken für den Zeitraum 1961-2000



Quelle: FOKEN/LÜERS 2003:2

3.4.4 Fazit zu den Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen für Outdoor-Aktivitäten

Aus dem Vergleich der Normalreihen 1961-1990 und 1971-2000 sowie der Trendanalyse (MANN-KENDALL) einzelner Monate bzw. saisonaler Abschnitte scheint sich nach klimatischen Gesichtspunkten, insbesondere nach den Niederschlagsverhältnissen, eine Verschiebung der „Freiluft-Saison“ abzuzeichnen. Für das Frühjahr zeigt die Tendenz hin zu weniger Niederschlag, was als positiv zu bewerten ist, da v.a. der April touristisch noch mehr in Wert gesetzt werden kann. Begleitet wird dieser Trend hin zu weniger Niederschlag von steigenden Durchschnittstemperaturen für das Frühjahr. Für das Frühjahr lässt sich damit ein positives Fazit ziehen, was in den touristischen Planungen Berücksichtigung finden sollte. Für den Sommer bleibt abzuwarten, wie sich die Erwärmung in diesen Monaten in Verbindung mit dem Rückgang des Kältereizes im Mittelgebirgsraum Fichtelgebirge in den kommenden Jahrzehnten in bezug auf den Tourismus auswirken wird. Zudem bleibt wie erwähnt die Temperaturdifferenz im Vergleich zu anderen Region gewahrt. Die Situation bei den sommerlichen Niederschlägen zeigt sich für die einzelnen Monate uneinheitlich und lässt keinen einheitlichen Schluss zu. Für den Herbst deuten die Ergebnisse eher auf eine Verschlechterung hin, für den September fällt diese (bisher) relativ gering aus, der sog. „Goldene Oktober“ ist dagegen stärker betroffen. Für ihn wurde eine Zunahme der durchschnittlichen Niederschläge festgestellt. Begleitet wird die Zunahme der Herbstniederschläge zudem noch von leichten Temperaturrückgängen im Zeitraum September bis November.