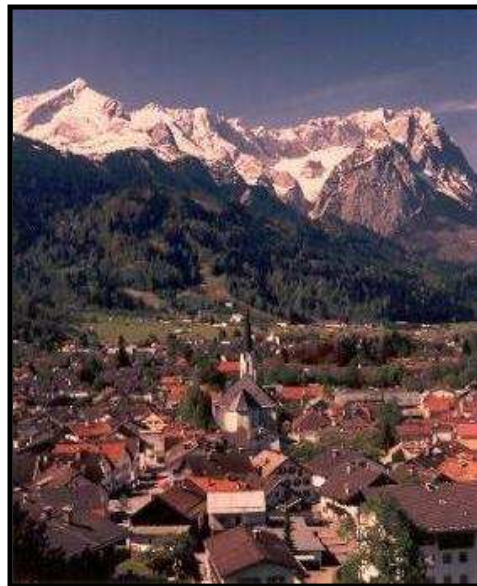


Facharbeit im Fach Geographie

Thema:

**Die Auswirkungen der Klimaveränderung  
auf Garmisch-Partenkirchen**



Verfasser: Johannes Lehner  
Leistungskurs: Geographie  
Kursleiter: OStR Wolfgang Dorsch  
Abgabetermin: 26. Januar 2008

Erzielte Punktzahl: \_\_\_\_\_ In Worten: \_\_\_\_\_  
(Einfache Wertung)

Erzielte Wertung: \_\_\_\_\_ In Worten: \_\_\_\_\_  
(Doppelte Wertung)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Kursleiters)

---

<b>1. Die Alpen als Klimafrühwarnsystem</b> .....	3
<b>2. Der globale Klimawandel</b> .....	4
<b>2.1 Der Treibhauseffekt als ein Verursacher der Klimaerwärmung</b> .....	4
<b>2.2 Strategien zum Senken der CO<sub>2</sub>-Emissionen</b> .....	6
2.2.1 Energieeinsparung.....	6
2.2.2 Regenerative Energiequellen .....	7
<b>3. Die Auswirkungen der Klimaveränderung auf Garmisch-Partenkirchen</b> .....	8
<b>3.1 Veränderungen der Flora und Fauna</b> .....	8
3.1.1 Artensterben von Tieren und Pflanzen .....	8
3.1.2 Migrationsprozess in der Tier- und Pflanzenwelt.....	9
<b>3.2 Naturkatastrophen</b> .....	10
3.2.1 Hitzeperioden und Dürren.....	10
3.2.2 Stürme und Unwetter .....	11
3.2.3 Muren, Lawinen und Erdbeben.....	12
3.2.4 Hochwasser und Überschwemmungen .....	14
<b>3.3 Auswirkungen auf den Tourismus</b> .....	16
3.3.1 Sommertourismus .....	16
3.3.2 Wintertourismus.....	17
3.3.2.1 <i>Schneesicherheit in den Skigebieten</i> .....	17
3.3.2.2 <i>Das Schmelzen des Zugspitzgletschers</i> .....	20
3.3.2.3 <i>Alternativangebote zum Skitourismus</i> .....	22
<b>4. Garmisch-Partenkirchen als Gewinner bezüglich der Klimaveränderung</b> .....	23
5. Literaturverzeichnis .....	24
6. Internetlinks .....	24
7. Abbildungsverzeichnis .....	25
8. Filmbeiträge.....	26
9. Vorträge.....	26
10. Interviews.....	26
11. Eidesstattliche Erklärung	

## **1. Die Alpen als Klimafrühwarnsystem**

Der Klimawandel ist sowohl in den Medien als auch in unserem täglichen Leben allgegenwärtig. Die Erde hat sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten besonders stark erwärmt. Ob es nun durch schlimme Naturkatastrophen wie den Hurricane „Katrina“, oder auch durch Naturerscheinungen in Deutschland wie den „Hitzesommer 2003“ deutlich wird: Es ist klar, dass der Klimawandel existiert und stattfindet. Darüber sind sich die Wissenschaftler einig und Kongresse wie die Weltklimakonferenz in Bali zeigen, dass sich nun auch etliche Politiker dafür einsetzen, dass diese Klimaveränderung nicht weiter ignoriert wird.

Sie spielt sich global ab, unterliegt jedoch starken lokalen Schwankungen. Da der Alpenraum ein besonders sensibles System mit vielen verschiedenen Klimatypen auf engem Raum darstellt, wirkt sie sich hier besonders stark aus. Dies zeigt sich beispielsweise durch den durchschnittlichen Temperaturanstieg in den Alpen in den letzten 120 Jahren, der mit knapp 2 Grad Celsius im Vergleich zum globalen Mittelwert von 0,9 Grad einen mehr als doppelt so starken Anstieg darstellt.<sup>1</sup> Hierfür sind verschiedene Gründe zu nennen:

Erstens dämpfen Ozeane den globalen Temperaturanstieg deutlich, während sich Landflächen schneller erwärmen, zweitens stellt die Topographie der Alpen mit ihren Hanglagen eine größere Heizfläche bereit und drittens führt der Rückgang der Schneebedeckung dazu, dass die Sonnenstrahlung nicht mehr so stark reflektiert wird.

Der gesamte Alpenraum ist also als ein hochosensibles Klimafrühwarnsystem zu betrachten, da durch die verstärkte Entwicklung in diesem Gebiet die Ausmaße des Klimawandels besonders früh und deutlich erkennbar sind.

Somit ist auch Garmisch-Partenkirchen, das sich im Bereich dieses Frühwarnsystems befindet, unmittelbar von dieser verstärkten Klimaerwärmung und ihren sozialen, ökologischen und ökonomischen Folgen betroffen.

Aufgrund dieser Erkenntnisse sollen in der folgenden Arbeit die Auswirkungen der Klimaveränderung auf Garmisch-Partenkirchen untersucht und erläutert werden. Zunächst wird auf die Entwicklung des Klimawandels im Ganzen, sowie den Klimaschutz eingegangen und danach werden die Auswirkungen auf die Marktgemeinde im Bezug auf die Tier- und Pflanzenwelt, Naturkatastrophen und den Tourismus aufgezeigt.

---

<sup>1</sup> vgl. CIPRA Tagungsband, S. 29

## 2. Der globale Klimawandel

### 2.1 Der Treibhauseffekt als ein Verursacher der Klimaerwärmung

Viele Faktoren, wie zum Beispiel Veränderungen der solaren Ausstrahlung und der Erdbahn um die Sonne, sowie Änderungen der optischen Eigenschaften der Atmosphäre, zu welchen der Treibhauseffekt zählt, können prinzipiell das Klima verändern. Dieser Treibhauseffekt ist hierbei zurzeit ein entscheidender Faktor. Bei ihm spielen vor allem die Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) eine Rolle, wobei Kohlendioxid das Wichtigste aller Treibhausgase darstellt. Diese Gase greifen in den Strahlungshaushalt der Erde ein, indem sie zwar die ankommende Sonnenstrahlung weitgehend passieren lassen, die von der Erdoberfläche abgestrahlte Wärmestrahlung, die sonst ungehindert in den Weltraum entweichen würde, jedoch teilweise absorbieren. (siehe Darstellung)

Der Treibhauseffekt:<sup>2</sup>



So ist die Durchschnittstemperatur auf der Erde aufgrund des Treibhauseffekts höher, als sie es ohne ihn wäre. Diese Durchschnittstemperatur liegt zurzeit bei etwa 15 Grad Celsius, würde jedoch ohne den natürlichen Treibhauseffekt bei nur etwa -18 Grad liegen,<sup>3</sup> das heißt, dass dieser Effekt eigentlich erst das lebensfreundliche Klima auf der Erde möglich macht.

Führt man sich aber nun vor Augen, dass der Mensch den natürlichen Treibhauseffekt durch den zusätzlichen Ausstoß von Treibhausgasen erheblich

verstärkt, wird klar, dass dies enorme Folgen auf das Klima, insbesondere auf die Temperatur, haben wird.

Dieser zusätzliche Treibhauseffekt ist zu 77 % auf die erhöhte Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre zurückzuführen, welches durch die Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdöl, Erdgas oder Kohle produziert wird.<sup>4</sup>

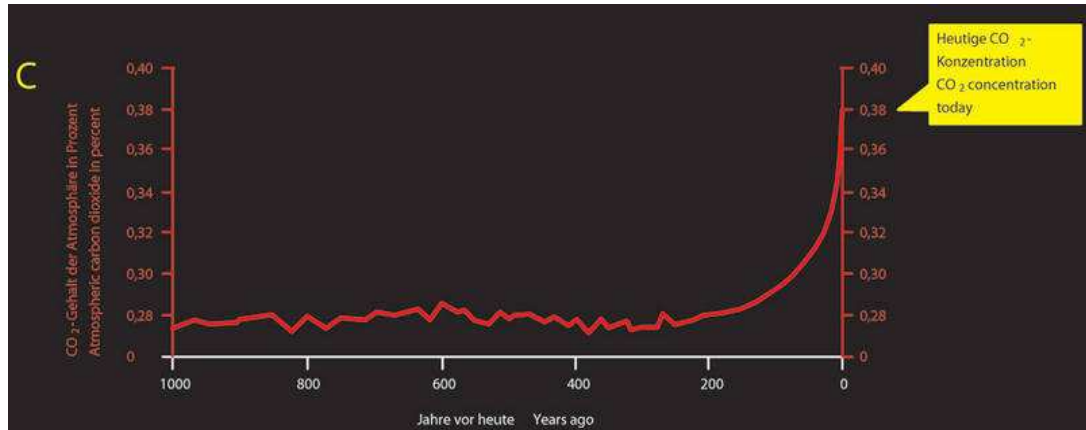
<sup>2</sup> [www.co2-story.de/ausstellung/co2-und-der-treibhauseffekt.html](http://www.co2-story.de/ausstellung/co2-und-der-treibhauseffekt.html)

<sup>3</sup> vgl. Rahmstorf Stefan..., S. 31

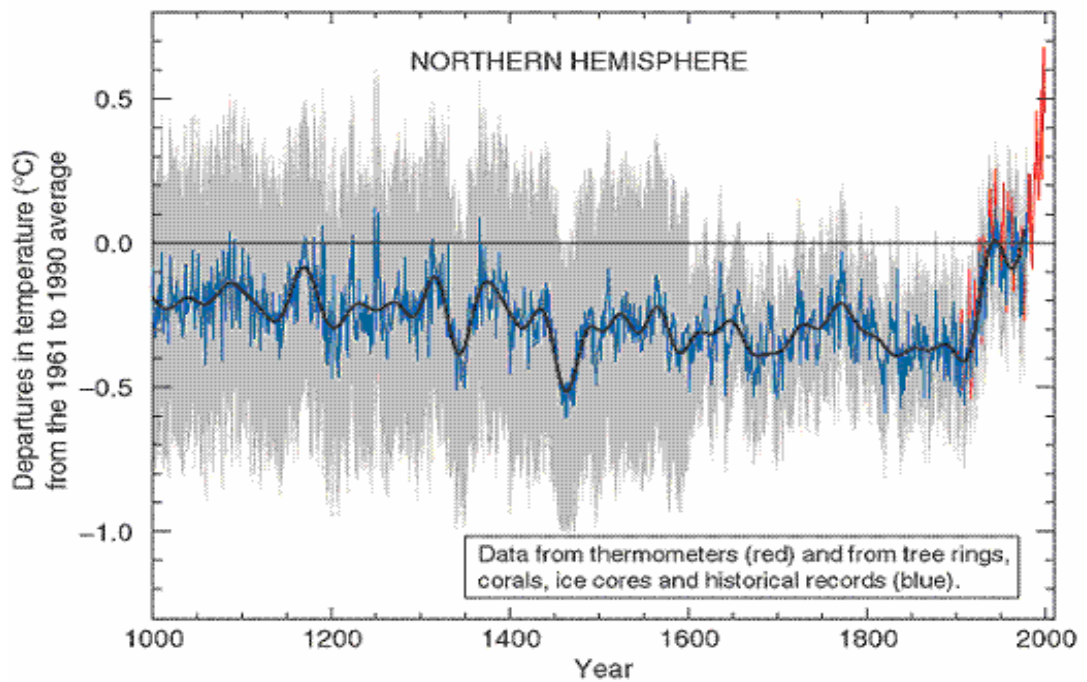
<sup>4</sup> vgl. Graßl Hartmut, S. 14

Die folgenden Diagramme stellen die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre und den Temperaturverlauf in den letzten 1000 Jahren dar:

*CO<sub>2</sub>-Konzentration in Prozent:<sup>5</sup>*



*Anstieg der Durchschnittstemperatur in Grad Celsius:<sup>6</sup>*



Diese Diagramme zeigen, dass zwischen dem CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Erdatmosphäre und der auf der Erde herrschenden Temperatur ein Zusammenhang besteht, was den Treibhauseffekt bestätigt.

<sup>5</sup> [www.co2-story.de/ausstellung/co2-in-der-atmosphaere.html](http://www.co2-story.de/ausstellung/co2-in-der-atmosphaere.html)

<sup>6</sup> [www.worldclimatereport.com/wp-images/RIPI.GIF](http://www.worldclimatereport.com/wp-images/RIPI.GIF)

Ebenfalls wird deutlich, dass durch einen exponentiellen Anstieg von Kohlendioxid-Emissionen, seit Beginn der Industrialisierung um 1750 der CO<sub>2</sub>-Gehalt stark zunimmt, und in der Folge auch die Temperatur, seit etwa 1850 um fast 1 Grad, steigt.

Nun scheint eine Erwärmung um nicht einmal 1 Grad Celsius in über 150 Jahren als sehr gering und nicht ernst zu nehmen, man muss sich jedoch darüber im Klaren sein, dass der Temperaturunterschied zwischen der letzten Eiszeit, der Weichseiszeit, vor über 10.000 Jahren und 1850 bei lediglich 4 Grad liegt.<sup>7</sup> Das heißt, dass bereits ein sehr geringer Anstieg der Temperatur um 1-2 Grad eine enorme Wirkung im Hinblick auf unsere Natur und Umwelt mit sich bringt.

## **2.2 Strategien zum Senken der CO<sub>2</sub>-Emissionen**

### **2.2.1 Energieeinsparung**

Da die 10 wärmsten je gemessenen Jahre alle in den letzten 14 Jahren stattfanden<sup>8</sup> und auch in Anbetracht der Tatsache, dass seit der Weichseiszeit die Temperatur langsam, aber doch stetig anstieg und sich seit dem Beginn der Industrialisierung sowie dem damit verbundenen verstärkten Ausstoß von Treibhausgasen besonders stark und schnell erhöht, ist es unbedingt nötig jetzt zu handeln. Dabei sollen vor allem die CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert werden, da Kohlendioxid das stärkste Treibhausgas darstellt, und so der Temperaturanstieg auf lange Sicht wieder reduziert werden kann.

Es gibt mehrere Wege, die es ermöglichen, die Kohlendioxidkonzentration in der Erdatmosphäre zu verkleinern, und somit auch die Klimaveränderung zu hemmen und langfristig zu stoppen.

Ein wichtiger Schritt ist die Einsparung von Energie. Diese Energieeinsparung stellt laut Prof. Wolfgang Seiler, einem der renommiertesten Klimaforscher Deutschlands, den „aktuell wichtigste[n] Schlüssel zum Klimaschutz [dar]“.<sup>9</sup> Hier liegen die größten Einsparpotentiale, da einerseits jeder einzelne selbst durch sein Verhalten dazu beitragen kann und andererseits über energieeffizientere Systeme, wie sie beispielsweise bei Haushaltsgeräten fortlaufend entwickelt werden, der Verbrauch gesenkt wird.

---

<sup>7</sup> Prof. Wolfgang Seiler, Vortrag zum Klimawandel am 17. Oktober 2007, 20.00 Uhr

<sup>8</sup> Gore AI, Szene 11

<sup>9</sup> CIPRA Tagungsband, S. 34

### **2.2.2 Regenerative Energiequellen**

Ein weiterer ganz entscheidender Schritt, um dem Klimaproblem global entgegenzuwirken, ist der Einsatz von regenerativen Energien wie Wind- und Wasserkraft, Biomasse und Solartechnik. Sie kommen in vielfältiger Form vor, können relativ einfach erschlossen werden, sind meist weltweit verfügbar und vor allem weitestgehend CO<sub>2</sub>-neutral.<sup>10</sup>

Besonders im Sektor der Solartechnik soll und wird in naher Zukunft, auch bei Privathaushalten, viel geschehen, da sich ein Solarzellensystem auf einem normalen Hausdach nach dem heutigen Stand der technischen Möglichkeiten aufgrund der stark steigenden Preise von Erdöl und -gas, je nach Sonnenscheindauer, schon nach maximal 10 Jahren bezahlt macht.<sup>11</sup> Ein weiterer großer Vorteil der solaren Energie liegt darin, dass gerade viele Entwicklungsländer „im Überfluss über den Rohstoff Sonne [verfügen]“.<sup>12</sup> Durch die Verwendung von Sonnenenergie in diesen Ländern könnten also sowohl das Klima geschützt als auch wirtschaftliche Perspektiven geboten werden.

---

<sup>10</sup> vgl. CIPRA Tagungsband, S. 35

<sup>11</sup> Prof. Wolfgang Seiler, Vortrag zum Klimawandel am 17.10.2007, 20.00 Uhr

<sup>12</sup> Latif Mojib, Prof. Dr., S. 141

### 3. Die Auswirkungen der Klimaveränderung auf Garmisch-Partenkirchen

#### 3.1 Veränderungen der Flora und Fauna

##### 3.1.1 Artensterben von Tieren und Pflanzen

Auch auf Garmisch-Partenkirchen, am Rande des Wettersteingebirges in den Alpen gelegen, wirkt sich diese Klimaerwärmung besonders drastisch aus. Das Klima und somit auch die Lebensbedingungen in diesem Wintersportort und seiner Umgebung werden sich erheblich verändern.

Eine dieser Veränderungen betrifft die Tier- und Pflanzenwelt. Hier findet bereits jetzt ein Artensterben statt, das sich nach unterschiedlichen Prognosen in naher Zukunft noch mehr oder weniger stark verschärfen wird. So geht aus dem zweiten UN-Klimabericht (IPCC), welcher den aktuellen Wissens- und Forschungsstand über die Klimasituation zusammenfasst, hervor, dass bereits bei einer globalen Erwärmung von 2 Grad Celsius in den Alpen ein Artensterben bisher ungeahnten Ausmaßes droht. Sollte der Temperaturanstieg weltweit 2,5 Grad oder mehr betragen, würde dies zu einem irreversiblen Schaden der Flora und Fauna im Alpengebiet beitragen, wobei die IPCC-Szenarien einen Verlust von 30-50 % der Spezies in den Alpen bis spätestens 2070 prognostizieren.<sup>13</sup>

Von einem solchen Artensterben wären nicht nur Tierarten wie das Alpensteinhuhn und der Auerhahn oder die

*Das Alpensteinhuhn:*<sup>14</sup>

*Der Gletscherhahnenfuß:*<sup>15</sup>



Gebirgsblumen Gletscherhahnenfuß und Edelweiß, die bereits heute gefährdet sind, betroffen, sondern auch Tiere wie das Schneehuhn, der



Schneehase und sogar der heute noch weit verbreitete

Rotfuchs sowie viele weitere Alpenpflanzen und Bäume, besonders Fichten, die größtenteils kälteres Klima bevorzugen.<sup>16</sup>

<sup>13</sup> vgl. [www.welt.de/wissenschaft/article804208/Abschied\\_von\\_Gletscher\\_und\\_Edelweiss.html](http://www.welt.de/wissenschaft/article804208/Abschied_von_Gletscher_und_Edelweiss.html)

<sup>14</sup> [www.tierdoku.com/images/thumb/250px-Alpensteinhuhn.jpg](http://www.tierdoku.com/images/thumb/250px-Alpensteinhuhn.jpg)

<sup>15</sup> [www.alpinissimum.de/Homepage/exkurs/Montafon/Bilder/ranunculus%20glacialis.jpg](http://www.alpinissimum.de/Homepage/exkurs/Montafon/Bilder/ranunculus%20glacialis.jpg)

<sup>16</sup> ebenso vgl. [www.welt.de/wissenschaft/article804208/Abschied\\_von\\_Gletscher\\_und\\_Edelweiss.html](http://www.welt.de/wissenschaft/article804208/Abschied_von_Gletscher_und_Edelweiss.html)

Auch für einige heimische Fischarten wie etwa Äsche Bachforelle oder Flussbarsch werden die zunehmende Klimaerwärmung und der damit verbundene Anstieg der Wassertemperatur wohl das Ende bedeuten.<sup>18</sup>

*Die Äsche:*<sup>17</sup>



Somit wird die heutige Flora und Fauna rund um Garmisch-Partenkirchen aufgrund des Aussterbens vieler Arten in Zukunft wohl mehr oder minder stark dezimiert werden.

### **3.1.2 Migrationsprozess in der Tier- und Pflanzenwelt**

Es werden jedoch nicht nur heimische Tier- und Pflanzenarten aussterben, sondern sich auch viele südländische, zum Teil exotische Arten neu in den Alpen und auch rund um Garmisch-Partenkirchen ansiedeln. Es findet ein Migrationsprozess zwischen den alten, heimischen und den neuen, fremden Arten statt.

So könnten zum Beispiel Moskitos und andere exotische Mückenarten auftreten. Dadurch wären dann auch in unseren Breiten Malaria-Erkrankungen möglich.<sup>19</sup> Auch bestimmte Palmen, von welchen schon heute eine Art am Alpensüdrand im Grenzgebiet der Schweiz und Norditaliens vorkommt, könnten den Platz heimischer Pflanzen einnehmen.<sup>20</sup>

Dies sind nur einige Beispiele für Tier- und Pflanzenarten, die in den Alpen einen neuen Lebensraum finden und so den Platz der ausgestorbenen oder verdrängten Arten einnehmen könnten. Dadurch wird in absehbarer Zeit im ganzen Alpenraum und so auch in dem Gebiet rund um Garmisch-Partenkirchen eine neue, veränderte Flora und Fauna anzutreffen sein.

---

<sup>17</sup> [www.stoer-angler.de/fischarten/aesche.jpg](http://www.stoer-angler.de/fischarten/aesche.jpg)

<sup>18</sup> vgl. [www.wwf.de/presse/details/news/wenns\\_den\\_alpen\\_zu\\_warm\\_wird/](http://www.wwf.de/presse/details/news/wenns_den_alpen_zu_warm_wird/)

<sup>19</sup> vgl. [www.br-online.de/umwelt-gesundheit/thema/klima/bayern\\_2050.xml](http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/thema/klima/bayern_2050.xml)

<sup>20</sup> vgl. [www.rp-online.de/public/article/aktuelles/wissen/umwelt/476569](http://www.rp-online.de/public/article/aktuelles/wissen/umwelt/476569)

### 3.2 Naturkatastrophen

#### 3.2.1 Hitzeperioden und Dürren

Eine große Gefahr nicht nur für Garmisch-Partenkirchen stellen Naturkatastrophen dar. Im Jahr 2007 zählten Experten mehr als je zuvor<sup>21</sup> und in Zukunft werden sie besonders im alpinen Raum vermehrt stattfinden. Der Alpenraum ist allein aufgrund seiner Geomorphologie ein für solche Naturereignisse besonders sensibler und anfälliger Raum.

In den letzten 50 Jahren haben Naturkatastrophen weltweit stark zugenommen und die volkswirtschaftlichen Schäden sind dabei um mehr als das Zehnfache angestiegen.<sup>22</sup>

Sie sind zum einen das Ergebnis steigender Raumansprüche des Menschen und somit seiner Annäherung an Gefahrenzonen in der Natur, zum anderen sind sie zu einem großen Teil durch den Klimawandel bedingt. Folgende Tabelle zeigt den allgemeinen Anstieg großer Wetterkatastrophen und der dabei verursachten Schäden seit 1950:

*Große Wetterkatastrophen:*<sup>23</sup>

	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999
Anzahl	15	26	29	44	74
Volkswirt. Schäden	46,7	62,9	88,7	141,8	477,0

Eine Form dieser Naturkatastrophen stellen Hitzeperioden und Dürren sowie daraus resultierende Trinkwasserknappheit dar. Ein Beispiel hierfür war der Hitzesommer 2003 in Europa, der über 35.000 Menschenleben forderte.<sup>24</sup> Solche Hitzewellen werden wohl bis Ende des Jahrhunderts zum Normalfall werden.<sup>25</sup>

Im über 700 m ü. NN gelegenen Garmisch-Partenkirchen werden Hitzeperioden und Dürren in Zukunft zwar auch vermehrt auftreten, aber eher schwächer als in anderen Teilen Deutschlands ausfallen und wohl auch die Trinkwasserversorgung im Landkreis nicht gefährden. So lautet die Prognose Prof. W. Seilers: „Aufgrund des enormen Niederschlagsreichtums im Landkreis und dem Wasserspeichervermögen durch den Zugspitzgletscher wird die Wasserversorgung, im Gegensatz zu anderen Gebieten, vorerst zu keinem ernsthaften Problem werden.“<sup>26</sup>

<sup>21</sup> vgl. Garmisch-Partenkirchner Tagblatt, 28. Dezember 2007, S. 7

<sup>22</sup> vgl. CIPRA Tagungsband, S. 59

<sup>23</sup> CIPRA Tagungsband, S. 59

<sup>24</sup> Gore AI, Szene 11

<sup>25</sup> ebenso vgl. CIPRA Tagungsband, S. 59

<sup>26</sup> Prof. Wolfgang Seiler, Vortrag zum Klimawandel am 17.10.2007, 20.00 Uhr

### 3.2.2 Stürme und Unwetter

Eine weitere Form von Naturereignissen sind Stürme und Unwetter.

Besonders in den Alpen treten sie sehr oft auf und stehen mit etwa 45 % aller durch Naturkatastrophen bedingten Schadensereignisse zwischen 1980 und 2005 mit Abstand an erster Stelle, verursachen statistisch gesehen jedoch nach Überschwemmungen nur den zweitgrößten volkswirtschaftlichen Schaden.<sup>27</sup>

Auch in Garmisch-Partenkirchen und Umgebung stellen Stürme die am häufigsten auftretenden Naturkatastrophen dar und richten erhebliche Schäden an. Zu diesen Schäden zählen nicht nur materielle Verluste und Beschädigungen, sondern auch Schäden in Bezug auf die Natur. Unwetter, besonders Stürme, gefährden den Gebirgswald enorm. Allein Blitze zerstören schon viele Bäume, orkanartige Westwinde und Föhnstürme, die im alpinen Raum besonders häufig vorkommen, wirken sich jedoch oftmals verheerend auf die Wälder aus und zerstören riesige Flächen mit Baumbewuchs fast komplett. Beispiele hierfür sind der Orkan „Lothar“, der Ende Dezember 1999 am Wank in Garmisch-Partenkirchen eine große Windbruchfläche hinterließ, oder der Föhnsturm im November 2002, der im so genannten „Kuhfluchtwäldchen“ im Nachbarort Farchant weite Teile des Baumbestandes vernichtete:

Wank.<sup>28</sup>



Kuhfluchtwäldchen.<sup>29</sup>



Diese Schäden am Bergwald haben bedeutende Auswirkungen, da diesem gleich mehrere Schutzfunktionen zukommen, weshalb auch „ca. 60 % der Wälder [in Bayern] als Schutzwald ausgewiesen“ sind.<sup>30</sup>

<sup>27</sup> vgl. CIPRA Tagungsband, S. 62

<sup>28</sup> [www.co2-story.de/spaziergaenge/garmisch.html](http://www.co2-story.de/spaziergaenge/garmisch.html)

<sup>29</sup> Privatfoto vom 10. Januar 2008, 13.30 Uhr

<sup>30</sup> CIPRA Tagungsband, S. 76

Da im Berggebiet der Oberflächenabfluss aufgrund des Reliefs und der vergleichsweise geringen Bodentiefen stärker ausgeprägt ist als im Flachland, kommt hier dem Bergwald eine wichtige Hochwasserschutz-Funktion zu. Waldboden kann erstens viel mehr Wasser speichern als Boden auf brach liegenden Flächen, zweitens kann hier mehr Wasser schneller und tiefer in den Boden einsickern und drittens halten Wälder Unterholz zurück, das ansonsten vom Hochwasser mitgerissen würde und in Siedlungen zerstörerisch wirken könnte. Auch werden Siedlungen und die Verkehrsinfrastruktur durch den Bergwald vor Lawinen, Muren und Steinschlag geschützt. Außerdem wird der eigene Standort vor Bodenabtragung bewahrt, weil die Bäume durch ihre tiefe Durchwurzelung die Böden festigen.

Eine weitere Schutzfunktion des Bergwaldes ist der Klimaschutz. Er dient sowohl als CO<sub>2</sub>-Speicher als auch als Lieferant für Holz als Baustoff, was ebenfalls klimaschutzwirksam ist.

Somit gefährden Unwetter und vor allem Stürme nicht nur die Menschen in Siedlungen und deren Hab und Gut, sondern auch das Klima, indem sie wertvollen Bergwald zerstören.

### **3.2.3 Muren, Lawinen und Erdbeben**

Ebenso verhält es sich mit Muren, Lawinen und Erdbeben, die teilweise wertvollen Bergwald und somit Schutz vor denselbigen zerstören. Hierdurch entsteht in gewisser Weise ein Teufelskreis.

Lawinen und besonders Muren und Erdbeben werden gehäuft durch den Klimawandel verursacht. Im gesamten Alpenraum führt dieser dazu, dass sich sommers wie winters extreme Wettersituationen sehr schnell abwechseln. So kommt es im Winter beispielsweise durch warmes Tauwetter nach starkem Schneefall vermehrt zu Lawinenabgängen, die vor allem Skifahrer und andere Wintersportler, aber auch Tiere wie Gämsen und Steinböcke bedrohen. Das Beispiel in Galtür, als am 23. Februar 1999 eine Lawine 31 Menschen in den Tod riss,<sup>31</sup> zeigt, dass trotz strenger Sicherheitsmaßnahmen und grob aufgestellten Regeln wie „[f]reies, baumloses und zwischen 30 und 45 Grad steiles Gelände ist besonders gefährdet“,<sup>32</sup> nie genau berechenbar ist, wann und wo solche Naturkatastrophen auftreten, und dass auch in den Garmisch-Partenkirchner Skigebieten sowie auf Straßen und Wanderwegen in der Nähe

---

<sup>31</sup> vgl. [www.galtuer.gv.at/l-haupt.htm](http://www.galtuer.gv.at/l-haupt.htm)

<sup>32</sup> Windig Norbert..., S. 158

des Ortes bei entsprechenden Schneelagen jederzeit mit solch verheerenden Lawinenabgängen zu rechnen ist. Das Skigebiet auf der Zugspitze, aber auch das unterhalb der Alpspitze sind hierbei besonders gefährdet.

Lawinenunglück in Galtür im Februar 1999.<sup>33</sup>



Auch die warme Jahreszeit birgt Gefahren, indem bei stetig steigenden Sommertemperaturen die Permafrostböden in den Alpen auftauen und dadurch Abhänge instabil werden, weswegen es zu Murenabgängen und Bergstürzen kommt.

Ein spektakuläres Beispiel hierfür war „der (...) Abbruch von rund tausend Kubikmetern Fels am Matterhorn im Hitzesommer 2003, nachdem die Nullgradgrenze auf ein Rekordniveau von 4800 m ü. NN geklettert war.“<sup>34</sup>

Solche Abbrüche werden Straßen und Ortschaften zunehmend gefährden und kostspielige Schutzverbauungen an Gebirgshängen erfordern.

Das Gebiet um Garmisch-Partenkirchen ist vom Auftauen des Permafrostes zwar nicht betroffen, jedoch beeinflusst auch stärkerer und extremerer Niederschlag die Stabilität der Gebirgshänge mit der Folge von Erdbeben. Derartige sind bereits an der Dreitorspitze und am Jubiläumsgrad zwischen Zugspitze und Alpspitze sowie am Fricken aufgetreten.

Diese Erdbeben, Muren- und Lawinenabgänge werden sich in Zukunft häufen und die Skigebiete, Seilbahnen, Straßen- und Wanderwege um Garmisch-Partenkirchen, aber auch den Ort selbst, gefährden.

---

<sup>33</sup> [www.akustische-chronik.at/htdocs/resources/img/1999\\_bh\\_galtuer2\\_bnr\\_e\\_1008165.jpg](http://www.akustische-chronik.at/htdocs/resources/img/1999_bh_galtuer2_bnr_e_1008165.jpg)

<sup>34</sup> Rahmstorf Stefan..., S. 60

### 3.2.4 Hochwasser und Überschwemmungen

Die in den Alpen im Hinblick auf finanzielle Schäden mit Abstand bedrohendsten und schlimmsten Naturkatastrophen stellen Überschwemmungen dar, die mit 66 % Anteil an den Gesamtschäden im Alpenraum von 1980 bis 2005, wie schon erwähnt, noch vor Stürmen an erster Stelle liegen.<sup>35</sup> Sie treten im Alpengebiet besonders oft und kräftig auf, da es hier häufig zu starken Regenfällen kommt, die besonders im Frühling und Sommer durch Schnee- und Gletscherschmelzwasser noch verstärkt werden.

Auch Garmisch-Partenkirchen war in der Vergangenheit schon mehrmals von solchen Hochwasser- und Überschwemmungskatastrophen betroffen und wird wohl in Zukunft durch höhere Niederschlagsextrema sowie verstärkte Schnee- und Gletscherschmelze immer häufiger und heftiger von diesen Überschwemmungen heimgesucht werden.

Zwei Beispiele hierfür sind das so

genannte „Pfungsthochwasser“ 1999, welches in Oberbayern mindestens 10 Menschen das Leben kostete, Schaden im zweistelligen Millionenbereich verursachte<sup>37</sup> und auch in Garmisch-Partenkirchen, vor allem aber im 13 km entfernten Eschenlohe zu erheblichen Schäden führte, sowie das Hochwasser im August 2005, bei welchem in Garmisch-Partenkirchen zwar mengenmäßig mehr Wasser über die Ufer trat als 1999, die Schäden aber aufgrund umgesetzter Erfahrungen geringer

*Pfungsthochwasser 1999 in Eschenlohe:*<sup>36</sup>



ausfielen.<sup>38</sup> So wurden die Wassermassen des im Bereich der Hauptstraße über die Ufer getretenen Flusses Kankerbaches kurzerhand durch Dämme aus Sandsäcken, Erde, Plastikplanen und sogar Mist über selbige Hauptstraße abgeleitet. (siehe Abbildung nächste Seite)

<sup>35</sup> vgl. CIPRA Tagungsband, S. 62

<sup>36</sup> [www.zeus.zeit.de/bilder/2005/34/aktuell\\_online/hochwasser\\_galerie/01.jpg](http://www.zeus.zeit.de/bilder/2005/34/aktuell_online/hochwasser_galerie/01.jpg)

<sup>37</sup> vgl. Garmisch-Partenkirchner Tagblatt, 25. Mai 1999, o.S.

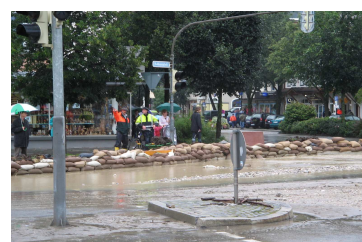
<sup>38</sup> vgl. Garmisch-Partenkirchner Tagblatt, 24. August 2005, o.S.

August-Hochwasser 2005 in Garmisch-Partenkirchen:<sup>39</sup>

Loisachbrücke in GAP:



Ableitung der Wassermassen über die Hauptstraße:



Ein anderes einschneidendes Ereignis, das sich im Rahmen des „August-Hochwassers“ abspielte, war das Verschwinden der „Blauen Gumppe“, eines von der Partnach gespeisten kleinen Gebirgssees im Reintal, unterhalb des Zugspitzmassivs auf etwa 1.210 m ü. NN gelegen. Vom Regenwasser in Bewegung gesetzte Schlamm- und Geröllmassen füllten diese vollständig aus und ließen sie so von der Landkarte verschwinden.

Beiden Ereignissen waren extrem starke Niederschläge, zum Teil gepaart mit Schneeschmelze, vorausgegangen. So waren der Mai 1999 mit 350 mm der niederschlagsreichste je von der Wetterstation Hohenpeißenberg ermittelte Mai<sup>40</sup> und der 21. Mai 1999 mit 138,5 mm in 24 Stunden sogar der niederschlagsreichste Tag seit Beginn der Messungen.<sup>41</sup> Ähnlich fielen die Werte in Garmisch-Partenkirchen aus.

Es verloren jeweils etliche Menschen ihr Leben, es entstanden Schäden in Millionenhöhe und beide Male gab es Nachwirkungen in Form von verunreinigtem Grund- und Trinkwasser, wie aus zahlreichen Zeitungsartikeln hervorging.

Somit werden Hochwasser und Überschwemmungen die Einwohner der Marktgemeinde Garmisch-Partenkirchen auch in Zukunft vor gewaltige Probleme stellen. „Der Klimawandel wird zwar insgesamt für weniger Niederschläge im Sommer sorgen, die einzelnen Niederschlagsextrema werden jedoch kräftiger ausfallen.“<sup>42</sup>

Garmisch-Partenkirchen ist durch das Zusammenfließen der beiden Flüsse Loisach und Partnach, in die wiederum der Kankerbach mündet, sowie durch deren erhöhtes Mitführen von Schmelzwasser zur Frühlings- und Sommerzeit in Verbindung mit hohen Grundwasserständen besonders stark der Überschwemmungsgefahr ausgeliefert. Da sich diese Hochwasser als Folge der Klimaerwärmung noch häufen werden, stellen

<sup>39</sup> Privatfotos vom 23. August 2005

<sup>40</sup> vgl. [www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS/prod/spezial/regen/donau\\_bodensee\\_KSB99.pdf](http://www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS/prod/spezial/regen/donau_bodensee_KSB99.pdf)

<sup>41</sup> vgl. [www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/wir/historie.htm](http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/wir/historie.htm)

<sup>42</sup> Prof. Wolfgang Seiler, Vortrag zum Klimawandel am 17.10.2007, 20.00 Uhr

Hochwasser und Überschwemmungen wohl die schwerwiegendsten Naturkatastrophen und die größte Gefahr für die Marktgemeinde dar. Dementsprechend wurden teure und umfangreiche Hochwasserschutzmaßnahmen umgesetzt.

### 3.3 Auswirkungen auf den Tourismus

Garmisch-Partenkirchen ist ein vorwiegend vom Tourismus geprägter und abhängiger Ort. Mit über 320.000 Gästen und knapp 1.2 Millionen Übernachtungen im Jahr 2007<sup>43</sup> stellt die Marktgemeinde eine touristische Hochburg dar, die vor allem in den Wintermonaten zu den wichtigsten Tourismusstandorten Deutschlands zählt.

Wie wichtig der Fremdenverkehr für Garmisch-Partenkirchen ist, zeigt sein Anteil an der Gesamtwirtschaftskraft des Ortes. Er liegt zwischen 60 und 70 %, <sup>41</sup> das heißt weit über die Hälfte der Ökonomie der Gemeinde spielt sich in diesem Wirtschaftszweig ab.

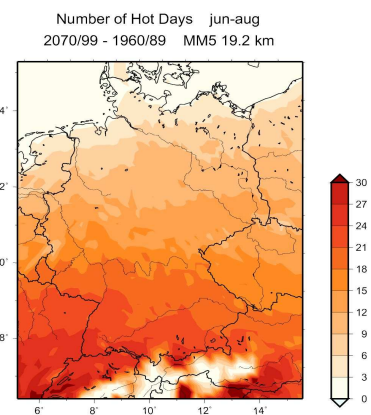
Da wiederum ein Großteil dieses Tourismus dem Wintersport zuzuordnen ist, der Winter sich jedoch durch die Klimaerwärmung ändern wird, dürfte dies für die Garmisch-Partenkirchner Tourismusbranche drastische Auswirkungen zur Folge haben. So birgt der Klimawandel und der damit verbundene Temperaturanstieg zwar große Risiken für den Wintertourismus, aber auch Chancen für den Sommertourismus.

#### 3.3.1 Sommertourismus

Diese Chancen begründen sich erstens durch einen künftig deutlichen Anstieg der Sommertage mit über 25 Grad Celsius im Alpenraum, gepaart mit einem Rückgang der Regentage.

So wird Bade-, Aktivitäts- oder Sporturlaub und besonders Trekking-, Kletter- und Wanderurlaub für den Garmisch-Partenkirchner Tourismus an Bedeutung gewinnen. Das Diagramm am rechten Bildrand zeigt ein regionales Klimamodell des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) in Garmisch-Partenkirchen, welches die Zahl der heißen Tage mit über 30 Grad Celsius von Juni bis August in den Jahren 1960-1989 mit den Jahren 2070-2099 vergleicht.

Anzahl heißer Tage:<sup>44</sup>



<sup>43</sup> Angabe Herrn Maurers, Mitarbeiter der Touristikinformation Garmisch-Partenkirchen, 15. Januar 2008

<sup>44</sup> Knoche Richard, IMK-IFU

Es wird deutlich, dass diese so genannten „Heißen Tage“ gerade in Süddeutschland stark zunehmen werden.

Zweitens werden in südlichen Urlaubsländern in Zukunft im Sommer unerträglich heiße Temperaturen vorherrschen, während den Alpen eine Attraktivitätssteigerung für Sommerurlauber aufgrund des gemäßigten Klimas, das eine gewisse Sommerfrische verheißt, vorausgesagt wird.<sup>45</sup>

Dies war auch die Analyse von Prof. W. Seiler auf der CIPRA Jahresfachtagung 2006 in Bad Hindelang: „Bei einem weiteren Temperaturanstieg ist deshalb im Sommer mit einem abnehmenden Touristenstrom in Richtung Süden zu rechnen. Gleichzeitig scheint ein vermehrter Touristenstrom aus dem Mittelmeerraum in die Alpen, die Sommerfrische, nahe liegend.“<sup>46</sup>

Es wird also eine Umkehrung des Tourismusstroms über die Alpen stattfinden.

Der Klimawandel ist dementsprechend nicht nur als Gefahr für den Fremdenverkehr in Garmisch-Partenkirchen, sondern im Hinblick auf den Sommertourismus auch als Chance zu sehen, was natürlich für den gesamten Alpenraum gilt

### **3.3.2 Wintertourismus**

Mit etwa 11 % des internationalen bzw. 25 % des europäischen Tourismus ist der Alpenraum eine der touristisch am intensivsten genutzten Regionen weltweit<sup>47</sup>, wobei sich ein Großteil der Übernachtungen auf die wenigen Wintermonate konzentriert.

Wie schon erwähnt ist auch Garmisch-Partenkirchen als hauptsächlich touristisch geprägter Ort zu bezeichnen, und der Wintertourismus stellt das wirtschaftliche Herzstück der Marktgemeinde dar.

Im Folgenden soll untersucht werden, ob die Klimaerwärmung den Wintertourismus beeinflussen und sogar gefährden kann und inwieweit dies auf den Standort Garmisch-Partenkirchen und seine Skigebiete zutrifft.

#### **3.3.2.1 Schneesicherheit in den Skigebieten**

Es gilt als erwiesen, dass besonders der Winter künftig durch deutlich mildere Temperaturen bestimmt wird. Die Diagramme auf der nächsten Seite sind wiederum auf ein regionales Klimamodell des IMK-IFU zurückzuführen. Sie zeigen die

---

<sup>45</sup> vgl. CIPRA Tagungsband, S. 101

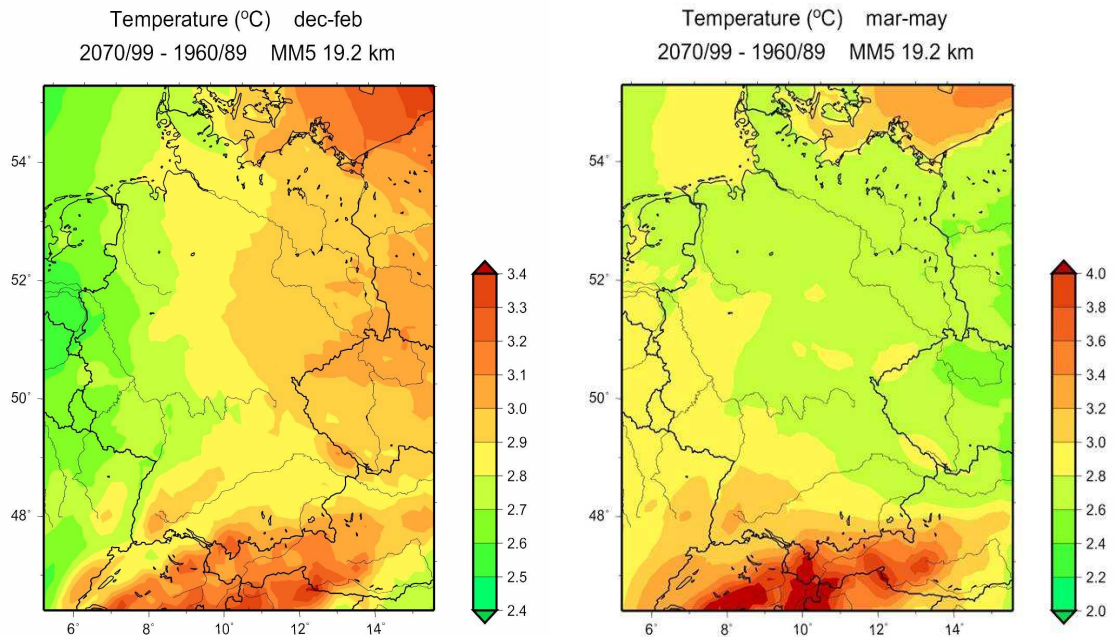
<sup>46</sup> CIPRA Tagungsband, S. 32

<sup>47</sup> vgl. CIPRA Tagungsband, S. 100

Veränderungen der Winter- und Frühjahrstemperaturen zwischen 1960-1989 und 2070-2099. Auffällig ist vor allem der starke Temperaturanstieg im Alpenraum in Süddeutschland sowie der Schweiz und Österreich. Dieser Anstieg gestaltet sich mit teilweise über 3 Grad Celsius in etwas über 100 Jahren sehr hoch:

Veränderung der Wintertemperaturen:<sup>48</sup>

Veränderung der Frühjahrstemperaturen:<sup>49</sup>



Es ist also nicht verwunderlich, dass sich deswegen die Schneedecke und die Gletscher in den Alpen, wie auch in Garmisch-Partenkirchen und Umgebung, verändern werden. Schon heute gefährdet der Temperaturanstieg die Schneesicherheit in den Skigebieten. Deutlich wird dies dadurch, dass immer mehr Skigebiete in niedrigeren oder der Sonneneinstrahlung stark ausgesetzten Lagen schließen. Ein Beispiel aus Garmisch-Partenkirchen ist hierfür das Skigebiet auf dem Wank, in welchem seit 2002 die Skilifte außer Betrieb sind.<sup>50</sup> Durch zu hohe Temperaturen sowie zu große Sonneneinstrahlung war keine ausreichende Schneesicherheit mehr gegeben.

Ein weiterer Beleg für die zunehmende „Schneeunsicherheit“ ist die neue Beschneiungsanlage im Hausberg-Skigebiet auf der „Kochelberg-Abfahrt“. Selbst für relativ günstig gelegene Pisten - die Kochelberg-Abfahrt befindet sich auf einem Nordhang - sind also schon technische Hilfsmittel in Form von teuren und ökologisch fragwürdigen Beschneiungsanlagen notwendig, um im Konkurrenzkampf mit anderen

<sup>48</sup> Knoche Richard, IMK-IFU

<sup>49</sup> ebenso Knoche Richard, IMK-IFU

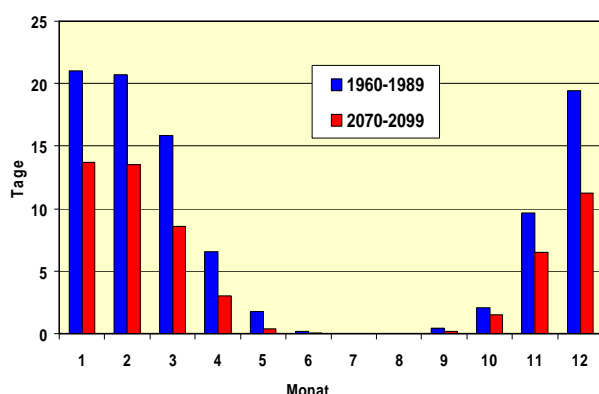
<sup>50</sup> [www.skiresort.de/allgemein/geschlossen.htm](http://www.skiresort.de/allgemein/geschlossen.htm)

Skigebieten, vor allem in Österreich, zu bestehen. Außerdem benötigen auch Schneekanonen bestimmte Mindesttemperaturen.

Wie stark sich nun aber der Rückgang der Schneebedeckung im Genauen gestaltet, sollen die folgenden Abbildungen veranschaulichen. Beide sind wiederum Ergebnisse

eines regionalen Klimamodells.

Tage mit Schneebedeckung:<sup>51</sup>



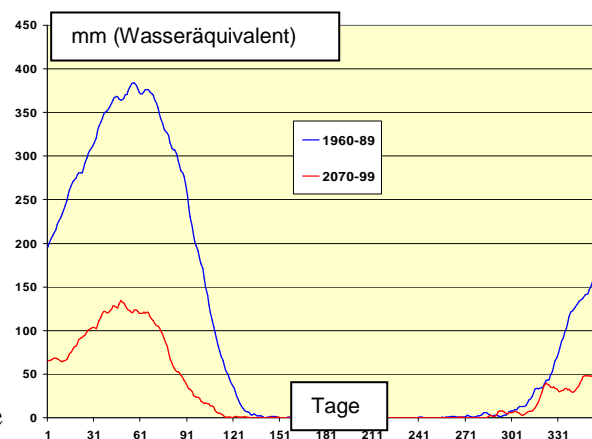
Das Diagramm links zeigt den Rückgang der Tage mit Schneebedeckung in Südbayern und dem nördlichen Ostalpenraum. Das ganze Jahr über werden diese Tage bereits in etwa 70 Jahren deutlich dezimiert sein. In den Wintersportmonaten November bis März reduziert sich die Zahl der Tage

mit Schneebedeckung gar um über 30 Tage pro Jahr, wie aus der Abbildung hervorgeht.

Das rechte Diagramm beschreibt den Jahresgang der Schneemasse am Alpennordrand in 1300-1950 Metern Höhe. Auch hier ist ein starker Rückgang erkennbar.

Nun stellt sich die Frage, ob diese Ergebnisse so auch auf die Garmisch-

Jahresgang der Schneemasse:<sup>52</sup>



Partenkirchner Skigebiete übertragbar sind. Natürlich wird auch hier künftig die Schneesicherheit abnehmen. Eine Ausnahme stellt das Zugspitzskigebiet dar. Es ist zwar bekannt, dass der Zugspitzgletscher schmilzt, durch erhöhte Niederschlagsmengen im Winter - die Klimaerwärmung bringt verringerte Werte im Sommer und höhere im Winter mit sich - wird die Schneesicherheit auf der Zugspitze aber vorerst zunehmen und auch auf längere Sicht keine ernsteren Probleme bereiten. Im über 2500 m ü. NN gelegenen Skigebiet wird die Temperatur zwar auch ansteigen, in der Wintersportsaison jedoch weitestgehend zu kalt für Regenfälle sein. Ähnlich verhält es sich mit dem

<sup>51</sup> Knoche Richard, IMK-IFU

<sup>52</sup> ebenso Knoche Richard, IMK-IFU

Alpspitz-Skigebiet; dort wird es aber wohl aufgrund der niedrigeren Lage geringe Einbußen bezüglich der Schneesicherheit geben.<sup>53</sup>

So gesehen sind das Hausberg- und das Kreuzeck-Skigebiet mit der bekannten Weltcup-Abfahrtsstrecke „Kandahar“ trotz teurer Beschneiungsanlagen innerhalb der Garmisch-Partenkirchner Skigebiete als Verlierer in Bezug auf die Schneesicherheit zu betrachten. Insgesamt könnte sich für Garmisch-Partenkirchen aber im Vergleich zu anderen deutschen Wintersportzentren ein Vorteil ergeben, da die Marktgemeinde die höchst gelegenen Skigebiete in ganz Deutschland stellt.

### 3.3.2.2 Das Schmelzen des Zugspitzgletschers

„Die Alpen insgesamt haben seit dem Gletscherhochstand um 1850 bis heute bei ca. 1,5°C Erwärmung in den Höhenlagen bereits etwa zwei Drittel der Eismasse und etwa die Hälfte der vergletscherten Fläche verloren.“<sup>54</sup> Diese Gletscherschmelzen gehören zu den sichtbarsten Auswirkungen der Klimaerwärmung. Der Gletscherschwund ist ein klarer Indikator für den Klimawandel.<sup>55</sup>

Wie im obigen Punkt erwähnt schmilzt auch der einzige Gletscher Deutschlands, der „Schneeferner-Gletscher“ auf der Zugspitze, immer schneller. Wie sehr die Eis- und Schneemassen schon abgenommen haben, soll folgendes Bild veranschaulichen, welches Fotografien aus dem Sommer 1890 und 2003 gegenüber stellt:

*Der Schneeferner-Gletscher 1890 und 2003:*<sup>56</sup>



<sup>53</sup> Interview mit Herrn Richard Knoche am 17. Januar 2008, 14.00 Uhr

<sup>54</sup> Graßl Hartmut, S. 62

<sup>55</sup> vgl. Rahmstorf Stefan..., S. 56

<sup>56</sup> [www.klima-sucht-schutz.de/typo3temp/pics/c7d8ea5c77.jpg](http://www.klima-sucht-schutz.de/typo3temp/pics/c7d8ea5c77.jpg)

Allein diese Aufnahmen verdeutlichen, wie stark sich diese Gletscherschmelze vollzieht, und begründen die Meinung vieler Experten, die dem Schneeferner-Gletscher „...noch maximal 20 Jahre Lebenszeit geben“.<sup>57</sup>

Um diese Gletscherschmelze zu verringern, wird der Schneeferner jedes Jahr im Sommer von Mitarbeitern der Zugspitzbahn, wie rechts im Bild zu sehen, mit Spezialfolien abgedeckt. „Die Betreiber

der Zugspitzbahn hoffen, damit etwa Abdecken des Gletschers mit Spezialfolien.<sup>58</sup> 30.000 Kubikmeter Schnee vor dem Schmelzen zu retten.“<sup>59</sup>

Trotz aller Maßnahmen wird dieser Gletscherschwund wohl auch auf die Region Garmisch-Partenkirchen sowie auf den Skisport auf der Zugspitze und somit auf den Wintertourismus Auswirkungen haben. So kommt Gletschern



beispielsweise eine wichtige Hochwasserschutzfunktion zu. Durch die starke Erwärmung, die der Klimawandel mit sich bringt, fallen Niederschläge immer öfter als Regen und nicht mehr als Schnee. Gletscher können diesen Regen aufnehmen und zwischenspeichern; so verringert sich die Hochwassergefahr. Bei einem weiteren Abschmelzen verstärkt sich diese Gefahr jedoch, da nun der Regen nicht mehr zwischengespeichert werden kann. So können Regen- und Schmelzwasser gleichermaßen Überschwemmungen herbeiführen.

Erstes „Opfer“ der Gletscherschmelze im Zugspitzskigebiet war die Halfpipe, die seit 2005 zur Erhaltung des Gletschers nicht mehr auf selbigem aufgebaut wird.

Auch der Wintersport auf der Zugspitze wird etwas eingeschränkt werden, da wohl die Skisaison geringfügig verkürzt werden muss.

Dennoch liegt das Zugspitzskigebiet und somit der Wintersport in Garmisch-Partenkirchen und Umgebung im Vergleich mit anderen Regionen Deutschlands aufgrund der Höhenlage weiterhin im Vorteil.

<sup>57</sup> [www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml](http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml)

<sup>58</sup> ebenso [www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml](http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml)

<sup>59</sup> ebenso [www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml](http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml)

### 3.3.2.3 Alternativen zum Skitourismus

Obwohl der Standort Garmisch-Partenkirchen gegenüber anderen deutschen Ski- und Wintersportorten einen erheblichen Vorteil haben wird, ist es doch notwendig, den durch die Klimaerwärmung bedingten Anstieg von schneefreien Tagen in der Region auszugleichen. Es müssen für diese Zeitspanne, die immer größer zu werden droht, Alternativen zum Skitourismus geschaffen werden.

Hierbei zeigt sich die Tourismusbranche bisher jedoch zu fantasielos,<sup>60</sup> obwohl es mehrere Möglichkeiten alternativer Angebote gäbe.

Eine dieser Alternativmöglichkeiten stellt der so genannte Natur- oder auch Landschaftsurlaub dar. In der schneefreien Zeit könnten beispielsweise Wanderungen mit Tierbeobachtungen in Form von Wildfütterungen, wie sie heute in Graswang und auch in Garmisch-Partenkirchen am „Kramerplateauweg“ schon stattfinden, Urlaub auf dem Bauernhof oder auch Kutschenfahrten vermehrt angeboten werden.

Weitere sinnvolle Alternativangebote zum Skitourismus, die sich auch wirtschaftlich rentabel gestalten, liegen im Bereich des Wellness-Tourismus. Dieser ließe sich bei entsprechenden Schneelagen auch hervorragend mit Skitourismus kombinieren, was bereits jetzt etliche Garmisch-Partenkirchner Hotels beweisen. Verstärkte Investitionen in diese Tourismussparte würden den Winter- und Skitourismus erheblich entlasten und schneearme Winter leichter verkraftbar machen.

Auch der ergänzende Bereich Kultur mit Konzerten, Theater, Kabarett und Vorträgen ist durchaus ausbaufähig.

Es wird jedoch nicht möglich sein, den Skitourismus durch diese Alternativangebote zu ersetzen, da ein Großteil der Urlauber gerade des alpinen Skisports wegen Garmisch-Partenkirchen besucht. Bei einem Ausbleiben dieses Wintersportangebots würden diese Touristen wohl in andere Skisportorte in Österreich und der Schweiz reisen.<sup>61</sup>

Garmisch-Partenkirchen ist nach wie vor eine Wintersportmetropole und wird auch in Zukunft eine solche bleiben.

---

<sup>60</sup> vgl. CIPRA Tagungsband, S. 116

<sup>61</sup> Interview mit Herrn Richard Knoche am 17. Januar 2008, 14.00 Uhr

#### **4. Garmisch-Partenkirchen als Gewinner bezüglich der Klimaveränderung**

Abschließend ist also zu sagen, dass trotz aller Gefahren und Risiken, welche die gegenwärtige Klimaveränderung mit sich bringt, besonders im Bereich des Tourismus Chancen für Garmisch-Partenkirchen entstehen werden.

Den Veränderungen in der Flora und Fauna, sowie der Gefahr durch die steigende Zahl der Naturkatastrophen im Alpenraum in Form von Hitzeperioden, Dürren, Stürmen, Muren, Lawinen und Hochwasser stehen wirtschaftliche Chancen bezüglich des Tourismus gegenüber.

Den genannten Risiken wird bereits jetzt durch aufwändige Hochwasserschutzmaßnahmen, Aufforstung von Bergwald, Beobachtung und Sprengung von Lawinen sowie Straßensicherung begegnet.

Wie eigentlich anzunehmen wäre, dürfte sich der Klimawandel wohl in Zukunft nicht nur auf den Sommertourismus, sondern auch auf den Wintertourismus in Garmisch-Partenkirchen positiv auswirken. Die Schneesicherheit in den Skigebieten wird im Vergleich zu anderen deutschen Wintersportstandorten weniger in Mitleidenschaft gezogen werden; das Zugspitzskigebiet wird aufgrund seiner Höhenlage und größeren Niederschlagsmengen in der kalten Jahreszeit sogar schneesicherer werden.

So ist die Höhenlage der Garmisch-Partenkirchner Skigebiete der große Vorteil gegenüber anderen in Deutschland und die Konkurrenz wird sich künftig, durch den Klimawandel bedingt, auf die hoch gelegenen Skigebiete in Österreich sowie der Schweiz beschränken.

Da der Tourismus das wirtschaftliche Herzstück Garmisch-Partenkirchens darstellt und durch die Klimaerwärmung wohl begünstigt werden wird, ist als Ergebnis dieser Arbeit anzufügen, dass die Klimaveränderung zwar viele Gefahren und Risiken mit sich bringt, die Marktgemeinde Garmisch-Partenkirchen in Hinsicht auf den Tourismus und die daraus resultierenden wirtschaftlichen Möglichkeiten des Ortes jedoch durchaus als Gewinner bezüglich der Klimaveränderung bezeichnet werden kann.

## 5. Literaturverzeichnis

1. CIPRA Tagungsband 23/2006, Klima - Wandel - Alpen, Tourismus und Raumplanung im Wetterstress, Bad Hindelang, 2006
2. Garmisch-Partenkirchner Tagblatt, Jahrhundertflut überrollt Oberbayern, 25. Mai 1999
3. Garmisch-Partenkirchner Tagblatt, Katastrophen durch Klimawandel, 28. Dezember 2007
4. Garmisch-Partenkirchner Tagblatt, Kluger Schachzug: Flut durch Hauptstraße abgeleitet, 24. August 2005
5. Graßl Hartmut, Was stimmt? – Klimawandel – Die wichtigsten Antworten, Freiburg, 2007, Originalausgabe
6. Latif Mojib, Prof. Dr., Herausforderung Klimawandel – Was wir jetzt tun müssen, München, Aktualisierte Taschenbuchausgabe 05/2007
7. Rahmstorf Stefan, Schellnhuber Hans Joachim, Der Klimawandel, München, 2007, 6. Auflage
8. Windig Norbert, Mészáros Martin, Schlamberger Michael, Die Alpen – Im Reich des Steinadlers, Köln/Wien, 2000, Ungekürzte Lizenzausgabe

## 6. Internetlinks

1. BR-online: [www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml](http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml), 9. Januar 2008, 19.52 Uhr
2. BR-online: [www.br-online.de/umwelt-gesundheit/thema/klima/bayern\\_2050.xml](http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/thema/klima/bayern_2050.xml), 5. Januar 2008, 9.53 Uhr
3. DWD: [www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS/prod/spezial/regen/donau\\_bodensee\\_KSB99.pdf](http://www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS/prod/spezial/regen/donau_bodensee_KSB99.pdf), 11. Januar 2008, 16.34 Uhr
4. DWD: [www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/wir/historie.htm](http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/wir/historie.htm), 11. Januar 2008, 16.46 Uhr
5. Friedrich Thomas A., 11. April 2007:  
[www.rponline.de/public/article/aktuelles/wissen/umwelt/476569](http://www.rponline.de/public/article/aktuelles/wissen/umwelt/476569), 5. Januar 2008, 9.55 Uhr
6. Gemeinde Galtür: [www.galtuer.gv.at/l-haupt.htm](http://www.galtuer.gv.at/l-haupt.htm), 7. Januar 2008, 12.43
7. RP-ONLINE: [www.rp-online.de/public/article/aktuelles/wissen/umwelt/476569](http://www.rp-online.de/public/article/aktuelles/wissen/umwelt/476569), 5. Januar 2008, 9.55 Uhr
8. Skiresort Service International: [www.skiresort.de/allgemein/geschlossen.htm](http://www.skiresort.de/allgemein/geschlossen.htm), 17. Januar 2008, 21.02 Uhr
9. WWF Deutschland, 2007:  
[www.wwf.de/presse/details/news/wenns\\_den\\_alpen\\_zu\\_warm\\_wird/](http://www.wwf.de/presse/details/news/wenns_den_alpen_zu_warm_wird/), 5. Januar 2008, 9.08 Uhr

## 7. Abbildungsverzeichnis

1. Der Treibhauseffekt (S. 4):  
[www.co2-story.de/ausstellung/co2-und-der-treibhauseffekt.html](http://www.co2-story.de/ausstellung/co2-und-der-treibhauseffekt.html),  
19. November 2007, 15.45 Uhr
2. CO<sub>2</sub>-Konzentration in Prozent (S. 5):  
[www.co2-story.de/ausstellung/co2-in-der-atmosphaere.html](http://www.co2-story.de/ausstellung/co2-in-der-atmosphaere.html), 12. Dezember 2007, 18.56 Uhr
3. Anstieg der Durchschnittstemperatur in Grad Celsius (S. 5)  
[www.worldclimatereport.com/wp-images/RIP1.GIF](http://www.worldclimatereport.com/wp-images/RIP1.GIF), 12. Dezember 2007, 19.03 Uhr
4. Das Alpensteinhuhn (S. 8):  
[www.tierdoku.com/images/thumb/250px-Alpensteinhuhn.jpg](http://www.tierdoku.com/images/thumb/250px-Alpensteinhuhn.jpg), 4. Januar 2008, 15.35 Uhr
5. Der Gletscherhahnenfuß (S. 8):  
[www.alpinissimum.de/Homepage/exkurs/Montafon/Bilder/ranunculus%20glacialis.jpg](http://www.alpinissimum.de/Homepage/exkurs/Montafon/Bilder/ranunculus%20glacialis.jpg),  
4. Januar 2008, 15.37 Uhr
6. Die Äsche (S. 9):  
[www.stoer-angler.de/fischarten/aesche.jpg](http://www.stoer-angler.de/fischarten/aesche.jpg), 4. Januar 2008, 15.40 Uhr
7. Große Wetterkatastrophen (S. 10):  
CIPRA Tagungsband 23/2006, Klima - Wandel – Alpen, Tourismus und Raumplanung im  
Wetterstress, S.59
8. Wank (S. 11):  
[www.co2-story.de/spaziergaenge/garmisch.html](http://www.co2-story.de/spaziergaenge/garmisch.html), 7. Januar 2008, 10.02 Uhr
9. Kuhfluchtwäldchen (S. 11):  
Privatfoto vom 10. Januar, 13.30 Uhr
10. Lawinenunglück in Galtür im Februar 1999 (S. 13):  
[www.akustische-chronik.at/htdocs/resources/img/1999\\_bh\\_galtuer2\\_bnr\\_e\\_1008165.jpg](http://www.akustische-chronik.at/htdocs/resources/img/1999_bh_galtuer2_bnr_e_1008165.jpg),  
9. Januar 2008, 22.56 Uhr
11. Pfingsthochwasser 1999 in Eschenlohe (S. 14):  
[www.zeus.zeit.de/bilder/2005/34/aktuell\\_online/hochwasser\\_galerie/01.jpg](http://www.zeus.zeit.de/bilder/2005/34/aktuell_online/hochwasser_galerie/01.jpg),  
10. Januar 2008, 0.13 Uhr
12. August-Hochwasser 2005 in Garmisch-Partenkirchen (S. 15):  
Privatfotos vom 23. August 2005
13. Anzahl heißer Tage (S. 16):  
Regionales Klimamodell, Richard Knoche, Institut für Meteorologie und Klimaforschung,  
Kreuzeckbahnstraße 19, 82467 Garmisch-Partenkirchen
14. Veränderung der Wintertemperaturen (S. 18):  
Regionales Klimamodell, Richard Knoche, Institut für Meteorologie und Klimaforschung,  
Kreuzeckbahnstraße 19, 82467 Garmisch-Partenkirchen

15. Veränderung der Frühjahrstemperaturen (S. 18):

Regionales Klimamodell, Richard Knoche, Institut für Meteorologie und Klimaforschung,  
Kreuzeckbahnstraße 19, 82467 Garmisch-Partenkirchen

16. Tage mit Schneebedeckung (S. 19):

Regionales Klimamodell, Richard Knoche, Institut für Meteorologie und Klimaforschung,  
Kreuzeckbahnstraße 19, 82467 Garmisch-Partenkirchen

17. Jahresgang der Schneemasse (S. 19):

Regionales Klimamodell, Richard Knoche, Institut für Meteorologie und Klimaforschung,  
Kreuzeckbahnstraße 19, 82467 Garmisch-Partenkirchen

18. Der Schneeferner-Gletscher 1890 und 2003 (S. 20):

[www.klima-sucht-schutz.de/typo3temp/pics/c7d8ea5c77.jpg](http://www.klima-sucht-schutz.de/typo3temp/pics/c7d8ea5c77.jpg), 19. Januar, 18.22 Uhr

19. Abdecken des Gletschers mit Spezialfolien (S. 21):

[www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml](http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/artikel/0506/14-zugspitze/index.xml),  
19. Januar 2008, 19.52 Uhr

## 8. Filmbeiträge

1. Gore Al, Eine unbequeme Wahrheit – Eine globale Warnung, 2006

## 9. Vorträge

1. Prof. Wolfgang Seiler, Vortrag zum Klimawandel im Bräustüberl GAP,  
17.10.2007, 20.00 Uhr

## 10. Interviews

1. Telefonat mit Herrn Maurer, Mitarbeiter der Touristikinformation Garmisch-Partenkirchen, 15. Januar 2008, 14.00 Uhr
2. Gespräch mit Herrn Richard Knoche, Mitarbeiter des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung, Kreuzeckbahnstraße 19, 82467 Garmisch-Partenkirchen, 18. Januar 2008, 14.00 Uhr

## 11. Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre hiermit, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benützt habe.“

....., den .....

Ort

Datum

.....  
Unterschrift des Schülers