

---

# **Ökologische Aspekte des Mountainbikens im Wald**

**Literaturrecherche  
und  
Diskussion von Szenarien**

**Univ.Prof. Dr. Ulrike Pröbstl-Haider**

**Dipl.-Ing. Claudia Hödl**

**Univ. Prof. Dr. Hubert Hasenauer**

**November 2015**

## Inhaltsverzeichnis

1.	Problemstellung	1
1.1	Rechtliche Situation	1
2.	Bedeutung und Entwicklung von Mountainbiking	3
2.1	Disziplinen und neue Entwicklungen	4
2.2	Motive und Präferenzen von Mountainbikern	5
3.	Ökologische Auswirkungen von Mountainbiking	6
4.	Übertragbarkeit der Ergebnisse und Empfehlungen	20
5.	Managementempfehlungen	21
6.	Mögliche Szenarien	22
6.1.	Szenario A: Öffnen aller Forststraßen und Wanderwege für Mountainbiker	22
6.2.	Szenario B: Ausweitung des bestehenden Mountainbiking-Wegenetzes	22
6.3.	Szenario C: Keine Veränderung der momentanen Situation	23
7.	Literatur	24

# Ökologische Aspekte des Mountainbikens im Wald

Das Mountainbiken bzw. Radfahren erfreut sich in Österreich sowohl bei sportbegeisterten Einheimischen als auch bei Touristen steigender Beliebtheit, sodass einige touristische Zentren diese Entwicklung als Chance zur Steigerung ihrer Gästezahlen sehen. Mountainbikergruppen fordern zudem eine generelle Öffnung des Waldes analog dem Betretungsrecht. Die Bedenken im Vergleich zu Wanderern werden vor allem darin gesehen, dass ein Radfahrer einen ungleich größeren Aktionsradius hat und dadurch die mögliche Beunruhigung von Wildtieren überproportional steigt. Ein zweites Problem liegt im raschen Auftauchen des Radfahrers, vor allem beim Bergabfahren. Dies erhöht das Risiko einer Gefährdung der Fußgänger und einer Beunruhigung von im Wald lebenden Tieren.

Ziel dieser Literaturrecherche ist es, Beispiele ökologischer Wirkungen auf das Ökosystem Wald zu finden und Schlussfolgerungen aufzubereiten. Als Arbeitshypothese kann angenommen werden, dass die starke Beunruhigung durch Freizeitaktivitäten zu (wild)ökologischen Problemen führt und daher eine fachkundige Lenkung des Freizeitstromes (Mountainbiken, Schifahren, Paragleiten etc.) zielführend wäre. Definitionen im Zusammenhang mit E-Bikes werden diskutiert sowie drei mögliche Szenarien der Öffnung von Forststraßen für das Radfahren und die daraus zu erwartenden Folgen dargestellt.

## 1. Problemstellung

Die Nutzung der Natur durch Tourismus und Erholung zieht zwangsläufig Auswirkungen auf die natürlichen Ressourcen nach sich. Daher ist es wichtig, das Ausmaß dieser Auswirkungen bzw. deren ökologische Folgen und soziale Akzeptanz abzuschätzen und alle betroffenen Nutzergruppen in die daraus resultierenden Managemententscheidungen miteinzubeziehen (Monz et al. 2010; White et al. 2006). Durch die steigende Beliebtheit von Outdoor-Aktivitäten und den damit steigenden Nutzungsdruck wird diese Aufgabe zunehmend anspruchsvoller (Georgii 2001). Im Fall von Mountainbiking, eine vergleichsweise junge Freizeitaktivität, besteht eine große Unsicherheit bezüglich der ökologischen Auswirkungen. Dennoch plädieren einige Interessenvertretungen, wie z.B. die Naturfreunde Österreich oder der Verein upmove, für eine Öffnung der österreichischen Forststraßen für Radfahrer. Gleichzeitig macht sich Widerstand von Seiten der Waldbesitzer und anderer Gruppierungen breit, die in einer generellen Freigabe aller Forst- und Wanderwege ein hohes Konfliktpotenzial sowie Sicherheitsrisiko sehen (z.B. im Hinblick auf die jagdliche und forstliche Nutzung). Auch aus naturschutzfachlicher Sicht liegen Bedenken vor, beispielsweise in Anbetracht möglicher Auswirkungen von Mountainbiking auf Natura 2000 - Gebiete (Stoeckl 2010). Nicht zuletzt ist die rechtliche Situation für die Waldbesitzer unklar, insbesondere was die Haftung im Falle von Unfällen und Schäden bei der Nutzung von Forststraßen und -wegen durch Mountainbiker betrifft.

### 1.1 Rechtliche Situation

Mountainbiking ist in Österreich – abgesehen von öffentlichen Straßen mit entsprechender Widmung, die das Befahren mit Fahrrädern erlaubt – prinzipiell nur auf ausgewiesenen Strecken zulässig. Auf diesen sind die Regelungen der Straßenverkehrsordnung (StVO) gültig (Stock & Hrbek 2013).

Im § 33 Abs. 1 Forstgesetz ist zwar die „Wegefreiheit im Wald“ festgeschrieben, wonach jedermann den Wald zu Erholungszwecken betreten und sich dort aufhalten darf, jedoch fällt das Befahren mit Fahrrädern bzw. Mountainbikes nicht unter dieses Betretungs- und Aufenthaltsrecht.

Laut Stock (2013) ist der Begriff „Wegefreiheit“ in diesem Zusammenhang unpassend gewählt, da nicht nur Waldwege frei betreten werden dürfen, sondern der gesamte laut Forstgesetz als „Wald“ definierte Bereich. Ausnahmen von dieser Regelung sind in Abs. 2 und 3 festgeschrieben sowie in § 34, der eine Liste der Sperrmöglichkeiten (z.B. während Holzerntearbeiten) enthält. Weitere Einschränkungen des allgemeinen Betretungs- und Aufenthaltsrechts sind auf Landesebene, z.B. durch Jagd- und Naturschutzgesetze, möglich (Stock 2013). Ebenfalls auf Landesebene geregelt ist die freie Betretbarkeit des Gebirges oberhalb der Baumgrenze sowie Bestimmungen zum Betreten von landwirtschaftlichen Flächen. Analog zum Wald ist Mountainbiking oberhalb der Waldgrenze sowie auf Wiesen, Äckern und Weiden generell nicht gestattet (Stock 2013; Stock & Hrbek 2013).

Forststraßen sind zwar nichtöffentliche Straßen und dienen laut § 59 Abs. 2 ForstG in erster Linie der Bringung und dem wirtschaftlichen Verkehr innerhalb der Wälder, sie dürfen zu Erholungszwecken jedoch dennoch grundsätzlich betreten werden (§ 33 Abs. 2 lit. b ForstG). Auf diesen Forstwegen ist Mountainbiking grundsätzlich nicht erlaubt, es sei denn, Waldbesitzer bzw. Wegehalter – darunter versteht man diejenigen juristischen oder natürlichen Personen, die die Kosten für Errichtung und Erhaltung eines Weges tragen und über ihn Verfügungsmacht haben – geben in ihre Zustimmung. Diese muss entweder persönlich erteilt worden sein oder klar ersichtlich markiert werden, z.B. durch entsprechende Tafeln (Stock 2013). Für die Benützungszeiten der Wege durch Radfahrer existiert in Österreich keine gesetzliche Regelung. Die Benutzung von Mountainbike-Strecken, die sich im Besitz der Österreichischen Bundesforste AG (ÖBf) befinden, ist wie folgt geregelt: (i) für die Monate März und Oktober von 9 bis 17 Uhr, (ii) im April und September von 8 bis 18 Uhr sowie (iii) von Mai bis August von 7 bis 19 Uhr (ÖBf 2014).

Für Wege, egal ob künstlich angelegt oder durch längere Benützung entstanden, und die in ihrem Verlauf befindlichen Anlagen (z.B. Brücken) gilt grundsätzlich die sogenannte Wegehalterhaftung (§ 1319a ABGB). Wird ein Mountainbiker beispielsweise bei der legalen Benützung eines Weges infolge eines mangelhaften Wegezustandes verletzt, so kann der Wegehalter dafür schadenersatzpflichtig oder sogar strafrechtlich verantwortlich gemacht werden (z.B. wegen fahrlässiger Körperverletzung). Dabei kann ein etwaiges Mitverschulden des Mountainbikers bzw. seine Eigenverantwortung gelten gemacht werden. Beispielsweise kann eine große Fahrgeschwindigkeit und das Missachten gefährlicher Bedingungen (z.B. scharfer Kurven) ein erheblicher Milderungsgrund für den Wegehalter sein (Stock & Hrbek 2013). Das zivilrechtliche Risiko der Wegehaftung (z.B. Schadenersatz, Schmerzensgeld) kann durch Haftpflicht- bzw. Rechtsschutzversicherungen abgedeckt werden (Baier 2012).

Generell haftet der Wegehalter jedoch nur für eine grob fahrlässige oder vorsätzliche Vernachlässigung seiner Pflichten und nicht für leichte Fahrlässigkeit (§ 1319a Abs. 1 ABGB). Besteht allerdings eine vertragliche Beziehung zwischen dem Wegehalter und -benützer (z.B. auf entgeltlichen Mountainbiking-Strecken), so gilt die volle Haftung unabhängig vom Grad der Fahrlässigkeit (Stock & Hrbek 2013). Waldbesitzer bzw. Wegehalter sind zur Vermeidung von Gefahren durch mangelhaften Zustand eines Weges nur auf Forststraßen sowie auf denjenigen Wegen verpflichtet, die „durch eine entsprechende Kennzeichnung der Benützung durch die Allgemeinheit ausdrücklich gewidmet“ sind (§ 176 Abs. 4 ForstG). Wird

ein Schaden durch den Zustand des an den Weg angrenzenden Waldes verursacht, so ist auch der Waldeigentümer haftbar, jedoch keinesfalls strenger als der Wegehalter (§ 176 Abs. 4 ForstG). Im Gegensatz dazu besteht keine Haftung, wenn ein Schaden bei unerlaubter oder widmungswidriger Benutzung, wie z.B. dem illegalen Befahren mit dem Mountainbike, entstanden ist (Stock & Hrbek 2013). Die Unerlaubtheit der Benutzung muss dabei laut § 1319a Abs. 1 ABGB entweder durch Art des Weges oder durch entsprechende Kennzeichnung erkennbar sein (z.B. durch Kennzeichnung einer Forststraße gemäß der Forstlichen Kennzeichenverordnung § 1 Abs. 9). Wäre der bei unbefugtem Befahren entstandene Schaden allerdings nachweislich auch bei einer zulässigen Nutzung (z.B. durch einen Wanderer) entstanden, ist eine (Teil-)Haftung des Waldbesitzers bzw. Wegehalters gegeben (Erlinger-Schiedlbauer 2012).

Halten sich Mountainbiker nicht an die gesetzlichen Vorgaben zum Befahren des Waldes, drohen ihnen sowohl verwaltungsstrafrechtliche als auch zivilrechtliche Konsequenzen (z.B. Besitzstörungsklagen). Illegales Befahren stellt beispielsweise eine Verwaltungsübertretung dar, und kann mit einer Geldstrafe von bis zu €150.- geahndet werden (§ 174 ForstG Abs. 3 lit. a). Wird eine für das allgemeine Befahren erkennbar gesperrte Forststraße mit dem Rad befahren, kann das sogar eine Geldstrafe von bis zu €730.- oder Arrest von bis zu einer Woche zur Folge haben (§ 174 ForstG Abs. 3 lit. b Z. 1). In den genannten Fällen darf das zuständige Forstschutzorgan die betroffenen Personen aus seinem Dienstbereich weisen, sowie deren Personalien feststellen, um eine Anzeige bei der Behörde zu erstatten. Wenn die Identität der betroffenen Personen nicht festgestellt werden kann und der Verdacht besteht, dass die Person der Strafverfolgung entziehen könnte, oder wenn die strafbare Handlung trotz Abmahnung fortgesetzt bzw. wiederholt wird, so ist das Forstschutzorgan zusätzlich berechtigt, die betroffenen Personen festzunehmen und den Behörden zu übergeben (§ 112 ForstG; § 35 VStG).

## **2. Bedeutung und Entwicklung von Mountainbiking**

Die Anfänge von Mountainbiking liegen vermutlich in den frühen 1970ern in Kalifornien/ USA, als Pioniere des Sports damit begannen, herkömmliche Räder umzubauen und sie so an ein Fahren im Gelände anzupassen. Das Interesse an dieser neuen Freizeitaktivität stieg stetig, sodass in den frühen 1980ern die ersten massenproduzierten Mountainbikes verkauft wurden und Mountainbiking in den USA zum Mainstream-Sport avancierte. Im Jahr 1990 fand die erste offizielle Weltmeisterschaft im Mountainbiking statt und seit Atlanta 1996 ist es auch eine offizielle olympische Disziplin (CRA 2010).

Im Laufe der 1990er Jahre nahm die Beliebtheit von Mountainbiking auch in Österreich zu und es entwickelte sich immer mehr zum Breitensport, trotz mangelnder rechtlicher Deckung der Ausübung auf Forst- und Almwegen. Infolgedessen wurde 1997 das Tiroler MTB-Modell entwickelt. Dieses förderte die freiwillige Freigabe von Strecken durch Grundeigentümer bzw. Wegehalter (Lotze et al. 2014). Heute spielt Mountainbiking in Österreich – der Verein upmove schätzt die Zahl der aktiven Mountainbiker auf ca. 800.000 (Gruber 2014) – auch aus wirtschaftlicher Sicht eine wichtige Rolle. Im Jahr 2014 wurden beispielsweise 148.900 Mountainbikes verkauft (37,1 % aller verkauften Räder), ein Plus von 2.920 Stück im Vergleich zum Vorjahr. Auch sogenannte Offroad (12,6 %) und Trekking Räder (15,4 %), mit denen leichtes Gelände befahren werden kann, erfreuen sich großer Beliebtheit (VSSÖ 2015). Für den Tourismus ist Mountainbiking ebenfalls zu einer wichtigen Einnahmequelle geworden. So waren 10 % aller Urlauber im Sommer 2011 sogenannte Radurlauber, die

angaben, während ihres Aufenthalts häufig mit dem Rad zu fahren (Österreich Werbung 2011). Besonders in Tirol ist das Interesse vieler Tourismusverbände an den Themen Mountainbiking und Radfahren sowie an einem Ausbau des Wegenetzes daher groß (Lotze et al. 2014).

## 2.1 Disziplinen und neue Entwicklungen

Grundsätzlich lassen sich folgende Mountainbiking-Disziplinen abgrenzen, die sich durch ihre Fahrweisen bzw. durch die dafür nötige technische Ausrüstung voneinander unterscheiden: (i) Cross Country, (ii) Touring, (iii) Downhill, (iv) Free Riding und (v) Dirt Jumping (Davies & Newsome 2009).

Cross Country stellt die am besten bekannte und weitest verbreitete Fahrweise dar, bei der es hauptsächlich auf Ausdauer und Durchhaltevermögen ankommt. Befahren werden bei dieser Technik vorwiegend sogenannte „single tracks“ (schmale Wege, auf denen kein Nebeneinanderfahren möglich ist) (CRA 2010; King & Church 2013). Während Cross Country durchaus einen Wettkampfcharakter haben kann und Rennen in dieser Disziplin veranstaltet werden, beschränkt sich Touring auf den Freizeitbereich. Dabei werden typischerweise längere Strecken, auch mit Übernachtungen, zurückgelegt und Gepäck (z.B. Campingausrüstungen) mitgeführt. Beim Touring werden daher breitere, nicht zu steile und technisch wenig anspruchsvolle Wege bevorzugt (Davies & Newsome 2009). Rupf (2014) geht davon aus, dass diese beiden Typen in der Schweiz und Deutschland die am weitesten verbreiteten sind.

Bei Downhill, Free Riding und Dirt Jumping handelt es sich dahingegen um extremere Fahrweisen. Downhill Fahrer sind mit hohen Geschwindigkeiten bergab unterwegs und dabei auf unwegsames Gelände mit vielen Sprüngen und steilen Abhängen angewiesen. Freerider bevorzugen technisch anspruchsvolles Gelände, bei dem unterschiedliche Hindernisse bewältigt werden müssen. Da die natürlichen Gegebenheiten diesen Ansprüchen meist nicht genügen, werden viele Hindernisse künstlich angelegt. Beim Dirt Jumping gilt es über geformte Erdhügel bzw. Rampen zu springen und dabei in der Luft spezielle Tricks auszuführen (Davies & Newsome 2009; CRA 2010; King & Church 2013).

Während Cross Country Räder besonders leicht sind (z.B. durch Aluminium- und Carbonrahmen), zeichnen sich Räder für Downhill und Free Riding durch ein größeres Gewicht, breitere Reifen und eine besonders starke Federung aus. Dirt Jumping Räder müssen ebenfalls großen Belastungen standhalten, sie haben jedoch typischerweise kleinere Rahmen und Reifen als andere Mountainbikes. Generell gesehen haben die meisten Mountainbikes im Vergleich zu anderen Fahrradtypen etwas kleinere und breitere Reifen sowie aufwändigere Federungssysteme. Allerdings lässt sich in den letzten Jahren auch ein Trend zu größeren Reifendurchmessern als den üblichen 26 Zoll feststellen (CRA 2010).

Zu den neuen Entwicklungen gehören die sogenannten E-Bikes, die es auch als E-Mountainbikes gibt. Ein „E-Bike“ (Elektrofahrrad oder auch Pedelec) ist ein Tretfahrrad mit Tretunterstützung. Ein auf Vor- oder Hinterrad platzierter Elektromotor wird automatisch zugeschaltet, wenn man in die Pedale tritt. Ab einer Geschwindigkeit von 25 km/h schaltet sich der Motor automatisch aus. Die Leistung des Motors darf maximal 600 Watt betragen. Ist die Motorleistung höher, gilt das E-Bike nicht mehr als Fahrrad, sondern als Moped und unterliegt wesentlich strengeren Gesetzesvorschriften, wie Ausweis- und Helmpflicht. Es gibt auch E-Bikes, die eine sogenannte Anfahrhilfe haben. Das bedeutet, dass bis 6 km/h auch ohne

Pedaltritt ein Anfahren möglich ist. Ein E-Bike gilt als Fahrrad und kann somit auf Radwegen benutzt werden. Das Mindestalter, ab dem man ohne Begleitung fahren darf, ist 12 Jahre, außer, man hat einen Radfahrerschein. Es gelten auch die gleichen Ausrüstungsvorschriften wie bei herkömmlichen Fahrrädern für den Straßenverkehr, welche eine Klingel, Scheinwerfer, Rücklicht, Rückstrahler und Reflektoren an Speichen und Pedalen haben müssen.

Beobachtungen in Tiroler Wäldern zeigten, dass sich die E-Mountainbikes bereits kurz nach Markteinführung trotz der hohen Anschaffungskosten rasch durchgesetzt haben (Waldverband Tirol 2015). Die Untersuchung dieser Aktivitäten wird daher als neues Forschungsfeld gesehen.

## **2.2 Motive und Präferenzen von Mountainbikern**

Als Motive für australische Mountainbiker lassen sich laut Goeft & Alder (2001) Spaß, Gesundheit, Herausforderung und die Teilnahme an einer sozialen Aktivität feststellen. Naturerlebnis und Entspannung spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Die Ergebnisse einer Befragung von Cessford (1995) in Neuseeland fallen ähnlich aus, mit dem Entdecken neuer Umgebungen, dem Erleben von Landschaft, körperlicher Ertüchtigung, Herausforderung/ Geschwindigkeit/ Risiko und dem Ausüben einer sozialen Aktivität mit Freunden als Hauptfaktoren. Die Motive europäischer Mountainbiker sind vergleichbar, wie ein Beispiel aus der Schweiz zeigt. Hier wurde das Erleben von Landschaft und Natur sowie körperliche Aktivität am häufigsten genannt, gefolgt von Spaß und Gesundheit (Rupf et al. 2014). Auch eine Untersuchung unter deutschen Mountainbikern stellte die Ausübung einer sportlichen Aktivität, Naturerlebnis und körperliche Ertüchtigung als Hauptmotive fest (Krämer et al. 2004).

Was das Alter und die Geschlechterverteilung betrifft, so ist laut Studien aus Neuseeland, den USA und Australien ein Großteil der Mountainbiker männlich (ca. 70–85 %), zwischen 20 und 40 Jahre alt (durchschnittlich 34,1 bzw. 35,8 Jahre) und verfügt über ein höheres Einkommen und einen höheren Bildungsgrad als der Bevölkerungsdurchschnitt (Cessford 1995; Bowker & English 2002; Naber 2008). Chiu & Kriwoken (2003) stellten bei ihrer Untersuchung unter Mountainbikern in Australien ebenfalls eine deutliche Mehrheit an männlichen Fahrern fest (85 %), jedoch eine relativ gleichmäßige Verteilung über alle Altersgruppen von 16 bis 45+ Jahren. Vergleichbar sind die Ergebnisse von Krämer et al. (2004) aus Deutschland. Sie stellten ebenfalls einen höheren Anteil an männlichen Mountainbikern (75 %), mit einem Durchschnittsalter von 37 Jahren fest, die ihre Aktivität vorwiegend alleine (34 %) oder zu zweit ausüben (43 %). Für die Beobachtung, dass Mountainbiker eher in kleineren Gruppen unterwegs sind, spricht auch die von Naber (2008) erhobene Gruppengröße von durchschnittlich 2,7 Personen.

Bei der Streckenführung wird eine Kombination aus möglichst abwechslungsreichen Elementen, wie Abfahrten unterschiedlicher Länge, lang- und enggezogenen Kurven, kurzen Anstiegen sowie Sprüngen und Hindernissen (z.B. Felsen und Baumstämme) bevorzugt (Goeft & Alder 2001; Taylor 2014). Manche dieser Elemente, wie Abfahrten, Kurven und Sprünge, sind für Mountainbiker, die auch an Rennen teilnehmen, wichtiger als für diejenigen, die rein zu Erholungszwecken fahren (Goeft & Alder 2001). Beliebte sind zudem single tracks und heimische Busch- und Waldlandschaften (Cessford 1995; Goeft & Alder 2001). Aufgrund ihrer fehlenden Ortskenntnis kann angenommen werden, dass Touristen verstärkt auf Rundwege mit Informationen zu Streckenlänge, Höhenangaben und Schwierigkeitsgrad angewiesen sind (Krämer et al. 2004). Von Mountainbikern eher abgelehnt werden versiegelte Straßen und besiedelte Gebiete sowie Sand- und Kieswege,

schlammige Abschnitte und in den Weg hängende Äste (Goedt & Alder 2001).

Besonders erfahrene Biker scheinen natürliche Verhältnisse und traditionelle Wege im Gegensatz zu speziell für Mountainbiking angelegte Strecken zu bevorzugen (Taylor 2014). Auch sind mit zunehmender Erfahrung – im Durchschnitt verfügten die befragten Mountainbiker über 5,4 bzw. 7,5 Jahre Praxis (Cessford 1995; Bowker & English 2002) – die technische und körperliche Herausforderung sowie Geschwindigkeit und Risiko von größerer Bedeutung (Cessford 1995). Eine Untersuchung mit jugendlichen Mountainbikern in Großbritannien zeigte zudem, dass die vergleichsweise extremeren Fahrweisen Downhill, Dirt Jumping und Free Riding unter ihnen besonders beliebt sind, wohingegen Cross Country von vielen als eine Aktivität für Erwachsene gesehen wird (King 2010). Für sie ist Mountainbiking daher eine Möglichkeit, sich von Erwachsenen sowie der Mainstream-Kultur abzugrenzen und mit der Natur in Kontakt zu treten. Da viele Jugendliche im Zuge dessen jedoch dazu tendieren, Wege zu verändern bzw. Hindernisse selbst anzulegen (King 2010; King & Church 2013), birgt ihr Verhalten auch ein gewisses Gefahren- bzw. Konfliktpotenzial. Zahlreiche Fallstudien beschäftigen sich auch mit regionalen Konflikten zwischen Mountainbikern und Wanderern (Leiter 1991; Ezeuduji 2005; Stoeckl 2010).

Keine Beeinträchtigung sehen die meisten Mountainbiker laut Goedt & Alder (2001) darin, sich die Wege mit anderen nicht-motorisierten Nutzern zu teilen. Allerdings scheint die Häufigkeit des Zusammentreffens mit anderen Erholungssuchenden doch eine Rolle bei der Attraktivität bestimmter Strecken für Mountainbiker zu spielen. Rupf et al. (2014) stellten beispielsweise fest, dass Mountainbiker Wege, die ihrer Ansicht nach von zu vielen Leuten genutzt werden, meiden. Aber auch viele Wanderer fühlen sich durch die Begegnung mit Mountainbikern gestört (Watson et al. 1991). Konflikte zwischen Wanderern und Mountainbikern müssen jedoch nicht zwangsläufig auftreten (Seeland et al. 2002; Rossi et al. 2012). Eine gute Akzeptanz von Mountainbiking konnte beispielsweise im Naturschutzgebiet Sihlwald bei Zürich festgestellt werden, wohingegen Konflikte in erster Linie zwischen Hundebesitzern und anderen Waldbesuchern auftraten (Seeland et al. 2002). Eine andere Untersuchung aus der Schweiz zeigte, dass Wanderer wie auch Mountainbiker vorwiegend die Wochenenden nutzen, mit einem Besuchermaximum beider Nutzergruppen um ca. 16 Uhr. An Wochentagen wurde eine niedrigere Besucherfrequenz festgestellt, wobei die Zahl der Mountainbiker gegen die Abendstunden hin zunahm, während das Maximum der Wanderer am Nachmittag erreicht wurde (Wyssenbach & Rupf 2014). Dass Mountainbiker im Vergleich zu Wanderern jedoch häufiger auch unter der Woche unterwegs sind, sich dafür aber kürzer im Gebiet aufhalten als an Wochenenden, konnten Krämer et al. (2004) beobachten. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass ein Großteil der Mountainbiker in ihrer Studie aus der lokalen Bevölkerung stammt (80 %), das Mountainbike zur Anreise nützt (75 %) und einen hohen Aktionsradius hat (43 km). Dadurch sind sie im Vergleich zu Wanderern mobiler sowie zeitlich flexibler und können aufgrund der räumlichen Nähe zum Wohnort ihrem Hobby auch unter der Woche nachgehen (Krämer et al. 2004).

### **3. Ökologische Auswirkungen von Mountainbiking**

Bekannte Studien zu den ökologischen Auswirkungen von Mountainbiking beschäftigen sich in erster Linie mit dem Einfluss dieser Aktivität auf Boden und Wegezustand sowie Vegetation (Wilson & Seney 1994; Goedt & Alder 2001; Thurston & Reader 2001; Chiu & Kriwoken 2003; Marion 2006; White et al. 2006; Pickering et al. 2011). Ein weiterer Ansatz ist die Untersuchung der Reaktionen von Wildtieren auf Mountainbiker (Gander & Ingold 1997;



Papouchis et al. 2001; Taylor & Knight 2003; George & Crooks 2006; Naylor et al. 2009; Davis et al. 2010). In jüngerer Zeit wurde auch das zunehmende Entstehen informeller Wege und ein damit verbundener Lebensraumverlust sowie der Einsatz speziell angelegter Hindernisse (sogenannte TTFs: Technical Trail Features) in Zusammenhang mit Mountainbiking beobachtet (Davies & Newsome 2009; Kollar & Leung 2010; Ballantyne et al. 2014).

Der Großteil dieser Studien stammt aus den USA sowie aus dem australischen Raum, wohingegen für Europa nur vereinzelte Mountainbiking-spezifische Untersuchungen existieren (siehe Tab. 1).

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, weisen die Ergebnisse vieler Studien darauf hin, dass sich die Auswirkungen von Mountainbiking und Wandern auf die Umwelt ähneln. Dennoch gibt es einige nicht zu vergessende Unterschiede zwischen den Aktivitäten. Taylor & Knight (2003) streichen beispielsweise heraus, dass sich Mountainbiker mit einer größeren Geschwindigkeit fortbewegen und sich währenddessen schlechter unterhalten können, was ihre Vorhersehbarkeit für Wildtiere erschwert. Die von Gander & Ingold (1997) festgestellte größere Fluchtstrecke<sup>1</sup> von Alpengämsen gegenüber Mountainbikern und Joggern im Vergleich zu Wanderern deutet ebenfalls darauf hin, dass die höhere Geschwindigkeit dieser beiden Aktivitäten für die vergleichsweise stärkere Reaktion verantwortlich ist. Durch ihre größere Mobilität im Vergleich zu Wanderern sind Mountainbiker außerdem in der Lage, größere Strecken in demselben Zeitraum zurückzulegen. Dadurch ist es ihnen möglich, eine größere Zahl an Wildtieren pro Zeiteinheit zu beunruhigen (Taylor & Knight 2003).

Gemeinsamkeiten, die sich trotz des unterschiedlichen räumlichen Bezugs der Studien herauslesen lassen, sind die größere Beunruhigung von Wildtieren durch Aktivitäten, die abseits der Wege stattfinden und die Tendenz, Bereiche in Nähe von stark genutzten Wegen zu meiden (Gander & Ingold 1997; Papouchis et al. 2001; Taylor & Knight 2003; George & Crooks 2006). Was den Zustand von Boden und Vegetation angeht, so spricht einiges dafür, dass sich die Effekte von Mountainbiking zwar auf einen stark begrenzten Bereich in der Mitte der Wege konzentrieren (Thurston & Reader 2001; Chiu & Kriwoken 2003), diese jedoch bei hoher Nutzungsintensität stärker ausfallen als im Vergleich zum Wandern (Thurston & Reader 2001; Pickering et al. 2011). Des Weiteren lässt sich feststellen, dass Mountainbiking auf nassen bzw. feuchten Erden sowie das Befahren von steilem Gelände größere Auswirkungen auf Boden und Vegetation nach sich ziehen als Mountainbiking bei trockenen und flachen Bedingungen (Wilson & Seney 1994; Goeft & Alder 2001; Chiu & Kriwoken 2003; White et al. 2006; Pickering et al. 2011). Bestimmte Fahrweisen, wie z.B. Skidding (Rutschen um Kurven mit angezogener Rückbremse), wirken sich dabei besonders negativ aus (Chiu & Kriwoken 2003).

Weiterhin sind kumulierende Wirkungen möglich, wenn zum Beispiel Mountainbike- oder Downhill-Strecken über präparierte Pisten geführt werden. Kumulierende Effekte können auch bei gemeinsamer Nutzung von Reitern und Mountainbikern auf Wegen entstehen.

<sup>1</sup> Unter Fluchtstrecke versteht man diejenige Strecke, die von einem flüchtenden Tier zurückgelegt wird. Die Fluchtdistanz bezeichnet im Unterschied dazu die Distanz zwischen der fluchtauslösenden Reizquelle und dem Tier. Analog dazu bezeichnet die Reaktionsdistanz die Distanz zwischen Reizquelle und Tier, bei der eine Reaktion des Tieres, z.B. Aufmerken oder Unterbrechen der Aktivität, erfolgt (Ingold 2005).

Tab.1: Studien zu den ökologischen Auswirkungen von Mountainbiking (1994-2014)

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Wilson & Seney 1994	Gallatin National Forest, Montana/ USA	Untersuchung der Auswirkungen versch. Aktivitäten (Wandern, Reiten, Motorradfahren, Mountainbiking) auf den Wegezustand; unter anderem durch Simulation von Regenfällen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Loslösen bzw. Abtragen von Sedimenten bei allen 4 Aktivitäten</li> <li>Kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Mountainbiking und Wandern</li> <li>Reiten hat stärkeren Einfluss als Mountainbiking</li> <li>Nasse Erden reagieren sensibler</li> </ul>				Einschränkung der Wegenutzung bei nassen Bedingungen
Gander & Ingold 1997	Augstmatt-horn, Berner Oberland/ Schweiz	Untersuchung der Reaktionen männlicher Alpengämsen (Rupicapra r. rupicapra) gegenüber versch. Aktivitäten auf Wegen (Wandern, Joggen, Mountainbiking)			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Störungen durch alle 3 Aktivitäten; ein Teil der Tiere zog sich nach Ende der Untersuchung aus den wegenahen Gebieten zurück</li> <li>- Keine signifikanten Unterschiede von Reaktions- und Fluchtdistanz gegenüber Mountainbikern und anderen Nutzungen</li> <li>- Fluchtstrecke gegenüber Mountainbikern und Joggern größer als bei Wanderern</li> <li>- Leichte Zunahme der Fluchtdistanz gegenüber Joggern und Mountainbikern am späten Morgen</li> </ul>		Aus Sicht der Ergebnisse sind keine rein Mountainbiking-spezifischen Nutzungsbeschränkungen gerechtfertigt

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Goeft & Alder 2001	Marrinup - Dwellingup und Lowden/ Australien	Untersuchung der Auswirkungen von Mountainbiking auf den Zustand eines Weges (Marrinup) und einer Rennstrecke (Lowden)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erosion und Bodenverdichtung feststellbar</li> <li>- Abhängig von Neigung, Zeitpunkt der Messung und Alter der Strecke</li> <li>- Stärkere Verdichtung auf neuen Abschnitten im Vergleich zu alten</li> <li>▪ Kurven und in Abwärtsrichtung befahrene Hänge am anfälligsten für Erosion</li> <li>▪ Wegbreite variiert</li> <li>- Rennstrecke verbreiterte sich anfangs (auf feuchten Böden stärker ausgeprägt als auf trockenen), schrumpfte aber am Ende des Sommers auf ein Minimum zurück</li> <li>- Breite der herkömmlichen Strecke variabel, keine Zunahme im Jahresverlauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schäden an der Vegetation gering</li> <li>- Minimal und beschränkt auf einen Bereich von 2 m um den Weg</li> <li>▪ Beeinträchtigung der Vegetation nach einem Rennen im Sommer minimal bzw. nur temporär feststellbar</li> </ul>			<p>Wege so anlegen, dass sie auch einem eventuell zukünftig stärkeren Nutzungsdruck standhalten</p> <p>Vermeiden von ökologisch sensiblen Gebieten bei der Wegeführung; falls das nicht möglich ist, zumindest Vermeiden von steilen Abwärtsstrecken mit engen Kurven und sandigen Böden</p> <p>In Ausnahmefällen Befestigung<sup>2</sup> oder Schließen von Wegen, auf denen die Erosion zu stark ist</p> <p>Information der Fahrer über richtiges Verhalten</p> <p>Beachtung der Vorlieben von Mountainbikern beim Design von Wegen, ansonsten ist mit dem Entstehen illegaler Routen im Gelände zu rechnen</p>

<sup>2</sup> In der englischsprachigen Literatur ist von „trail hardening“ die Rede. Darunter ist eine Befestigung von Wegeoberflächen bzw. der Aufbau einer Verschleißschicht zu verstehen, sodass die Wege einem erhöhten Nutzungsdruck standhalten können. Dazu sind verschiedene Maßnahmen geeignet, beispielsweise Erdaustausch und -verbesserung oder der Einsatz von Geotextilien (Meyer 2002).

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Papouchis et al. 2001	Canyon- lands National Park, Utah/ USA	Untersuchung der Reaktionen von Wüsten- Dickhornschafen ( <i>Ovis canadensis nelsoni</i> ) gegenüber versch. wegegebundenen Aktivitäten (Mountainbiking, Fahrzeugverkehr) und Wandern (auf und abseits von Wegen)			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Störungen durch alle 3 Aktivitäten</li> <li>- Fluchthäufigkeit und -strecke gegenüber Wanderern am größten, gefolgt von Fahrzeugen und Mountainbikern (Flucht in 6 % der Fälle)</li> <li>- Reaktionsdistanz gegenüber Fahrzeugen und Mountainbikern ca. doppelt so groß wie gegenüber Wanderern</li> <li>- Dauer der Reaktion gegenüber Wanderern länger als gegenüber Fahrzeugen und Mountainbikern</li> <li>▪ Reaktionen gegenüber Mountainbikern in stark genutzten Bereichen seltener als in wenig genutzten</li> </ul>		Beschränkung der Freizeitnutzung auf die vorgesehenen Wege , insbesondere während Lammzeit (Frühjahr) und Brunft (Herbst)
Thurston & Reader 2001	Boyne Valley Provincial Park, Ontario/ Canada	Untersuchung der Auswirkungen von Wandern und Mountainbiking (jeweils hangabwärts) auf den Unterwuchs eines Laubwaldes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Freilegung von Boden bei beiden Aktivitäten</li> <li>- Auswirkungen von Mountainbiking nur bei 500 Wiederholungen größer als im Vergleich zu Wandern</li> <li>- stärkere Effekte in Wegzentrum und -mitte (ca. 30 cm zu beiden Seiten); kaum Auswirkungen an den Rändern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verlust an Vegetation und Artenzahl bei beiden Aktivitäten</li> <li>- kein signifikanter Unterschied zw. Wandern und Mountainbiking</li> <li>- stärkere Effekte in Wegzentrum und -mitte (ca. 30 cm zu beiden Seiten), kaum Auswirkungen an den Rändern</li> </ul>			Bei frühem Unterbinden der Nutzung von neu entstandene inoffiziellen Wegen ist eine schnelle Erholung der Vegetation zu erwarten

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Thurston & Reader 2001	Boyne Valley Provincial Park, Ontario/Canada	Untersuchung der Auswirkungen von Wandern und Mountainbiking (jeweils hangabwärts) auf den Unterwuchs eines Laubwaldes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beinahe linearer Zusammenhang zwischen Freilegung von Boden und Nutzungsintensität</li> <li>- 1 Jahr nach der Untersuchung kein messbarer Unterschied zu Vergleichsflächen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asymptotischer Zusammenhang zwischen Vegetationsverlust und Nutzungsintensität (nach 25 Wiederholungen Schädigung von fast 100 % der Pflanzenstämme im Wegzentrum)</li> <li>- 1 Jahr nach der Untersuchung kein messbarer Unterschied zu Vergleichsflächen</li> </ul>			
Chiu & Kriwoken 2003	Fern Tree, Hobart/ Tasmanien	Untersuchung der Auswirkungen von Wandern und Mountainbiking auf das Oberflächenprofil einer Offroad-Strecke	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veränderung des Profils durch beide Aktivitäten</li> <li>- Kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Mountainbiking und Wandern</li> <li>- Auswirkungen von Mountainbiking konzentrieren sich auf die Wegemitte</li> <li>- Größere Schäden beim Befahren von steilen Wegeabschnitten (Steigung 20 °) und bei nasser Strecke (Bodenfeuchtigkeit &gt; 30 %)</li> </ul>				<p>Information der Mountainbiker über negative Auswirkungen von Skidding</p> <p>Vermeidung von steilen Wegeabschnitten und engen Kurven bei der Neuanlage bzw. Wartung von Strecken</p> <p>Einschränkung der Nutzung von sumpfigen Gebieten</p> <p>Konzentrierung der Nutzung auf bereits verdichtete Strecken</p>

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Chiu & Kriwoken 2003	Fern Tree, Hobart/ Tasmanien	Untersuchung der Auswirkungen von Wandern und Mountainbiking auf das Oberflächenprofil einer Offroad-Strecke	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stärkster Profilverlust zu Beginn der Nutzung, mit zunehmenden Wiederholungen reduziert sich die Veränderungsrate</li> <li>- Skidding verursacht größere Schäden am Profil</li> </ul>				Geeignete Entwässerung der Mountainbiking-Strecken, da durch Profilvertiefung in der Wegemitte Wasserkanäle entstehen und so zu zunehmender Erosion führen können
Taylor & Knight 2003	Antelope Island State Park, Utah/ USA	Untersuchung der Reaktionen von Amerikanischen Bisons ( <i>Bison bison</i> ), Maultierhirschen ( <i>Odocoileus hemionus</i> ) und Gabelböcken ( <i>Antilocapra americana</i> ) gegenüber versch. Aktivitäten auf Wegen (Wandern, Mountainbiking) sowie abseits der Wege (nur <i>Odocoileus hemionus</i> )			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Störungen durch beide Aktivitäten</li> <li>- Keine signifikanten Unterschiede von Reaktions- und Fluchtdistanz sowie Fluchstrecke zwischen Mountainbikern und Wanderern auf Wegen</li> <li>- Reaktionen sind abhängig von der Tageszeit und Gruppengröße: größere Reaktionsdistanz von Maultierhirschen am Abend, größere Fluchtdistanz von Bisons und Fluchstrecke von Maultierhirschen am Morgen, größere Reaktionsdistanz bei größeren Gruppen</li> <li>- Tiere aller 3 Arten wurden innerhalb eines Bereichs von 100 m um die Wege mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 70 % aufgescheucht</li> </ul>		<p>Aus Sicht der Ergebnisse sind keine rein Mountainbiking-spezifischen Nutzungsbeschränkungen gerechtfertigt</p> <p>Alle Erholungssuchenden sollten unabhängig von ihrer Aktivität auf den vorgesehenen Wegen bleiben, um Störungen von Wildtieren zu reduzieren</p> <p>Information der Besucher über potenzielle Auswirkungen ihres Verhaltens auf Wildtiere</p>

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Taylor & Knight 2003	Antelope Island State Park, Utah/ USA	Untersuchung der Reaktionen von Amerikanischen Bisons ( <i>Bison bison</i> ), Maultierhirschen ( <i>Odocoileus hemionus</i> ) und Gabelböcken ( <i>Antilocapra americana</i> ) gegenüber versch. Aktivitäten auf Wegen (Wandern, Mountainbiking) sowie abseits der Wege (nur <i>Odocoileus hemionus</i> )			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maultierhirsche flüchteten gegenüber Aktivitäten auf Wegen in 60 %, abseits der Wege in 97 % der Fälle</li> <li>- Kaum Unterschiede von Reaktionsdistanz und Fluchtstrecke von Maultierhirschen gegenüber Wanderern und Mountainbikern abseits der Wege</li> <li>- Geringere Fluchtdistanz von Maultierhirschen gegenüber Mountainbikern abseits der Wege im Vergleich zu Wanderern <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reaktionsdistanz und Fluchtstrecke von Maultierhirschen gegenüber Mountainbikern abseits der Wege größer als auf Wegen</li> </ul> </li> </ul>		
George & Crooks 2006	Nature Reserve of Orange County, Kalifornien/ USA	Untersuchung der Auswirkungen von versch. Nutzern von Wegen (Wanderer, Mountainbiker, Reiter, Hunde, Fahrzeuge) auf die Aktivität von Rotluchsen ( <i>Lynx rufus</i> ), Coyoten ( <i>Canis latrans</i> ) und Maultierhirschen ( <i>Odocoileus hemionus</i> ) mit Infrarotkameras			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rotluchse reagieren am empfindlichsten auf Freizeitaktivitäten <ul style="list-style-type: none"> <li>- konnten als Reaktion auf Wanderer und Mountainbiker entlang von stärker genutzten Wegen seltener beobachtet werden</li> <li>- verlagerten ihre Aktivität als Reaktion auf Mountainbiker, Wanderer und Hunde in stark genutzten Gebieten vermehrt in die Nachtstunden; keine Auswirkungen von Reitern und Fahrzeugen</li> </ul> </li> </ul>		<p>Strengere Kontrolle von Wegegeboten</p> <p>Neuschaffung von Zonen mit beschränkter Erholungsnutzung</p> <p>Einschränken der Uhrzeiten zu denen Hunde mitgeführt werden dürfen</p>

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
George & Crooks 2006	Nature Reserve of Orange County, Kalifornien/ USA	Untersuchung der Auswirkungen von versch. Nutzern von Wegen (Wanderer, Mountainbiker, Reiter, Hunde, Fahrzeuge) auf die Aktivität von Rotluchsen ( <i>Lynx rufus</i> ), Coyoten ( <i>Canis latrans</i> ) und Maultierhirschen ( <i>Odocoileus hemionus</i> ) mit Infrarotkameras			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coyoten zeigen ebenfalls Verhaltensänderungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- geringere Aktivität in stark besuchten Bereichen, negativer Zusammenhang mit Aktivität von Wanderern und Mountainbikern</li> <li>- Trend zur zeitlichen Verlagerung von Aktivitäten als Antwort auf Hunde</li> </ul> </li> <li>▪ Reaktion von Maultierhirschen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein klares Muster der räumlichen oder zeitlichen Aktivitätsänderung</li> <li>- Wahrscheinlichkeit des Antreffens am Tag sinkt mit zunehmender Erholungsnutzung</li> </ul> </li> </ul>		
Marion 2006	Big South Fork National River and Recreational Area, Tennessee und Kentucky/ USA	Untersuchung der Auswirkungen versch. Aktivitäten (Wandern, Reiten, Mountainbiking, ATV <sup>3</sup> Verkehr) auf den Wegezustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Auswirkungen sind primär von Art der Nutzung abhängig <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mountainbiking- und Wanderwege in generell gutem Zustand (wenig Erosion, Bodenabtrag, Verschlammung)</li> <li>- Reitwege und mit ATVs befahrene Wege stärker beeinträchtigt</li> </ul> </li> <li>▪ Gekennzeichnete, gewartete Wege in besserem Zustand als nicht gekennzeichnete</li> </ul>				<p>Schließen von nicht gewarteten und erosionsanfälligen Wegen</p> <p>Verlagerung und/ oder Neuanlage von Wegen</p> <p>Intensivere Befestigung und Wartung von Wegen</p> <p>Räumliche oder zeitliche Reduzierung bzw. Ausschließung bestimmter Wegenutzungen (z.B. während Regenzeiten)</p>

<sup>3</sup> ATV = Kurzbezeichnung für „All Terrain Vehicle“



Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Marion 2006	Big South Fork National River and Recreational Area, Tennessee und Kentucky/ USA	Untersuchung der Auswirkungen versch. Aktivitäten (Wandern, Reiten, Mountainbiking, ATV- Verkehr) auf den Wegezustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikant weniger Erosion und geringere Wegbreite</li> <li>- Kies schützt vor Erosion (max. bis zu Neigungen von 17 %; am effektivsten bei Neigungen &lt; 6 %) und Verschlämmung (unabhängig von der Neigung)</li> </ul>				
White et al. 2006	5 versch. Ökoregionen im SW der USA	Untersuchung der Auswirkungen von Mountainbiking auf den Wegezustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Auswirkungen auf Wegeprofil und -breite sind gering</li> <li>- Durchschnittlich max. gemessene Eintiefung von 3,8 cm (Median 2,5 cm, Max. 25,4 cm)</li> <li>- Durchschnittliche gemessene Wegbreite 81,3 cm (Median 66 cm, Max. 2,8 m)</li> <li>▪ Mit zunehmender Steigung Zunahme der Wegbreite und stärkere Eintiefung</li> </ul>				<p>Ein systematisches Monitoring des Wegezustandes ist empfehlenswert</p> <p>Klare Wegefassung und Förderung von schmalen Wegbreiten (vor allem auf Mehrzweckwegen, auf denen sich Wanderer und Mountainbiker häufig begegnen)</p>

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Davies & Newsome 2009	John Forrest National Park/ Australien	Untersuchung des informellen Mountainbiking-Wegenetzes				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verlust bzw. Veränderung des Lebensraums</li> <li>- Waldbereich von ca. 2.540 m<sup>2</sup> direkt betroffen (2.54 km Wege, durchschnittlich angenommene Breite von 1 m)</li> <li>▪ Veränderung der Struktur durch Anlage technischer Hindernisse</li> <li>- 1 technisches Hindernis alle 140 m bzw. 7/ km</li> </ul>	<p>Entwicklung von Managementplänen, wenn Mountainbiking eine häufige Aktivität im Gebiet ist (Inhalt: Schließen von Wegen, Anpassen bestehender Wege für Mountainbiker, Suche nach alternativen Strecken)</p> <p>Information der Mountainbiker über die Folgen ihres Verhaltens für die Umwelt</p>
Naylor et al. 2009	Starkey Experimental Forest and Range, Oregon/ USA	Untersuchung der Reaktionen von Rothirschen ( <i>Cervus elaphus</i> ) gegenüber versch. wegegebundenen Aktivitäten (Mountainbiking, Wandern, Reiten, ATV-Verkehr)			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Störungen durch alle 4 Aktivitäten</li> <li>- Rückkehr zu normalen Verhaltensmustern ca. 1-2 h nach Ende der Experimente am Nachmittag/ Abend</li> <li>▪ Höhere Bewegungsaktivität</li> <li>- Am stärksten ausgeprägt gegenüber ATVs, gefolgt von Mountainbikern, Wanderern und Reitern; vor allem am Morgen</li> <li>▪ Auswirkungen von Wandern und Mountainbiken ähnlich</li> <li>▪</li> </ul>	<p>Sorgsames Management von Freizeitaktivitäten, besonders von ATV-Nutzung und Mountainbiking</p>	

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Naylor et al. 2009	Starkey Experimental Forest and Range, Oregon/ USA	Untersuchung der Reaktionen von Rothirschen ( <i>Cervus elaphus</i> ) gegenüber versch. wegegebundenen Aktivitäten (Mountainbiking, Wandern, Reiten, ATV-Verkehr)			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weniger Zeit, die während des Experiments mit Rasten, mehr Zeit die mit Nahrungsaufnahme verbracht wird-&gt; möglicherweise zur Kompensation des Energieverlustes durch die Störung</li> </ul>		
Davis et al. 2010	Fort Hood Military Reservation, Balcones Canyonlands Preserve, Texas/ USA	Untersuchung der Reaktionen von Goldwangen-Waldsängern ( <i>Dendroica chrysoparia</i> ) gegenüber Mountainbiking auf Wegen			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bei direkten Begegnungen mit Mountainbikern Flucht von <math>\geq 20</math> m</li> <li>▪ Auswirkungen auf den Reproduktionserfolg in Bereichen mit Mountainbiking-Wegen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niedrigerer Bruterfolg (um 22 %)</li> <li>- Höhere Nesteraufgabe (um das 3-Fache; besonders in einem Bereich <math>&lt; 2</math> m um den Weg)</li> <li>- Nesterfolg nach Mayfield um die Hälfte kleiner (35 %)</li> <li>- Höhere Nesteraubrate (um 11 %)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veränderung des Lebensraums <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragmentierung</li> <li>- Schaffung von Randbiotopen</li> <li>- Förderung von auf Randbereiche angewiesene Arten bzw. Räuber (z.B. Erdnatter, Elaphe obsoleta)</li> </ul> </li> </ul>	<p>Eindämmen der Anlage neuer Mountainbiking-Wege</p> <p>Reduzierung der durch existierende Mountainbiking-Wege bereits entstandenen Randbiotope</p>
Kollar & Leung 2010	Legend Park, North Carolina/ USA	Untersuchung des offiziellen Mountainbiking-Wegenetzes		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schädigung bzw. Entfernen der natürlichen Vegetation zur Konstruktion von Hindernissen</li> <li>▪ Wurzelfreilegung (stärker bei Luft- und Bodenhindernissen als bei Traversen)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veränderung der Struktur durch Anlage technischer Hindernisse <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 technisches Hindernis alle 149 m; insgesamt 86</li> </ul> </li> </ul>	<p>Ersetzen von Hindernissen, die die Umwelt schädigen, durch andere, weniger beeinträchtigende – sofern sie dasselbe Erlebnis bieten</p>

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
Pickering et al. 2011	Kosciuszko National Park, New South Wales/ Australien	Untersuchung der Auswirkungen von Wandern und Mountainbiking auf subalpines Grasland	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bodenverdichtung und Zunahme der Streuauflage bei beiden Aktivitäten</li> <li>- Befahren von Hängen ab- und aufwärts hat größeren Einfluss auf die Bodendichte als Queren</li> <li>- Nach 75fachem Befahren signifikante Veränderungen der Bodendichte</li> <li>- Direkt nach dem Befahren stärkere Verdichtung als im Vergleich zu Wandern, nach 2 Wochen ähnliche Werte</li> <li>- Zunahme der Streuauflage bei Mountainbiking stärker als bei Wandern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schäden an Vegetation durch beide Aktivitäten</li> <li>- Reduktion der Vegetationsdecke und des Anteils an Kräutern bei Mountainbiking größer als bei Wandern</li> <li>- Befahren von Hängen ab- und aufwärts hat größeren Einfluss auf die Vegetation als Queren</li> <li>- Reduktion der Vegetationshöhe durch Mountainbiking bereits bei 25 Wiederholungen,; nach 500 Wiederholungen nur mehr 1/3 der Höhe</li> <li>- Reduktion der Vegetationsdecke und Veränderung der Zusammensetzung (Letzteres bereits bei 75fachem Befahren)</li> <li>- Reduktion des Artenreichtums nach 500fachem Befahren</li> </ul>			Einschränkung des Entstehens inoffizieller Wege (egal, ob durch Wandern oder Mountainbiking entstanden)
Ballantyne et al. 2014	Tall Open Blackbutt Forest, Queensland/ Australien	Untersuchung der Auswirkungen des Mountainbiking-Wegenetzes (offizielle und inoffizielle Wege) auf bedrohte stadtnahe Waldreste				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veränderung bzw. Verlust des Lebensraums</li> <li>- Insgesamt 5,7 % der Waldflächen durch Wege verloren bzw.</li> </ul>	Verhinderung des Entstehens neuer Wegeabschnitte in Bereichen mit dicht verzweigten Mountainbiking- und Wanderwegen

Studie	Gebiet	Thematik	Auswirkungen von Mountainbiking auf				Management- erkenntnisse
			Boden	Vegetation	Wildtiere	Lebensraum	
						beeinträchtigt - In manchen Waldinsel-Resten Verlust von ca. 16 % der Fläche durch Wege - Mountainbiking- und Wanderwege sind zwar schmal, aber weitverzweigt -> kumulativer Effekt - Ein Großteil der Wege ist informell, besonders in stärker urbanisierten Bereichen	Information durch Stakeholder-Gespräche und Beschilderung  Wegefassung und -befestigung  Zentralisierung der Erholungsnutzung in stark fragmentierten Bereichen sowie Schließung von bestimmten Eingängen und Wegen

## 4. Übertragbarkeit der Ergebnisse und Empfehlungen

Der Mangel an Vergleichsstudien aus Europa macht eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf österreichische Verhältnisse schwierig. Auswirkungen von Mountainbiking auf Boden und Vegetation sind beispielsweise stark von dem jeweiligen Bodentyp und der Bodenart, der Hangneigung sowie von der lokalen Vegetation und ihrer Resistenz bzw. Resilienz anhängig (Chiu & Kriwoken 2003; Marion 2006; White et al. 2006; Pickering et al. 2011). Nicht zuletzt spielen auch die klimatischen Bedingungen bzw. jahreszeitlich bedingte Niederschläge eine wichtige Rolle (Marion 2006). Noch schwieriger gestaltet sich die Übertragung der Ergebnisse von wildtierökologischen Untersuchungen. Hier scheint das Zusammenspiel einer Vielzahl von Faktoren die Reaktionen auf Mountainbiker bzw. andere Erholungssuchende zu beeinflussen. Neben der Tierart gilt es auch die Position der Erholungssuchenden relativ zu den Tieren zu beachten sowie die Tages- und Jahreszeit der Störung, die Gruppengröße und -zusammensetzung (z.B. Anteil an Männchen oder Weibchen) sowie die Aktivität der Tiere zum Zeitpunkt der Störung (z.B. Rasten, Nahrungsaufnahme oder Bewegung) und ihre Entfernung zu schutzbietender Deckung (Papouchis et al. 2001; Taylor & Knight 2003).

Zum Teil erschweren auch methodische Unterschiede die Interpretation der Ergebnisse. Beispielsweise haben Papouchis et al. (2001) stärkere Reaktionen gegenüber Wanderern als im Vergleich zu Mountainbikern festgestellt. Allerdings fand hier Mountainbiking nur auf tangential zu den Tieren verlaufenden Wegen statt, wohingegen die Störung durch Wanderer durch direktes Zugehen auf die Tiere abseits der Wege simuliert wurde. Ein Vergleich von Untersuchungen mit solch stark unterschiedlichen Vorgehensweisen sollte nicht vorgenommen werden, wie auch Taylor & Knight anmerken (2003).

Insgesamt besteht noch ein großer Forschungsbedarf, was die ökologischen Auswirkungen von Mountainbiking und anderen Freizeitnutzungen angeht, wie auch einige Autoren selbst anmerken (Papouchis et al. 2001; George & Crooks 2006; Pickering et al. 2011; Ballantyne et al. 2014). Schwerpunkt sollte besonders auf eine Untersuchung der Langzeitfolgen bzw. der energetischen Konsequenzen gelegt werden, die eine ständige Beunruhigung nach sich ziehen kann sowie auf die tageszeitliche Aktivität von Mountainbikern. Beispielsweise besteht Grund zur Annahme, dass sich Mountainbiker im Vergleich zu anderen Erholungssuchenden länger im Gebiet aufhalten, wodurch sich die störungsfreien Zeiten für Wildtiere zusätzlich reduzieren würden (Gander & Ingold 1997; Georgii 2001; Krämer et al. 2004). Gerade im Wald können sich häufige Störungen und eine damit zusammenhängende Änderung der räumlichen Aktivitätsmuster in zunehmendem Verbiss von Keimlingen und Bäumen sowie in der Schälung von Stamm und Wurzeln durch Huftiere niederschlagen. (Reimoser 2005). Ein anderer Aspekt betrifft die Tatsache, dass sich die Untersuchungen zu den Auswirkungen von Mountainbiking auf Wildtiere mehrheitlich mit großen Säugetieren, insbesondere Huftieren, beschäftigen. Über andere Tiergruppen ist hingegen wenig bekannt. Allerdings können Wege, je nach Art ihrer Befestigung, durch ihre schnelle Erwärmung thermophile Arten, wie z.B. Reptilien, anziehen. Diese halten sich direkt auf den Wegen oder in der Vegetation der Randbereiche auf und laufen so Gefahr, von Mountainbikern überrollt zu werden (GfL 2000; Burgin & Hardiman 2012). Dasselbe gilt für Amphibien, wenn sie sich beispielsweise im Rahmen ihrer saisonalen Wanderungen auf den Wegen oder in Regenpfützen aufhalten (GfL 2000). Aufgrund des Gefährdungsgrades der meisten in Österreich vorkommenden Reptilien- und Amphibienarten (Gollmann 2007) gilt es diese Überlegungen daher vor allem in Schutzgebieten, wie z.B. dem Natura 2000 - Netzwerk, zu berücksichtigen.

## 5. Managementempfehlungen

Empfehlungen zum Management von Mountainbiking, die sich in der Literatur finden, reichen von Information und Bewusstseinsbildung über richtiges Verhalten und Fahrtechnik bis hin zu regulativen Eingriffen, wie dem Sperren von Wegen in bestimmten Gebieten oder zu bestimmten Zeiten (siehe Tabelle 1). Dabei muss allerdings bedacht werden, dass solche restriktiven Maßnahmen nicht von allen Erholungssuchenden akzeptiert werden (Seeland et al. 2002; Chiu & Kriwoken 2003). Einige Studien empfehlen auch, Mountainbiking nicht losgelöst von anderen Erholungsaktivitäten zu sehen, sondern diese insgesamt auf die dafür jeweils vorgesehenen Wege zu beschränken (Papouchis et al. 2001; Taylor & Knight 2003; George & Crooks 2006).

Weiterhin zeigt die Literaturlauswertung auch, dass der größte Handlungsbedarf in Hinblick auf Planung, Reglementierung bzw. Neuentwicklungen im Bereich von Ballungsgebieten und deren Naherholungsräumen besteht (Weigand 1993). Handlungsbedarf wird ebenfalls in Tourismusregionen gesehen, wo vermehrt Mountainbikes auch ausgeliehen werden können. Allerdings zeigen Erfahrungen aus Tirol (Leiter 1991), dass die Urlauber eher dazu neigen, auf den Wegen zu bleiben und Forststraßen zu 90 % zu nutzen. Eigene Routen im Wald setzen zumeist Ortskenntnisse voraus und werden daher in der Regel von Einheimischen begründet. Daher muss bei der Planung in Naherholungsgebieten und touristischen Räumen unterschiedlich vorgegangen werden.

Viele Beeinträchtigungen können zudem im Vorhinein, durch das Vermeiden ökologisch sensibler Gebiete sowie durch eine vorausschauende Wegeplanung vermieden werden (Goedt & Alder 2001; Chiu & Kriwoken 2003; Krämer et al. 2004; Drabosenig 2011). Bei der Streckenführung sollten daher erosionsanfällige Böden sowie steile Hangabschnitte und enge Kurven, die Skidding fördern, gemieden werden. Dennoch dürfen die Vorlieben der Mountainbiker nicht außer Acht gelassen werden, da ansonsten mit dem Entstehen alternativer, inoffizieller Strecken zu rechnen ist (Goedt & Alder 2001). Inoffizielle Wege können allerdings auch infolge des Vermeidens schlammiger Wegeabschnitte entstehen (Marion 2006). Daher ist auf eine gute Entwässerung zu achten. Diese kann, zusammen mit regelmäßiger Wartung sowie einer Befestigung der Oberflächen von besonders intensiv genutzten Wegen, dazu beitragen, die durch Mountainbiking verursachten Schäden an Wegen zu minimieren (Goedt & Alder 2001; Chiu & Kriwoken 2003; Marion 2006; White et al. 2006; Ballantyne et al. 2014).

Viele dieser möglichen Strategien bzw. Managementempfehlungen sind allerdings mit einem hohen Maß an Zeit und Kosten bzw. mit einer intensiveren Auseinandersetzung mit dem Thema Mountainbiking verbunden. Eine ständige Kontrolle der Verhältnisse bzw. des Wegezustandes erscheint vor allem in Gebieten mit einem dichten Wegenetz – vorausgesetzt Mountainbiking findet auf allen bzw. einem Großteil dieser Wege statt – nur schwer umsetzbar.

Die Literatur berücksichtigt außerdem bei den Beeinträchtigungen und auch bei den potentiellen Lenkungsmaßnahmen bislang die mittlerweile erfolgte Ausdifferenzierung in verschiedene Mountainbike-Typen und Disziplinen (Cross Country, Downhill etc.), die aufgrund der unterschiedlichen Räder und Fahrweisen auch andere Strecken erfordern bzw. bevorzugen, nur in geringem Maße. Daher ist wenig über die spezifischen Auswirkungen der einzelnen Disziplinen bekannt und ob es Unterschiede zwischen ihnen gibt. Daher können Managementempfehlungen nur allgemein abgeleitet und nicht auf die einzelnen Typen

zugeschnitten werden. Als neue Herausforderung ist hier zudem das E-Mountainbike hinzugekommen, das eine noch weitergehende Ausdehnung der Sportart erwarten lässt.

## **6. Mögliche Szenarien**

Im Folgenden werden, basierend auf der derzeitigen Situation und den zuvor beschriebenen Erkenntnissen, drei mögliche Szenarien der zukünftigen Nutzung des Waldes durch Mountainbiker entwickelt. Bei der Diskussion der Szenarien wären bei den Regelungen auch die verschiedenen Formen der Sportausübung und die entsprechenden Geräte mit zu berücksichtigen.

### **6.1 Szenario A: Öffnen aller Forststraßen und Waldwege für Mountainbiker**

Bei einer allgemeinen Öffnung aller Forststraßen und Waldwege für Mountainbiker kann eine Zunahme der Beunruhigung von Wildtieren nachzeitigem Forschungsstand nicht ausgeschlossen werden. Zudem ist in bestimmten Situationen – abhängig von Bodenfaktoren, Hangneigung, Witterung, Nutzungsintensität und Fahrweise der Mountainbiker – mit vermehrten Schäden an den Wegen und infolgedessen mit einem erhöhten Wartungsaufwand für die Wegehalter zu rechnen. Konflikte zwischen anderen Wegenutzern und Mountainbikern müssen zwar nicht zwangsläufig auftreten, sie sind in manchen Situationen jedoch wahrscheinlich, beispielsweise auf stark frequentierten Wegen. Treffen Mountainbiker und Wanderer zudem an unübersichtlichen Stellen zusammen, ist damit, je nach konkreter Situation und Fahrgeschwindigkeit, ein nicht zu vernachlässigendes Unfallrisiko verbunden. Auf schmalen Wegen ist es außerdem wahrscheinlich, dass Wanderer zur Seite treten, um Mountainbiker vorbeifahren zu lassen und dabei die angrenzende Vegetation schädigen bzw. zu einer Aufweitung des Weges führen. Nicht zu vergessen ist auch, dass bei einer Öffnung der Forststraßen und Waldwege für Mountainbiker vermutlich auch andere Gruppen, wie z.B. Reiter, dieses Recht für sich beanspruchen werden, was zu zusätzlichen Belastungen für das Ökosystem Wald führen würde.

### **6.2 Szenario B: Ausweitung des bestehenden Mountainbiking-Wegenetzes**

Durch eine gezielte Ausweisung von Wegen, auf denen Mountainbiking gestattet ist, kann eine zusätzliche Beunruhigung für Wildtiere in ökologisch sensiblen Gebieten vermieden werden. Dabei könnte die Wegbreite, die Wegebeschaffenheit und andere Merkmale als Grundlage verwendet werden, um einen „Schilderwald“ in der Landschaft zu vermeiden. Die Nutzung könnte dadurch auf solche Wege begrenzt werden, die aufgrund ihrer Bodenverhältnisse bzw. Streckenführung für ein Befahren mit Mountainbikes geeignet sind. Zusätzlich sollten, wenn Radstrecken durch wertvolle Habitate führen (z.B. durch Lebensräume europarechtlich geschützter Arten), Beschränkungen der Nutzung möglich sein. Gleichzeitig lassen sich Konflikte bzw. das Unfallrisiko beim Zusammentreffen mit Wanderern minimieren, indem nur solche Wege für Mountainbiking freigegeben werden, die aufgrund ihrer Gegebenheiten bzw. Breite eine gefahrlose Nutzung durch beide Gruppen zulassen. Auch der Aufwand für Wartung und Instandhaltung der Wege für die Wegehalter lässt sich auf diese Weise begrenzen. Um den Bedürfnissen der Mountainbiker bzw. bestimmter Disziplinen gerecht zu werden, könnte zusätzlich auch die Anlage spezieller Mountainbiking-Strecken zur Bündelung und Lenkung der Aktivitäten angedacht werden.



Hierbei kann die Einbindung lokaler Akteure oder Zusammenschlüsse (z.B. Radsport- und Mountainbiking-Vereine) eine Hilfestellung bei Akzeptanz und Gestaltung sein.

Auf diese Weise können sowohl ökologische bzw. naturschutzfachliche Ansprüche als auch die Interessen der Waldbesitzer und anderer Erholungssuchender mit denen des Tourismus und den Bedürfnissen der Mountainbiker am besten in Einklang gebracht werden. Das erfolgreiche Tiroler MTB-Modell, bei dem ausgewählte Strecken durch Verträge zwischen Wegehaltern und Gemeinden bzw. Tourismusverbänden für Mountainbiker eingerichtet werden, könnte dabei als Vorbild für andere Bundesländer dienen.

### **6.3 Szenario C: Keine Veränderung der momentanen Situation**

Werden keine zusätzlichen Möglichkeiten für Mountainbiker geschaffen, ihr Hobby legal auszuüben, so ist mit einer Zunahme oder zumindest einem Fortbestehen der momentanen Konflikte zu rechnen – einerseits zwischen Mountainbikern und Wanderern, wenn diese auf Wegen unterwegs sind, die rechtlich gesehen den Wanderern vorbehalten sind, und andererseits zwischen Mountainbikern und Grund- bzw. Waldbesitzern. Der Austausch zwischen den Mountainbikern findet hierzu auch immer mehr über das Internet statt (z.B. sind zulässige Strecken im Wienerwald in Zusammenarbeit mit den Österreichischen Bundesforsten über eine Online-Plattform abrufbar). Es sind jedoch auch Plattformen bekannt, auf die Strecken hochgeladen werden, die nicht den gesetzlichen Regelungen entsprechen. Die Verbreitung von Onlineinformationen schränkt die Informationsmöglichkeiten und die unmittelbare Einflussnahme durch Grundeigentümer bzw. Landnutzer weiter ein.

Auch Konflikte mit Jägern, sofern diese Mountainbiking für eine Beunruhigung des Wildes verantwortlich machen, werden ohne geeignete Maßnahmen zur Lenkung der Mountainbiking-Aktivitäten im Wald nicht gelöst werden können. Die Zunahme von Protestaktionen, bei denen die Teilnehmer ihre Räder durch den Wald schieben, wird vermutlich ebenfalls zu einer Verhärtung der Fronten zwischen Grundbesitzern und Mountainbikern führen. Es ist außerdem zu befürchten, dass Mountainbiker, um Konflikten auszuweichen, neue Wege, abseits der von anderen Erholungssuchenden genutzten, befahren. Diese informellen Wege würden infolge dessen zu einer weiteren Fragmentierung und damit Beeinträchtigung des Lebensraums Wald führen.

## 7. Literatur

- BAIER, E-M. C. (2012): Klettern und Mountainbiken im Lichte der Wegehaftung. Diplomarbeit am Institut für Arbeitsrecht und Sozialrecht. Karl Franzens Universität Graz.
- BALLANTYNE, M.; GUDES, O.; PICKERING, C. M. (2014): Recreational trails are an important cause of fragmentation in endangered urban forests: A case-study from Australia. *Landscape and Urban Planning* 130: 112-124.
- BOWKER, J .M.; ENGLISH, D. B. K. (2002): Mountain biking at Tsali: an assessment of users, preferences, conflicts, and management alternatives. Gen. Tech. Rep. SRS–59. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station.
- BURGIN, S.; HARDIMAN, N. (2012): Is the evolving sport of mountain biking compatible with fauna conservation in national parks? *Australian Zoologist* 36: 201-208.
- CESSFORD, G. R. (1995): Off-Road Mountain Biking: A Profile of Participants and their Recreation Setting and Experience Preferences. Science & Research Series 93.
- CHIU, L.; KRIWOKEN, L. (2003): Managing Recreational Mountain Biking in Wellington Park, Tasmania, Australia. *Annals of Leisure Research* 6 (4): 339-361.
- CRA (Corporate Research Associates) (2010): Secondary Research – Mountain Biking Market Profiles. Final Report prepared for Parks Canada.
- DAVIS, C. A.; LESLIE, D. M.; WALTER, W. D.; GRABER, A. E. (2010): Mountain Biking Trail Use Affects Reproductive Success of Nesting Golden-Cheeked Warblers. *The Wilson Journal of Ornithology* 122 (3): 465-474.
- DAVIES, C.; NEWSOME, D. (2009): Mountain bike activity in natural areas: impacts, assessment and implications for management: a case study from John Forrest National Park, Western Australia.
- DRABOSENIG, A. M. (2011): Wildtierverträgliche Mountainbikestrecken am Beispiel Gerlitz in Kärnten. Masterarbeit am Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft. Universität für Bodenkultur Wien.
- EZEUDUJI, I. O. (2005): Inter-User Group Conflict in Landscape-Based Recreation: Hikers and Mountain Bikers in Sumava National Park, Czech Republic.. Masterarbeit am Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung. Universität für Bodenkultur Wien.
- ERLINGER-SCHIEDLBAUER, C. (2012): Wegfreiheit aus planungstheoretischer Perspektive im Spiegel des Rechts. Masterarbeit an der Fakultät für Architektur und Raumplanung. Technische Universität Wien.
- GANDER, H.; INGOLD, P. (1997): Reactions of male alpine chamois *Rupicapra r. rupicapra* to hikers, joggers and mountainbikers. *Biological Conservation* 79: 107-109.
- GEORGE, S. L.; CROOKS, K. R. (2006): Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation* 133: 107-117.
- GEORGII, B. (2001): Auswirkungen von Freizeitaktivitäten auf Jagd und Wildtiere. In: Mallach, N. (Red.): Störungsökologie. Sammelband der Veranstaltungen "Ökologiesymposium Störungsökologie" am 25. November 1999 in Starnberg und "Wer macht unsere Wildtiere so scheu?" am 20.–21. September 1999 in Pullach. Laufener Seminarbeiträge 1/2001. Laufen: ANL: 37-47.
- GfL (Planungs- und Ingenieurgesellschaft GmbH) (2000): Radwege in der freien Landschaft. Art der Befestigung. Eine Analyse aus landespflegerischer Sicht. Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen Rheinland-Pfalz.

- GOEFT, U.; ALDER, J. (2001): Sustainable Mountain Biking: A Case Study from the Southwest of Western Australia. *Journal of Sustainable Tourism* 9: 193-211.
- GOLLMANN, G. (2007): Rote Liste der in Österreich gefährdeten Lurche (Amphibia) und Kriechtiere (Reptilia). In: Zulka, K. P. (Red.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs: Kriechtiere, Lurche, Fische, Nachtfalter, Weichtiere. Grüne Reihe des Lebensministeriums. Wien: Böhler: 37-60.
- GRUBER, D. (2014): Offener Brief an den österreichischen Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Andrä Rupprechter.
- INGOLD, P. (2005): Erforschung des Einflusses von Freizeitaktivitäten auf Wildtiere. In: Ingold, P. (Hauptautor und Hrsg.): Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere. Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier; mit einem Ratgeber für die Praxis. Bern: Haupt: 198-211.
- KING, K. (2010): Lifestyle, identity and young people's experiences of mountain biking. Forestry Commission Research Note. Forestry Commission, Farnham, Surrey.
- KING, K.; CHURCH, A. (2013): 'We don't enjoy nature like that': Youth identity and lifestyle in the countryside. *Journal of Rural Studies* 31: 67-76.
- KOLLAR, C.; LEUNG, Y.-F. (2010): Assessing and understanding environmental impacts of mountain biking's technical trail features. Grad Research Symposium Poster. North Carolina State University. Department of Parks, Recreation and Tourism Management.
- KRÄMER, A.; ROTH, R.; SCHMIDT, A.; TÜRK, S. (2004): Evaluation of the success of visitor flow management projects in the Southern Black Forest Nature Park. The 2nd International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas. MMV 2 – Proceedings: 194-201.
- LEITER, S. (1991): Bergradeln im Karwendel; Untersuchung im Auftrag des Österreichischen Alpenvereins 1991 über das Bergradfahren im Alpenpark Karwendel.
- LOTZE, L.; STÖHR, D.; ZIMMERMANN, G.; AdTLR; GRUPPE FORST (2014): Mountainbike-modell 2.0
- MARION (2006): Assessing and Understanding Trail Degradation: Results from Big South Fork National River and Recreational Area. National Park Service. Final Research Report. United States Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Patuxent Wildlife Research Center, Virginia Tech Field Unit.
- MEYER, K. (2002): Managing Degraded Off-Highway Vehicle Trails in Wet, Unstable, and Sensitive Environments. Missoula, MT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Missoula Technology and Development Center.
- MONZ, C. A.; COLE, D. N.; LEUNG, Y.-F.; MARION, J. L. (2010): Sustaining Visitor Use in Protected Areas: Future Opportunities in Recreation Ecology Research Based on the USA Experience. *Environmental Management* 45: 551-562.
- NABER, M. D. (2008): Integrating trail condition assessment with recreation demand modeling of mountain bikers in the Research Triangle, North Carolina. PhD dissertation, North Carolina State University.
- NAYLOR, L. M.; J. WISDOM, M.; G. ANTHONY, R. (2009): Behavioral Responses of North American Elk to Recreational Activity. *Journal of Wildlife Management* 73: 328-338.
- ÖBf (Österreichische Bundesforste) (2014): Biker Fairplay.
- ÖSTERREICH WERBUNG (2011): T-MONA Urlauberbefragung Sommer 2011. Gratisinfo Radurlauber.

- PAPOUCHIS, C. M.; SINGER, F. J.; SLOAN, W. B. (2001): Responses of Desert Bighorn Sheep to Increased Human Recreation. *Journal of Wildlife Management* 65 (3): 573-582.
- PICKERING, C. M.; ROSSI, S.; BARROS, A. (2011): Assessing the impacts of mountain biking and hiking on subalpine grassland in Australia using an experimental protocol. *Journal of Environmental Management* 92: 3049-3057.
- ROSSI, S.; PICKERING, C. M.; BYRNE, J. A. (2012): Differences among hikers, runners and mountain bikers in a peri-urban park. *The 6th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas. MMV 6 – Proceedings*: 174-175.
- REIMOSER, F. (2005): Freizeitaktivitäten und Wildtiere: Folgen für den Wald. In: Ingold, P. (Hauptautor und Hrsg.): *Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere. Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier; mit einem Ratgeber für die Praxis*. Bern: Haupt: 311-321.
- RUPF, R. (2014): Choice-Experimente als Grundlage für Agenten-basierte Modelle zur Planung im naturorientierten Outdoorsport. Wandern und Mountainbiking in Tourismus- und Bergregionen sowie Schutzgebieten. Dissertation am Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung. Universität für Bodenkultur Wien.
- RUPF, R.; HAIDER, W.; PRÖBSTL, U. (2014): Hikers and mountain bikers – do they fight like cats and dogs? *The 7th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas. MMV 7 – Proceedings*: 253-255.
- SEELAND, K.; MOSER, K.; SCHEUTHLE, H.; KAISER, F. G. (2002): Public acceptance of restrictions imposed on recreational activities in the peri-urban Nature Reserve Sihlwald, Switzerland. *Urban Forestry & Urban Greening* 1 (1): 49-57.
- STOCK, W. (2013): Berg frei – Weg frei?! Ein Leitfaden für alle, die in ihrer Freizeit in der Natur unterwegs sind. Wien: Naturfreunde Österreich (Hrsg).
- STOCK, W.; HRBEK, R. (2013): Recht und Haftung beim Mountainbiken. *Naturfreund* 2: 11.
- STOECKL, N. (2010): Mountainbiken im Biosphärenpark Wienerwald: Akzeptanz von Managementmaßnahmen. Masterarbeit am Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung. Universität für Bodenkultur Wien.
- TAYLOR, S. (2014): Understanding mountain bikers' choices of recreational settings. *The 7th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas. MMV 7 – Proceedings*: 132-133.
- TAYLOR, A. R.; KNIGHT, R. L. (2003): Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecological Applications* 13: 951-963.
- THURSTON, E.; READER, R. J. (2001): Impacts of Experimentally Applied Mountain Biking and Hiking on Vegetation and Soil of a Deciduous Forest. *Environmental Management* 27: 397-409.
- VSSÖ (Verband der Sportartikelerzeuger und Sportausrüster Österreichs (2015): Factbox zur österreichischen Fahrrad-Industrie 2014.
- WALDVERBAND TIROL (2015): Mündliche Mitteilung im Rahmen des Waldbauerntages 2015 in Gnadental, am 07. November 2015.
- WATSON, A. E.; WILLIAMS, D. R.; DAIGLE, J. J. (1991): Sources of Conflict between Hikers and Mountain Bike Riders in the Rattlesnake NRA. *Journal of Park and Recreation Administration* 9 (3): 59-71.
- WHITE, D. D.; WASKEY, M. T.; BRODEHL, G. P.; FOTI, P. E. (2006): A Comparative Study of Impacts to Mountain Bike Trails in Five Common Ecological Regions of the Southwestern U.S. *Journal of Park and Recreation Administration* 24 (2): 21-41.

- WEIGAND, G.(1993): Umwelt und Mountainbike. Diplomarbeit im Studiengang Raum- und Umweltplanung. Universität Kaiserslautern.
- WILSON, J. P.; SENEY, J. P. (1994): Erosional Impact of Hikers, Horses, Motorcycles, and Off-Road Bicycles on Mountain Trails in Montana. Mountain Research and Development 14: 77-88.
- WYTTENBACH, M.; RUPF, R. (2014): Urban mountain biking – multiple-uses of trails on the Uetliberg in Zurich, Switzerland. The 7th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas. MMV 7 – Proceedings: 244-246.