



Master Thesis

Aspekte des Risiko-Managements im Wald

Author(s):

Bratschi, Dieter

Publication Date:

2002

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004455524> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

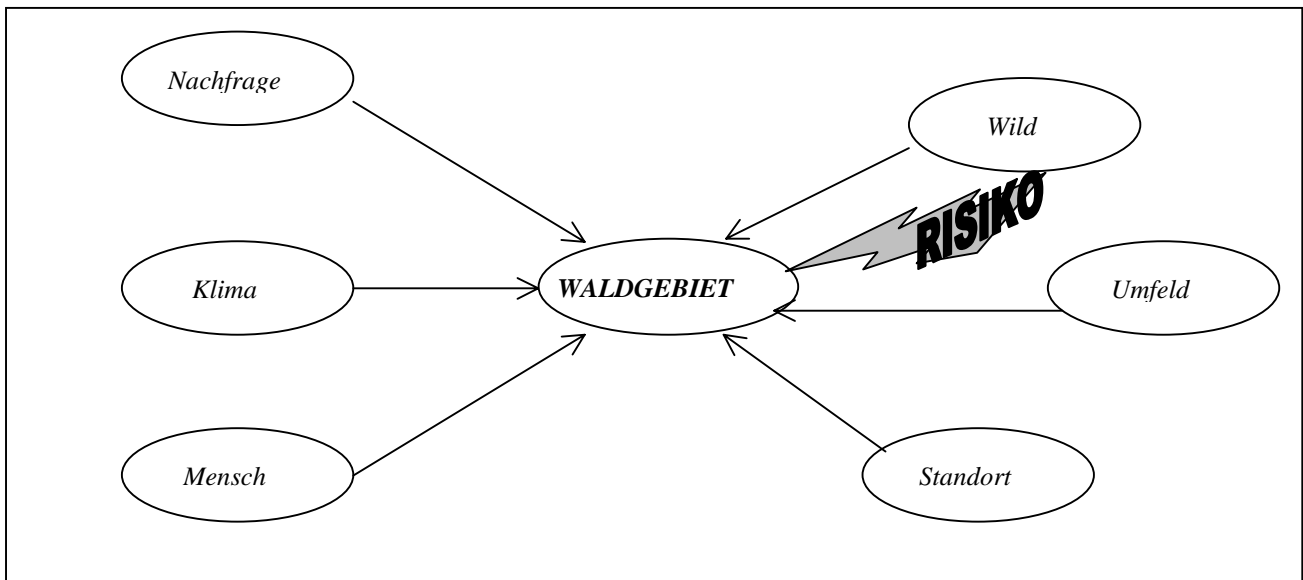
This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Nachdiplomkurs Risiko und Sicherheit

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Universität St. Gallen,
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Aspekte des Risiko-Managements im Wald

von
Dipl. Forsting. ETH Dieter Bratschi



Referent:
Prof. Dr. P. Bachmann
Forstwissenschaften ETH, Zürich

Korreferent:
M. Topf
Sachversicherungen Risiko,
Winterthur Versicherungen

August 2002

Titel:**Aspekte des Risiko-Managements im Wald**

Referent:

Prof. Dr. P. Bachmann (Forstwissenschaften ETH, Zürich)

Korreferent:

M. Topf (Sachversicherungen Risiko, Winterthur Versicherungen)

Verfasser: Dipl. Forsting. ETH D. Bratschi

Inhalt:

Zusammenfassung	3
1. Einleitung	3
2. Das Risiko-Management	4
2.1. Einführung	4
2.2. Die Risiko-Management Methode	5
3. Die Risiko-Analyse	6
3.1 Grundsätzliche Aspekte der Risiko-Analyse	6
3.2 Objektbeschreibung und –abgrenzung	6
3.3 Die Risiko-Indikatoren Erfassung	7
3.4 Das Risiko-Analyse Modell	9
3.5 Methoden zur Analysierung von Risiken	11
3.5.1 Der Erwartungswert	11
3.5.2 Das Fehlerbaumdiagramm	12
3.5.3 Das Ereignisbaumdiagramm	13
4. Die Risiko-Abwägung	14
4.1 Die Risiko-Strategien	14
4.2 Das Eruiieren der geeigneten Strategie	15
4.2.1 Das Entscheidungsbaumdiagramm	15
4.2.2 Die Risikobegrenzung	17
5. Der Risiko-Umgang	18
5.1 Massnahmen zur Vermeidung	18
5.2 Massnahmen zur Verminderung	18
5.3 Massnahmen zur Überwälzung	19
5.4 Massnahmen beim Selbsttragen	19
6. Schlussbemerkungen	19
Anhang	
Schadensversicherung bei Windwurf, Windbruch	20
Quellenverzeichnis	21

Zusammenfassung

Die Risiko-Management Methode, welche hier erörtert wird, setzt sich aus den drei Grundelementen „Risiko-Analyse“, „Risiko-Abwägung“ und „Risiko-Umgang“ zusammen.

- Für die Risiko-Analyse wird als Erstes das Waldgebiet beschrieben. Aufgrund von Einflussgrössen sowie mittels der Erhebung von Risiko-Indikatoren lassen sich die Risiken erfassen und in einer Risiko-Matrix darstellen. Durch Anwendung verschiedener Methoden wird anschliessend erörtert, wie das Risiko besser abgeschätzt werden kann.
- Die Risiko-Abwägung wird anhand der Entscheidungsbaum-Methode dargestellt. Zur Wahl stehen verschiedene Strategien, wie mit dem Risiko umgegangen werden soll. An einem Beispiel wird dargelegt, ob ein Risiko eingegangen werden kann und ob es sinnvoll ist, dieses mit Massnahmen einzugrenzen.
- Anschliessend werden im Risiko-Umgang einige Massnahmen zu den Strategien aufgeführt.

Die Schlussbemerkungen befassen sich mit der Umsetzung des Risiko-Management im Wald.

1. Einleitung

Seit dem Orkan „Lothar“ (1999) herrscht bei manchen Waldeigentümern grösstenteils Konsternation und Resignation, da der Wald, welcher früher eine geschätzte und zuverlässige Rohstoff- und Einkommensquelle war, heute oft als unrentable Investition aufgefasst wird.¹

Als Ursachen werden dafür nebst den Orkan-Ereignissen und den Borkenkäferkalamitäten auch die Konjunkturflaute sowie der Druck auf die Holzpreise genannt. Aus diesem Kontext heraus wurde die Arbeit verfasst.

- Ziel dieser Arbeit ist das Vermitteln eines Ansatzes, wie mit solchen Risiken umgegangen werden kann.
- Die Arbeit richtet sich weder auf die rechtlichen Aspekte des Waldeigentums noch auf die Unfall-Vermeidung bei Bestandeseingriffen. Sie konzentriert sich auf die Wertschöpfung des Waldes und richtet sich auf die damit verbundenen potentiellen Risiken.

¹ Der Waldwirtschaftsverband hat am 30. Juli 2002 bekannt gegeben, dass gemäs BAR 2001 die Waldeigentümer im vergangenen Jahr 195.- CHF pro Hektar Verlust auswiesen. Quelle www.wvs.ch, Pressemitteilungen

2. Das Risiko-Management

2.1 Einführung

Es gibt verschiedene Definitionen des Risikos. So ergänzt im deutschen Wortgebrauch der Begriff „Risiko“ das (schon lange vorher bekannte) Wort „Gefahr“. Von Gefahr wird in der Regel dann gesprochen, wenn der Schaden ohne eigenes Zutun eintritt; von Risiken spricht man dann, wenn der Schadeneintritt als Folge eigenen Handelns oder Unterlassens eintritt.² Die Chinesen sehen im Risiko hingegen eine Verknüpfung zwischen der Chance mit der Gefahr.³

Im technischen Sinne, wie dies im Risiko-Management üblicherweise angewandt wird, ist das Risiko wie folgt definiert.

Risiko: „Qualitative oder quantitative Charakterisierung eines Schadens hinsichtlich der Möglichkeit des Eintreffens und Tragweite der Schadenswirkungen“⁴

Das Risiko (R) definiert sich mathematisch gesehen demnach aus dem Produkt der Eintrittswahrscheinlichkeit (P) mit dem Schadensausmass (A).

$$[R = P \cdot A]$$

Diese Definition dient auch der vorliegenden Arbeit als Grundlage.

Der Begriff „Risiko-Management“ stammt aus dem englischen „risk-management“. Im technischen Sinne wird dieser wie folgt definiert:

Risiko-Management: „Einsatz von Massnahmen und Methoden mit dem Ziel, die angestrebte Sicherheit zu erreichen und die Sicherheitsplanung den sich verändernden Umständen anzupassen“⁵

Das Risiko-Management steht im Kontext zu einem übergeordneten Ziel, das sich aus der Zielsetzung der Planung definiert. Die Schlüssel-Frage lautet demnach nicht: „Was *kann* passieren“; sondern im Gegenteil: „Was *soll* passieren und inwiefern könnte dies gefährdet werden.“ Das Risiko-Management dient also dazu, die „in Kauf genommene“ Gefahr gegenüber des erwünschten Nutzens abzuwägen und zu vermindern.

Der Unterschied zur Planung im herkömmlichen Sinne liegt beim Risiko-Management darin, dass die Planung Bezug auf ein Ziel nimmt; das Risiko-Management hingegen nimmt Bezug auf ein Risiko, welches das Erreichen des in der Planung angestrebten Ziels gefährdet.

Das Risiko-Management ist somit nicht Ersatz der Planung, sondern deren Ergänzung.⁶

Wie die Planung, ist auch das Risiko-Management nur ein Mittel zum Zweck und darf nicht zum Selbstzweck werden.

² N.Luhmann, aus Pesendorfer B., 2001

³ Haller M., 2001

⁴ PPRS 1993 : Definitionen für das Poliprojekt Risiko und Sicherheit technischer Systeme. ETH Zürich

⁵ R&S Begriffe, 2001

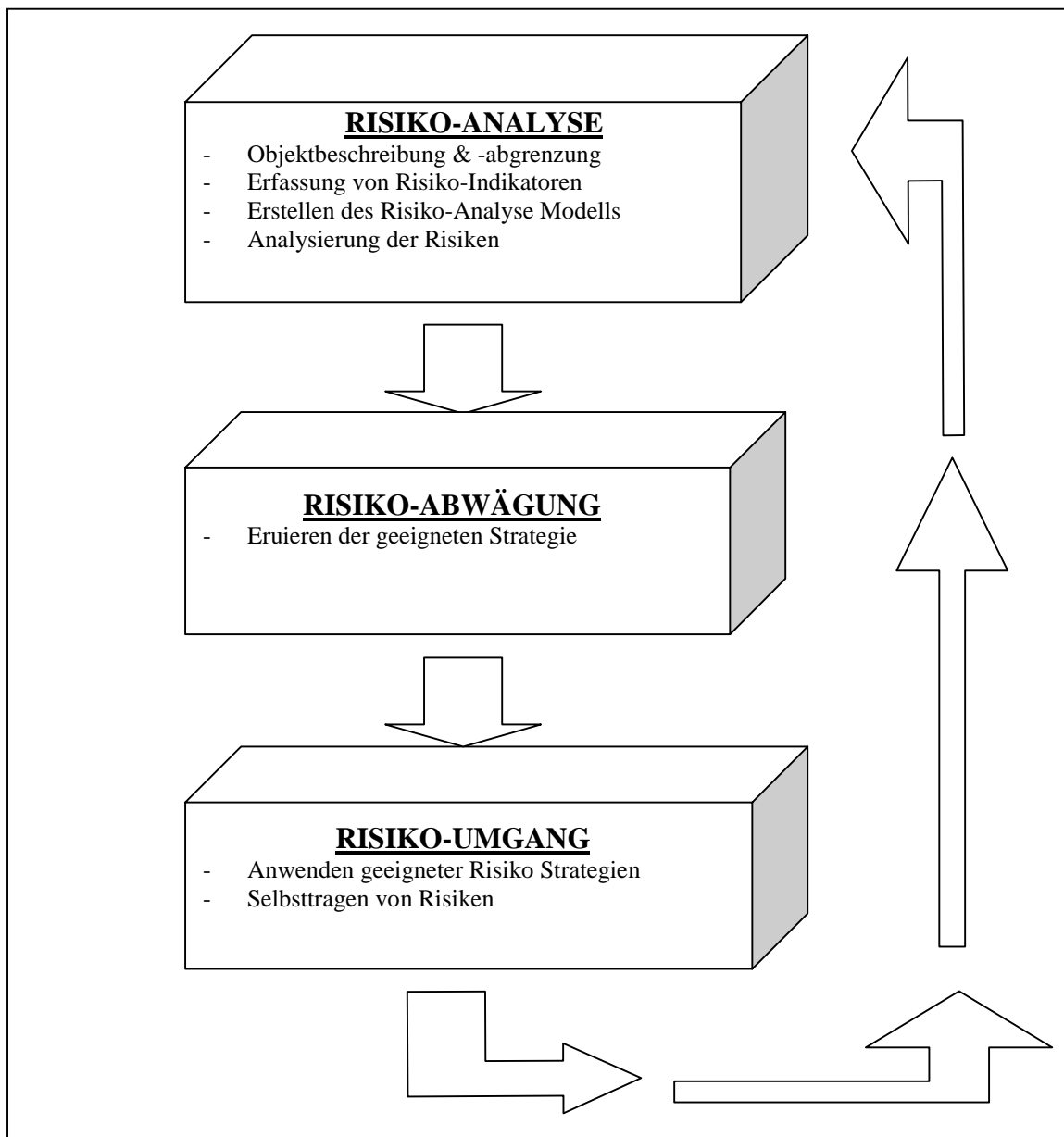
⁶ BUWAL 1998

2.2. Die Risiko-Management Methode

Für diese Arbeit wird eine vereinfachte Methode angewendet, welche sich jedoch für das Risiko-Management im Wald durchaus eignet. Dies gewährleistet erstens eine gute Nachvollziehbarkeit und zweitens eine vernünftige Kosten-Nutzen Relation.

Die Methode setzt sich aus den folgenden drei Hauptkomponenten zusammen⁷:

Grafik 1



⁷ Abgeleitet aus CIRM, 2001

3. Die Risiko-Analyse

3.1 Grundsätzliche Aspekte der Risiko-Analyse

Die Risiko-Analyse ist der Kernbestandteil des Risiko-Managements⁸. Sie ermittelt die in einem Objekt [Waldgebiet] bestehenden Risiken mittels statistischer oder probabilistischer Verfahren. In beiden Fällen ist die Verwendung von Modellen zentral. Ein Modell ist eine vereinfachte Darstellung der Realität. Vereinfachungen vermindern den Bearbeitungsaufwand, vergrößern aber die Unsicherheit der Resultate.

Eine Risiko-Analyse muss bei geringem Aufwand operationell verwendbare Ergebnisse liefern; die Unschärfe muss dabei in Grenzen gehalten werden.⁹

Die Unsicherheiten können verschiedenen Ursprungs sein:

- Datenunsicherheit: Die vorliegenden Informationen sind mit Fehlern behaftet;
- Modellunsicherheit: Das Modellverhalten entspricht nicht dem realen Verhalten des Systems;
- Unvollständigkeit: Wesentliche Sachverhalte bleiben unberücksichtigt.

Im Wald ist die Erfassung des eigentlichen Risikos ein anspruchvolles Unterfangen. Im Unterschied zur herkömmlichen Risiko-Analyse, wie sie beispielsweise bei Maschinen angewendet wird, gehen die Risiken nicht hauptsächlich vom Untersuchungsobjekt selbst aus, sondern werden von Aussen auf das Objekt wirksam. Dennoch sind die Vorgehensweisen zur Risiko-Erfassung im Prinzip dieselben.

3.2 Objektbeschreibung und -abgrenzung

Zu Beginn der Analyse wird das zu untersuchende Objekt (oder System) beschrieben und abgegrenzt¹⁰.

Dabei sind die folgenden Punkte zu definieren:

- Um welches Objekt handelt es sich?
- Wo und wie wird das untersuchte Objekt abgegrenzt?
- Welche Zielsetzungen werden im Objekt angestrebt?
- Welche Einflüsse wirken auf das Objekt?

In der Natur ist eine scharfe Abgrenzung des Systems sowie der Aufbau eines repräsentativen Analyse-Modells oft schwierig. Dennoch sollte aus der Risiko-Analyse möglichst genau ersichtlich sein, was behandelt wird, bzw. unberücksichtigt bleibt.

Grundsätzlich muss mindestens anhand der folgenden drei Aspekte dargestellt werden, auf was sich die Risiko-Analyse bezieht¹¹:

1. die räumliche Begrenzung
2. die konditionelle Begrenzung
3. die thematische Begrenzung

In der Regel erübrigt sich eine zeitliche Begrenzung der Risiko-Analyse, solange die drei oben erwähnten Aspekte unverändert bleiben.

⁸ Gadow K., 2001

⁹ Zitat aus Umweltmaterialien NR. 85, BUWAL, 1998

¹⁰ Allenspach M., 2001

¹¹ BUWAL, 1998

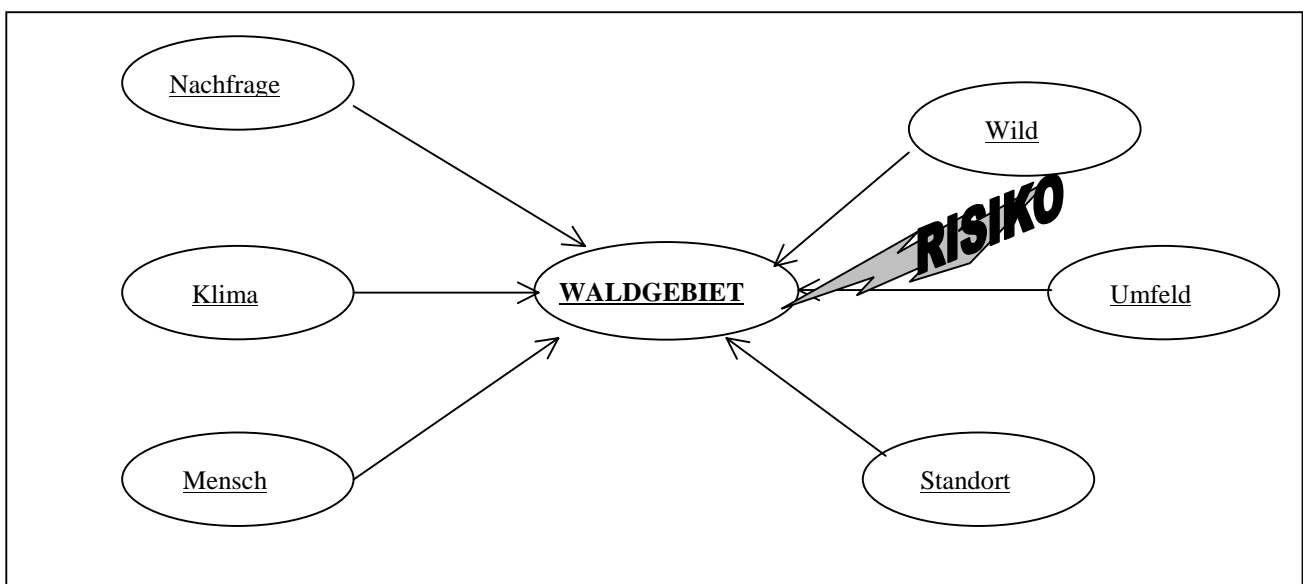
Um die Risiken eines Waldgebietes zu definieren, werden für diese Arbeit somit die folgenden Aspekte gewählt:

Tabelle 1

Räumliche Begrenzung	Ort und Lage des Waldgebietes
Konditionelle Begrenzung	Es werden nur Risiken eruiert, welche sich auf das <i>Wertschöpfungspotential</i> auswirken
Thematische Begrenzung	Es wurden folgenden Einflussgrößen gewählt: <i>Klima, Mensch, Wild, Umfeld, Standort, Nachfrage</i>

Eine Störung dieser Einflussgrößen kann zum Risiko für das Waldgebiet und dessen Wertschöpfungspotential werden.

Grafik 2



Die meisten Einflussgrößen sind selbsterklärend. Der Begriff „Umfeld“ umfasst hier die Einflüsse, welche von einer externen Schadensquelle auf das Waldgebiet einwirken.

3.3 Die Risiko-Indikatoren Erfassung

Als Erstes werden die erwähnten sechs Einflussgrößen nach ihren Wirkungen eingestuft. Diese Aufteilung der Einflussgrößen in Haupt- und Nebenfaktoren dient der Festlegung der Analyse-Schwerpunkte. Sie basiert auf den Erfahrungen mit dem Waldgebiet und vergleichbaren Beständen der Umgebung. Als Hilfsmittel eignet sich das Erstellen einer Tabelle, in der die Einflussgrößen auf einige relevante Attribute des Objektes geprüft werden. Die eigentliche Risikolage, welche von diesen Größen ausgeht, steht dabei noch nicht im Vordergrund.

In Tabelle 2 werden zur Gewichtung der Einflussgrößen fünf Attribute des Waldes aufgeführt um die Wirkungen der Einflussgrößen zu prüfen. Dabei wird ein Einfluss mit 0 oder mit 1 bewertet.

Tabelle 2

<i>Einflussgrösse</i>	<i>Qualität</i>	<i>Vitalität</i>	<i>Produktivität</i>	<i>Rentabilität</i>	<i>Verjüngung</i>	Total
Klima	1	1	1	0	1	4
Umfeld	1	1	1	0	1	4
Standort	1	1	1	0	1	4
Mensch	1	1	1	1	1	5
Wild	1	1	0	0	1	3
Nachfrage	0	0	1	1	0	2

Demnach wird der Mensch zum wichtigsten Faktor der aufgeführten Einflussgrößen. Danach kommen Klima, Umfeld und Standort mit je vier Punkten, gefolgt von der Einflussgrösse Wild mit drei Punkten und schliesslich die Nachfrage mit zwei Punkten.

Basierend auf den Einflussgrößen werden nachstehend die Risiken analysiert. Dazu werden folgende prinzipiellen Ansätze verwendet:¹²

1. Die rückwärtsgerichtete Indikation
2. Die vorwärtsgerichtete Indikation

1. Die rückwärtsgerichtete Indikation (vergangenheitsbezogen)

Dieser Ansatz geht vom Grundsatz aus, dass sich ein Gefahrenereignis in ähnlicher oder sogar gleicher Form wiederholen kann, sofern im Waldgebiet und seinen Einflussgrößen keine wesentlichen Veränderungen aufgetreten sind.

Die Auswertung solcher Indikatoren basiert auf vorhandenen Dokumenten (z.B. Ereigniskataster) und Aussagen sowie der Geländeanalyse (Schadensspuren, Steinschlagquellen, Erdbewegungen).

2. Die vorwärtsgerichtete Indikation (zukunftsbezogen)

Dieser Ansatz geht vom Erkennen und Interpretieren von Merkmalen und Merkmalskombinationen aus, welche auf eine Möglichkeit allfälliger Risiken hinweisen. Dies erfordert die Kenntnis der auslösenden Vorgänge des Schadens. Sie lassen sich einerseits aus der Geländeanalyse interpretieren und andererseits auch von (mathematischen) Modellen ableiten.

Ein wichtiges Kriterium ist die Einteilung der gesammelten Risiko-Indikatoren in periodisch oder aber sporadisch auftretende Ereignisse.

Es gilt zu beachten, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit eines orkanartigen Ereignisses bis anhin eher unterschätzt wurde. So wurde bereits bei „Vivian“ (1990) von einem Jahrhundertereignis gesprochen. Allerdings ist der Begriff „Jahrhundertereignis“ etwas unglücklich gewählt, da die statistische Interpretation „Eintrittswahrscheinlichkeit von 0.01 mal pro Jahr“ lautet und somit jährlich die selbe Wahrscheinlichkeit besteht, dass ein solches Ereignis eintritt. Wie hoch diese Eintrittswahrscheinlichkeit tatsächlich ist, kann nicht mit Sicherheit eruiert werden. Renommierte Versicherungen haben jedoch deren Häufigkeit in letzter Zeit nach oben korrigiert.¹³ Aufgrund von böenklimatologischen Datenanalysen zeigte sich beispielsweise, dass mit Windspitzen, wie sie bei „Lothar“ (1999) aufgetreten sind, im Durchschnitt mit einer Wiederkehrperiode von 13 Jahren zu rechnen ist!¹⁴

¹² BUWAL, 1998

¹³ Swiss Re, 2000

¹⁴ WSL, 2001

So kristallisieren sich schliesslich aus den verschiedenen Risiken gewisse Kernrisiken, auf welche sich die Risiko-Analyse konzentriert.

In Tabelle 3 sind einige dieser Risiken aufgezählt und mit einem Code deklariert. Die Nummer steht für die Einflussgrösse und der Buchstabe für die einzelnen Risiken, welche von dieser Einflussgrösse ausgehen.

Tabelle 3

Einflussgrösse	Risiken
Klima (1)	Dürre (1a), Sonnenbrand (1b), starke Windböen (1c), Hagel (1d), Überschwemmung (1e), Frost (1f), Nass-Schnee (1g), Blitz (1h)
Umfeld (2)	Schadstoff-Immissionen (2a), Murgang (2b), Kalamitäten ¹⁵ (2c), Fäule (2d), Krankheiten (2e), Steinschlag (2f), Lawine (2g),
Standort (3)	Erosion (3a), Bodenversauerung (3b), kurzfristige Boden-Vernässung (3c), Grundwasser-Störung (3d), Nährstoffverlust (3e)
Mensch (4)	Brandstiftung (4a), Bodenverdichtung (4b), Übernutzung (4c), Verletzung (4d), Verschmutzung (4e), Fehl-Eingriffe (4f),
Wild (5)	Wildverbiss (5a), Verletzungen (5b), Verjüngungsprobleme (5c)
Nachfrage (6)	Konjunkturschwäche (6a), Angebots-Übersättigung (6b), Preiszerfall durch Trendwende (6c)

3.4 Das Risiko-Analyse Modell

Um sich einen Überblick über die Risiken zu verschaffen, muss eine geeignete Darstellungsform gefunden werden. Eine verbreitete Form dafür ist die Risiko-Matrix (auch Riskmap genannt).

Die Risiko-Matrix umschreibt die Risiken gemäss der mathematischen Definition nach deren Eintrittswahrscheinlichkeit (P) sowie deren Schadensausmass (A). Dabei muss die Skalierung der beiden Achsen so gewählt werden, dass sie der Genauigkeit der erhobenen Risiken entspricht. Ansonsten suggeriert die Darstellung eine Präzision, welche zu falschen Schlüssen verleiten könnte.

Die Risiko-Matrix kann in einzelne Intensitäts-Sektoren eingeteilt werden, für welche die Risiken in ihrem Wirkungsgrad auf das betroffene Objekt (oder System) eine ähnlich schwerwiegende Wirkung ausüben. Dies basiert auf dem Grundsatz, dass ein Schadensereignis, das zwar selten, jedoch von grossem Ausmass ist, als gleich gravierend empfunden wird, wie ein kleineres Ereignis, welches jedoch häufiger auftritt.¹⁶

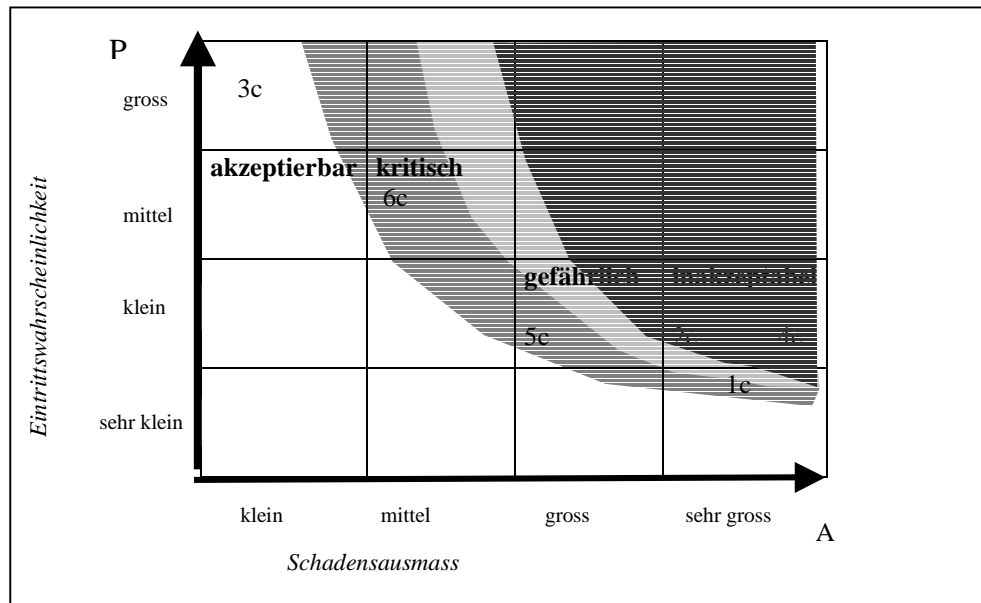
¹⁵ Def. Kalamität: durch massenhaften Befall von Schädlingen verursachte Erkrankung mit wirtschaftl. Folgen

¹⁶ Haller M., 2001

Im folgenden Analyse-Modell (Grafik 3) werden die Skalen nur mit den Begriffen *sehr klein* bis *sehr gross* definiert, und die Intensitäts-Sektoren als „*akzeptierbar*“, „*kritisch*“, „*gefährlich*“ und „*inakzeptabel*“ bezeichnet.

Zur Veranschaulichung wurde von jeder Einflussgrösse aus Tabelle 3 ein Risiko gewählt und in die Risiko-Matrix eingetragen.

Grafik 3



Die Risiko-Matrix kann nicht generell vereinheitlicht werden.¹⁷ Ähnlich einer Gefahrenkartierung in Siedlungsgebieten könnte jedoch in Waldgebieten eine Klassierung oder Zonierung in Betracht gezogen werden.¹⁸

Nachdem ein adäquates Analyse-Modell gefunden wurde, gilt es, die Wirkungen der einzelnen Risiken möglichst genau einzustufen. Als Ausgangslage sollte einer groben Einteilung der Skalierung der Vorrang gegeben werden, da sich nicht alle Risiken gleich exakt bestimmen lassen. In einer späteren Phase lässt sich die Skala immer noch auf ein vertretbares Mass verfeinern.

¹⁷ Gadow K. v., 2001

¹⁸ BUWAL, 1998

3.5 Methoden zur Analysierung von Risiken

Im folgenden Abschnitt ist eine Auswahl gängiger Methoden dargestellt, welche sich für eine Risiko-Analyse im Wald eignen, da sie sich auf einfache Strukturen stützen.

3.5.1 Der Erwartungswert¹⁹:

Der Erwartungswert berechnet den zu erwartenden Mittelwert über eine langfristige Periode. Die Anwendung dieser Methode wurde zur Verdeutlichung vereinfacht. Auf die Varianz und Standardabweichung sowie weitere statistische Berechnungen, wurde bewusst verzichtet. Als Beispiel wird das Risiko „starke Windböe“ in einem Muster-Waldgebiet untersucht. Als Datenquelle dient eine Erhebung der Schadensereignisse und deren Wertverlust der letzten zehn Jahre. In der ersten Spalte ist die Anzahl Ereignisse aufgelistet, die sich in einem Jahr zugetragen haben. In der zweiten Spalte sind die Anzahl Jahre mit gleicher Ereignishäufigkeit aufgelistet. In der dritten Spalte ist die Wahrscheinlichkeit während der ganzen Periode dargestellt. Die letzte Spalte setzt sich aus dem Produkt der Anzahl Jahre mit der Wahrscheinlichkeit zusammen.

Annahme:

In den letzten zehn Jahren ereigneten sich total 8 Windbrüche im untersuchten Waldgebiet. Es gab zwei Jahre mit je einem Ereignis, weitere zwei Jahre mit je zwei Ereignissen. Während fünf Jahren gab es keine Ereignisse und in einem Jahr kam es gleich zu fünf Ereignissen.

Der Wertverlust sowie die Räumungskosten gemittelt auf alle Ereignisse ergaben einen Durchschnittswert von CHF 350.- pro Ereignis und Baum.

In der Tabelle 4 wird nun ermittelt, mit wievielen Ereignissen längerfristig gesehen im Jahr zu rechnen ist und mit welcher Wahrscheinlichkeit das Ereignis eintreten kann.

Die Ereignisse werden dabei nach ihrem Auftreten in den letzten 10 Jahren geordnet. Daraus lässt sich die Auftretenswahrscheinlichkeit in dieser Dekade ermitteln.²⁰

Tabelle 4

Anzahl Windbruch im Jahr (X)	Anzahl Jahre	Wahrscheinlichkeit P(X)	Gewichteter Wert (X) * P(X)
0	5	0.5	0
1	2	0.2	0.2
2	2	0.2	0.4
5	1	0.1	0.5
8	10	1 (100%)	1.1

Der Erwartungswert von 1.1 bedeutet, dass bei einem langfristigen Zeithorizont mit mindestens einem Windbruch im Jahr zu rechnen ist.

Werden nun die Durchschnittskosten pro Ereignis mit diesem gewichteten Wert multipliziert, ergibt sich das potentielle Schadensausmass (A) pro Jahr von: [CHF 350.- * 1.1 = CHF 385.-]

Damit ist die Wirkung bedeutend grösser, als es die bisherigen Ereignisse vermuten lassen. So ergibt der durchschnittliche Schaden pro Jahr: [CHF 350.- * 8/10 = CHF 280.-]

Ferner lässt sich ableiten, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit eines oder mehrerer Windbrüche bei 50% pro Jahr liegt, da es mit der Wahrscheinlichkeit von [0.2 + 0.2 + 0.1 = 0.5] einen oder mehr Windbrüche gegeben hat. (Respektive hat es [1 - 0.5 = 0.5] keinen Windbruch gegeben.)

¹⁹ Abgeleitet aus der Zufallsvariabel, Kazmier L. J., 1999

²⁰ Es ist sehr wichtig, dass auch die Anzahl Jahre ohne Ereignisse angegeben wird, ansonsten ist die Aussage verfälscht!

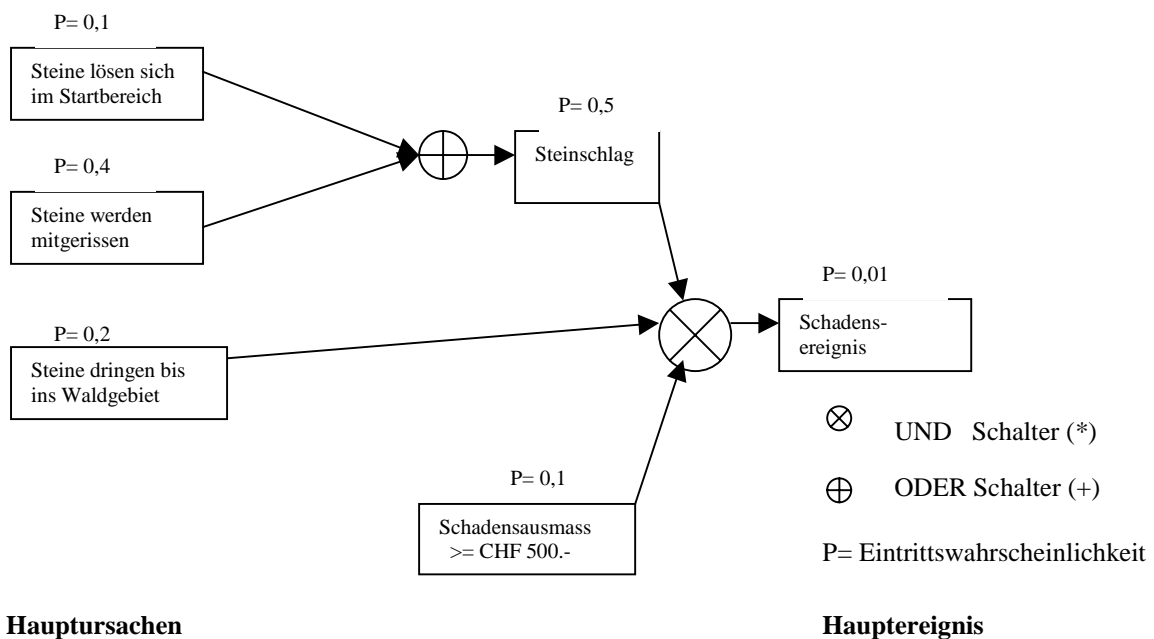
3.5.2 Das Fehlerbaumdiagramm²¹

Das Fehlerbaumdiagramm ist eine gängige Methode zur Erhebung von Ereignissen, welche durch die Verkettung verschiedener Hauptursachen entstehen. Die Verknüpfung geschieht entweder durch einen „UND-Schalter“ oder einen „ODER-Schalter“.

Beim „UND-Schalter“ werden die Eintrittswahrscheinlichkeiten durch Multiplikation verknüpft, da beide Bedingungen erfüllt werden müssen;

beim „ODER-Schalter“ werden sie durch Addition verknüpft, da sie voneinander unabhängig zum Ereignis beitragen.

Am Beispiel eines Schadens von mindestens CHF 500.- durch Steinschlag kann dies somit wie folgt dargestellt werden:²²



Demnach ist die Eintrittswahrscheinlichkeit:

- für das Zustandekommen des Steinschlages: $[0.1 + 0.4 = 0.5]$
- für das Eindringen der Steine ins Waldgebiet: $[(0.1 + 0.4) * 0.2 = 0.1]$
- für das Anrichten eines Schadens durch Steinschlag von mindestens CHF 500.- im Waldgebiet:

$$[(0.1 + 0.4) * 0.2 * 0.1 = 0.01] (1\%)$$

Dies bedeutet, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Steinschlag-Schadens von mindestens CHF 500.- bei 1% im Jahr liegt. In der Risiko-Matrix (Grafik 3) ist das Risiko demzufolge in den akzeptierbaren Gefahrenbereich bei *sehr klein* / *klein* einzutragen.

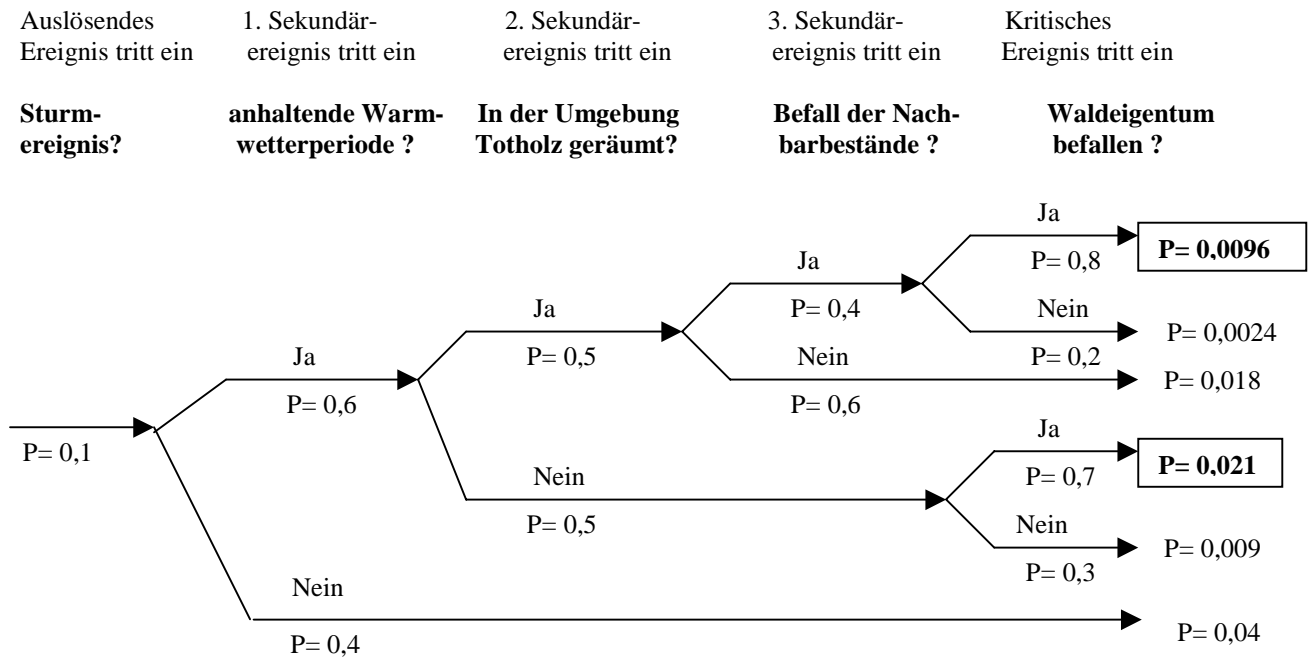
²¹ Faber.M.H, Feb. 2001

²² Die Wahrscheinlichkeiten wurden angenommen

3.5.3 Das Ereignisbaumdiagramm²³

Es gibt Risiken, welche sich bei einem auslösenden Ereignis erst durch dessen nachfolgenden Reaktionen entfalten. Für diese Art von Risiken eignet sich die Methode des Ereignisbaumes. Diese geht davon aus, dass eine Verkettung von Ereignissen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit stattfindet oder eben nicht.

Am Beispiel des Borkenkäferbefalls im Waldgebiet mit hohem Nadelholzanteil kann dies wie folgt dargestellt werden:²⁴



Bei diesem Ereignisbaum gibt es zwei Möglichkeiten, welche zum kritischen Ereignis „Waldeigentum befallen“ führen. Solange beide Möglichkeiten in Frage kommen, müssen sie (wie beim Fehlerbaum die „ODER-Schaltung“) addiert werden, um die effektive Eintrittswahrscheinlichkeit (P_{effektiv}) zu kalkulieren. In diesem Fall also:

$$P_{\text{effektiv}} = [0,0096 + 0,021 = \mathbf{0,0306}]$$

Wurde bereits das Stadium erreicht, wo das Totholz geräumt wurde, so kommt es demnach zum kritischen Ereignis mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von:

$$P_{\text{effektiv}} = [0,4 * 0,8 = 0,32]$$

²³ Schmalz F. 2001

²⁴ Die Wahrscheinlichkeiten wurden angenommen

4. Die Risiko-Abwägung

Nachdem die Risiko-Analyse abgeschlossen ist und sämtliche erhobenen Risiken in der Risiko-Matrix (Grafik 3) eingetragen sind, stellt sich heraus, welche Risiken akzeptierbar sind und welche als kritisch bis inakzeptabel taxiert worden sind.

Doch darf nicht vergessen werden, dass es noch eine unbestimmte Anzahl von nicht identifizierten Risiken geben kann, oder aber solche, die zwar identifiziert, jedoch falsch eingeschätzt wurden.

Im folgenden Abschnitt wird erläutert, wie mit den erhobenen Risiken umgegangen werden soll.

4.1 Die Risiko-Strategien

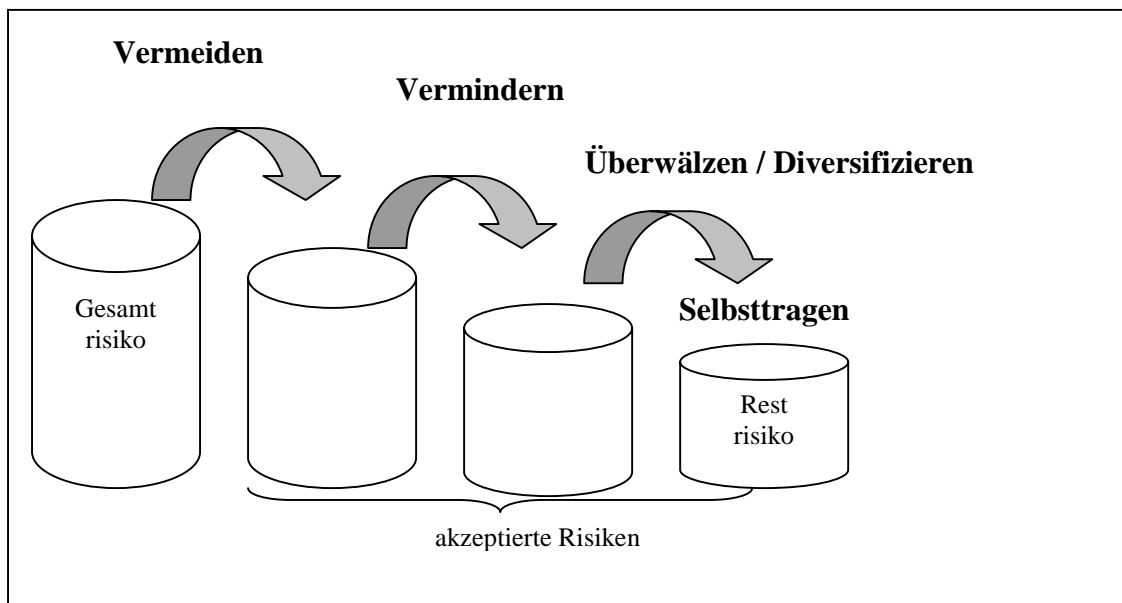
Für die akzeptierbaren Risiken besteht in der Regel kein weiterer Handlungsbedarf. Hingegen muss eine Entscheidung getroffen werden, was mit jenen Risiken geschehen soll, die sich nicht in diesem Bereich befinden.

Grundsätzlich stellt sich die Wahl zwischen folgenden Strategien²⁵:

- Das Risiko wird nach Möglichkeit vermieden oder umgangen.
- Das Risiko wird durch Gegenmassnahmen vermindert.
- Das Risiko wird auf Dritte überwältzt oder auf mehrere Verantwortliche aufgeteilt.
- Das Risiko wird trotz der erhöhten Gefahr eingegangen.

Die Risiko-Strategien:

Grafik 4



²⁵ Haller M., 2001

4.2. Das Eruiieren der geeigneten Strategie

Das Risiko setzt sich bekanntlich aus den folgenden Faktoren zusammen:

$$\text{Risiko (R)} = \text{Eintrittswahrscheinlichkeit (P)} * \text{Schadensausmass (A)}$$

Zur Reduzierung des Risikos muss demnach mindestens einen der beiden Faktoren (P), (A) verkleinert werden. Dies ist aber nur sinnvoll, wenn der daraus resultierende Nutzen (Nres) grösser bleibt, als die Kosten (K) der vorgesehenen Massnahmen.

Gerade im kritischen Bereich, stellt sich die Frage, ob es sich lohnt, das Risiko trotz erhöhter Gefahr einzugehen.

Eine bewährte Grundlage, die Kosten-Nutzen Verhältnisse bei Risiken abzuwägen, ist das Entscheidungsbaumdiagramm.

4.2.1. Das Entscheidungsbaumdiagramm²⁶

Diese Methode wird ähnlich angewendet wie beim Ereignisbaum.²⁷ Da das eigentliche Verfahren jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, wird nur eine vereinfachte Art angewendet.

Dargestellt an einem Musterbeispiel wird diese Methode näher vorgestellt:

In einem Waldgebiet der Voralpen, wurde auf Grund der Risiko-Analyse folgendes festgestellt:

- Es wird angenommen, dass sich bis zur optimalen Schlagreife das Wertschöpfungspotential noch um 10% steigert, demnach sind heute 90% des Potentials erreicht.
- Anhand der Risiko-Analyse zeigt sich, dass es zwei unabhängige Ereignisse gibt, welche in der Risiko-Matrix²⁸ als „kritisch“ erachtet werden.
 1. Ein Sturm mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von $P = 0.03$ und einem potentiellen Schadenspotential von 80% des Wertschöpfungspotentials $A = 0.8$; dies bedeutet demnach ein Risiko von $R = 0.024$
 2. Ein Murgang mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von $P = 0.06$ und einem potentiellen Schadensausmass von 35% des Wertschöpfungspotentials $A = 0.35$ ($R = 0.021$)

Somit besteht gemäss der Fehlerbaum-Methode²⁹ eine effektive Eintrittswahrscheinlichkeit von:

$$P_{\text{effektiv}} = [0.03 + 0.06 = 0.09]$$

also 9%, dass das Wertschöpfungspotential um mindestens 35% Schaden nimmt.³⁰ Demnach ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Waldgebiet keinen derartigen Schaden erleidet:

$$1 - P_{\text{effektiv}} = [1 - 0.09 = 0.91] \text{ oder } 91\%$$

²⁶ Faber M.H., 2001

²⁷ siehe Kapitel 3.5.3

²⁸ siehe Grafik 3

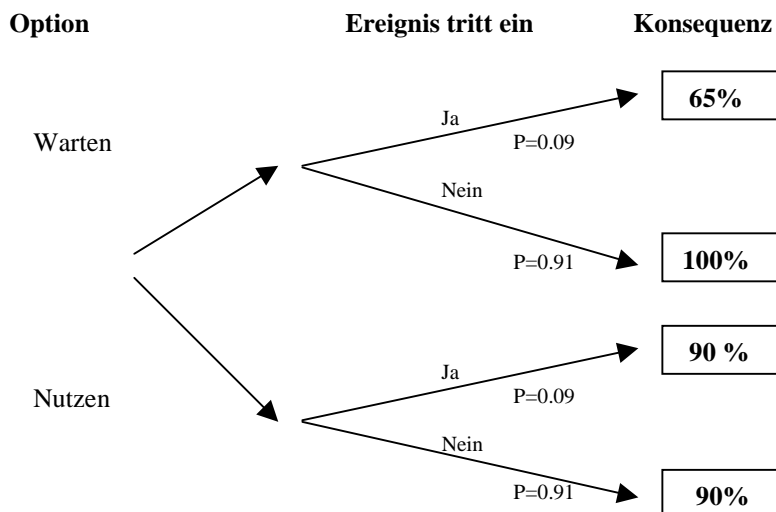
²⁹ siehe Kapitel 3.5.2

³⁰ Zur Vereinfachung wird nur mit 35% gerechnet

Nun stellt sich für den Forstmann die Frage, ob aufgrund der analysierten Risikolage eine vorgezogene Nutzung in der kommenden Schlagperiode durchgeführt werden soll, um damit die Risiken zu vermeiden, oder ob er das Risiko eingehen kann, weitere zehn Jahre zu warten, um die volle Wertschöpfung (100%) gemäss Prognose zu ernten.

Im Entscheidungsbaumdiagramm wird der Sachverhalt wie folgt dargestellt:

- In der Option werden die Handlungsmöglichkeiten aufgeführt.
- Die Ereignisse werden wie im Ereignisbaum nach ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit aufgeteilt.
- Die jeweils zu erwartende Ernte wird in der Konsequenz aufgeführt.



- Da bei der Option *Warten* beim Eintritt des Schadensereignisses nur noch ein Ernteertrag von $[100\% - 35\% = 65\%]$ erzielt werden kann, sieht die Berechnung wie folgt aus:

$$\text{Warten: } [(0.09 * 0.65) + (0.91 * 1.00) = 0.9685]$$

- Da die Option *Nutzen* vor dem potentiellen Schadensereignis stattfindet, hat diese keinen Einfluss auf das Wertschöpfungspotential:

$$\text{Nutzen: } [(0.09 * 0.90) + (0.91 * 0.90) = 0.9000]$$

Somit ist bei der Option *Warten* mit einer potentiellen Wertschöpfung von 96.85% zu rechnen, verglichen mit der Option *Nutzen* von 90.00%

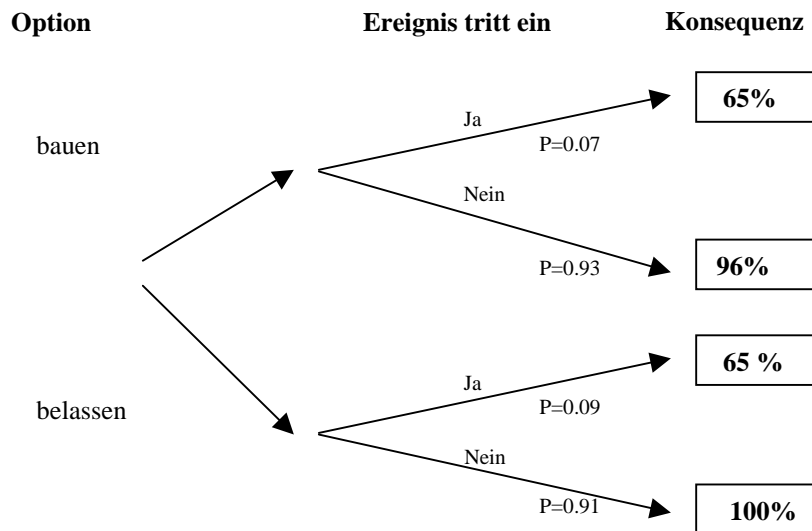
- Es lohnt sich demnach zu warten, da trotz Berücksichtigung der Risiken die potentielle Wertschöpfung um 6.85% grösser ist.

$$[96.85\% - 90\% = 6.85\%]$$

4.2.2. Die Risikobegrenzung

Nun wird in Erwägung gezogen, eine geeignete präventive Massnahme zur Risikobegrenzung vorzunehmen (in diesem Fall beispielsweise einen Ablenkungsdamm gegen den Murgang). Um einen Nutzen aus den zu erwartenden 6.85% zu ziehen, darf diese Kostenlimite für präventive Massnahmen demnach nicht überschritten werden.

Nun wird angenommen, dass eine Massnahme geplant ist, welche die Eintrittswahrscheinlichkeit um 2% verringern würde, also statt mit 9% nur mit 7% kalkuliert werden darf. Die Massnahme-Kosten (K) belaufen sich dafür auf 4% der potentiellen Wertschöpfung, also ist nur noch mit einem Ertrag von 96% zu rechnen.



$$\begin{aligned}
 \text{bauen:} & \quad [(0.07 * 0.65) + (0.93 * 0.96) = 0.9383] \\
 \text{belassen}^{31}: & \quad [(0.09 * 0.65) + (0.91 * 1.00) = 0.9685]
 \end{aligned}$$

- Es zeigt sich, dass der resultierende Nutzen (Nres) für „belassen“ vorteilhafter ist:

$$\text{Nres : } [96.85\% - 93.83\% = 3.02\%]$$

Befund:

Der Forstmann ist trotz der möglichen Risiken von Lawine oder Murgang am besten beraten, wenn er keine vorgezogene Nutzung durchführt und auch keinen Ablenkungsdamm baut, sondern die volle Ernte zum prognostizierten Zeitpunkt in zehn Jahren nutzen wird.

³¹ Entspricht der Option *warten*.

5. Der Risiko-Umgang

Durch gezieltes Umsetzen der erwähnten Strategien³² werden nun die Risiken je nach Verhältnismässigkeit und Möglichkeit in den akzeptierbaren Gefahrenbereich gebracht.³³

Da dies in vielen Fällen ein Ideal-Zustand ist, gelten grundsätzlich die folgenden Empfehlungen bei den übrigen Gefahrenstufen:

- Kann nur die Stufe „kritisch“ angestrebt werden, lohnt es sich in den meisten Fällen, eine detailliertere Analyse vorzunehmen, um mehr Gewissheit bezüglich der Risiko-Strategie zu erlangen. Allenfalls sind entsprechende Warnsysteme von Vorteil, welche ein richtiges und rechtzeitiges Handeln beim Eintreffen des Schadens sicherstellen.
- Würden trotz Massnahmen noch Risiken in der Gefahrenstufe „gefährlich“ verbleiben, sollte nach einer Alternative gesucht werden, die sicherer ist.
- Verbleiben Risiken im Bereich „inakzeptabel“, dürfen sie keinesfalls eingegangen werden.

Im folgenden Kapitel werden einige konkrete Massnahmen zur Umsetzung der Risiko-Strategien aufgezählt. Doch ist zu bedenken, dass alle Massnahmen zwei Gemeinsamkeiten haben:

- *Sie sind immer im Kosten- / Nutzenverhältnis zu betrachten.*
- *Das Risiko sowie die Wirkung der entsprechenden Massnahme, lässt sich nie absolut bestimmen.*

5.1. Massnahmen zur Vermeidung

- Beim Kauf eines Waldgebietes, lohnt es sich, eine Risiko-Analyse zu erstellen, damit potentielle Risiken wie beispielsweise Lawinen- oder Steinschlaggefährdungen ausgeschlossen werden können.
- Bleibt das Risiko eines Ernteverlustes erheblich, so muss eine vorgezogene Nutzung in Betracht gezogen werden.
- In gewissen Fällen kann eine technische Massnahme (beispielsweise Steinschlagnetze, Entwässerung, Wildzaun) die Vermeidung eines Risikos bewirken. Solche sind jedoch meistens kostspielig und oft nur in der Lage, das Risiko zu vermindern, nicht jedoch zu vermeiden.

5.2. Massnahmen zur Verminderung

- Die Stabilität eines Bestandes und damit die Risiko-Anfälligkeit des Waldgebietes lässt sich erheblich durch eine naturnahe, waldbauliche Planung verbessern (z.B. Baumartenmischung, Hiebsatz, Schlagstrategie, worst-case-Planung).
- Die Bestandespflege gehört ebenfalls zu den wichtigsten Massnahmen zur Verminderung von Risiken (z.B. phytosanitarische Eingriffe, Schlagräumung).
- Wie bereits im oberen Abschnitt erwähnt, lassen sich einige Risiken durch technische Massnahmen vermindern (Ogi-Böcke, Verbiss-Schutz).
- Bei gewissen Risiken (z.B. Schneebruch, Windbruch) ist eine gezielte Nutzung gefährdeter Bäume in Erwägung zu ziehen.
- Für den Fall, dass genutztes Holz einem Preiserfall ausgesetzt sein könnte, kann es sich lohnen, geeignete Lagerungsmöglichkeiten zu organisieren.³⁴

³² vergl. Grafik 4

³³ vergleiche Grafik 3

³⁴ Quelle Gespräch mit Gautschi M. Assistent FOWI, ETHZ

5.3. Massnahmen zur Überwälzung

- Manche Risiken lassen sich im Waldeigentum durch die Verpachtung vom Eigentümer auf den Pächter überwälzen.
- Durch langfristige Abnahme-Verträge mit Holzkäufern kann das Risiko des Preiszerfalls weitgehend auf den Käufer überwält werden (Kogler).
- Die Risiken von Sturmereignissen (Windwurf, Windbruch) lassen sich auf eine private Versicherung überwälzen.³⁵
- Beim Einsatz von Forstunternehmern im Waldeigentum sollte vertraglich gesichert sein, dass der Unternehmer für die verursachten Schäden am Bestand haftet.

5.4. Massnahmen beim Selbsttragen

- Risiken, die selbst getragen werden, sind einer sorgfältigen Analyse zu unterziehen.
- In regelmässigen Abständen oder nach einschneidenden Ereignissen und Eingriffen sollte die Risiko-Analyse überprüft werden.
- Erscheint das akzeptierte Risiko zu gross, gilt es, nach Möglichkeit wieder die erwähnten Strategien (Grafik 4) anzuwenden.
- Insbesondere bei den selbst getragenen Risiken wäre eine „worst-case“ Planung angebracht.
- Die Bereitschaft, sich mit potentiellen Risiken zu befassen, stösst nicht immer auf die nötige Akzeptanz. Folgende Aussage lässt jedoch auf die Konsequenzen schliessen: „Gute Manager befassen sich mit Risiken, schlechte Manager befassen sich mit Problemen“³⁶.

6. Schlussbemerkungen

Schadensereignisse hat es immer gegeben und wird es auch weiterhin geben. Was sich hingegen geändert hat, ist die Bereitschaft der Betroffenen, dies als „Tatpredigten“ Gottes³⁷ hinzunehmen. Tritt heute ein Schadensereignis ein, wird sofort nach den Ursachen und gegebenenfalls nach den Verantwortlichen geforscht. Es wird zunehmend zum volkswirtschaftlichen Anliegen werden, das Risiko-Management zur Prävention von Schadensereignissen anzuwenden, weil gerade bei Elementarschäden die Versicherungen alleine sonst nicht mehr das Schadensausmass abdecken können.³⁸

Die dargestellte Risiko-Management Methode dient der Praxis, sich mit dieser Denkweise vertraut zu machen und soll zum Erfahrungsaustausch sowie zur Diskussion anregen.

Eine verbreitete Anwendung dieser Methode könnte durch die Förderung von Kursangeboten für Forstleute und Waldeigentümer realisiert werden. Dem Forstdienst ist dabei eine zentrale Rolle im Risiko-Management auferlegt. Dieser bringt bereits gute Voraussetzungen sowie Erfahrungen mit Naturgefahren mit, welche sich im Risiko-Management auszahlen. Zur Vereinheitlichung und Unterstützung der Methode könnte eine computer-gestützte Applikation eingesetzt werden, wie dies in gewissen Ländern bereits der Fall ist.³⁹

Ein erfolgreiches Risiko-Management trägt meistens seine Wirkung auch über das Objekt hinaus; gerade im Wald, der als Risiko-Puffer wichtige Schutz-Funktionen zu erfüllen hat, zahlt es sich demnach doppelt aus.

³⁵ Quelle FIS-Dok. 37, 2001, siehe Anhang

³⁶ übersetzt aus der risknet homepage www.risknet.de

³⁷ Pfister C., 2002

³⁸ Radio DRS, Nachrichtenmitteilung vom 25.8.02: In Deutschland übernehmen die Versicherungen keine Elementarschäden mehr.

³⁹ ERMA, 2002

Anhang

Private Schadens-Versicherung bei Windwurf, Windbruch:

Die Sturmereignisse gelten in der Schweiz als Hauptverursacher von Waldschäden⁴⁰. Je nach Exposition und Zustand des Bestandes trifft es nur vereinzelte Bäume oder aber gleich den ganzen Bestand.

Die Gegenmassnahmen beschränkten sich meistens auf stabilitätsfördernde Pflegeeingriffe, Zwangsnutzungen und Waldrandgestaltung.

Seit etwa einem Jahr gibt es nun in der Schweiz zudem die Möglichkeit sich gegen den finanziellen Schaden am Bestand durch Sturmereignisse abzusichern. Dies geschieht in Form einer privaten Versicherung. Diese Versicherung wird über die Fläche abgeschlossen und stellt bei Schadens-Ereignissen mit Windgeschwindigkeiten von über 75 km/h eine Entschädigung pro angefallenen Festmeter Nutzholz aus. Diese Entschädigung dient der Kompensation des zwangsläufig abgeschöpften Wertverlustes und kann nach Belieben verwendet werden.

Das Abschliessen einer solchen Versicherung ist vor allem dann ratsam, wenn die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Sturmschadens mittel bis gross ist. Die Versicherungs-Prämie ist dabei nach dem zu erwartenden Ausmass des Schadens am Bestand in Form eines flächenbezogenen Beitrages auszurichten.

Bei der Winterthur-Versicherung wird ein Selbstbehalt von 10% verlangt, wobei dieser mindestens 200 CHF maximal 2000 CHF beträgt. Für die Entschädigungssumme von CHF 30.- pro angefallenen Festmeter Nutzholz, beläuft sich die Prämie auf knapp CHF 1.90 pro Are.⁴¹

Die Risiken, welche von den starken Windböen ausgehen, wurden bislang unterschätzt.⁴⁰ Gerade im privaten Waldeigentum sind die Schadenspotentiale gross, da der Anteil an überalterten Beständen mit hohem Volumenvorrat erheblich ist.⁴²

Ein weiteres Argument zur Versicherung gegen Sturmschaden ist die Kompensation des Preiszerfalls, welcher bei einer Übersättigung des Holzmarktes durch schwere Sturmereignisse eintritt.

⁴⁰ Swiss Re, 2000

⁴¹ Quelle: FIS-Dok 37 (Winterthur Versicherungen)

⁴² Landes-Forstinventar

Quellenverzeichnis:

- Allenspach M., 2001 Risk-Mapping - Einige Überlegungen zu einer differenzierten Verwendung, Nachdiplom Kurs Risiko und Sicherheit (NDK) Skript
- BUWAL, 1998 Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Umwelt-Materialien NR. 85 Bern.
- CIRM, Juni 2001 Umfassendes Risiko Management bei Swiss Re, Corporat Integrated Risk-Management (CRIM) Hueskes David, NDK Skript
- Faber M.H., 2001 Logical Trees in Risk Analysis –an Introduction, NDK Skript
- Faber M.H., Feb.2001 Baysean Decision Analysis – an Introduction NDK Skript
- ERMA, 2002 Environmental Risk-Management New Zealand, www.ermanz.govt.nz
- Gautschi Michael Interview im Juli 2002
- Gadow K., 2001 Risk Analysis in Forest Management, Kluwer Academic Publishers
- Haller M., 2001 Integriertes Risk-Management, NDK Skript
- Kazmier L.J.,1999 Wirtschaftsstatistik (Übers.), Arizona State University, McGraw-Hill Int. Ltd.
- Pesensdorfer B., 2001 Bewusstseinslagen und Versicherung, Grundwidersprüche, NDK Skript
- Pfister C., 2002 Am Tag danach; Zur Bewältigung von Naturkatastrophen in der Schweiz 1500-2000, Pfister Christian (Hrsg), Hauptverlag, S.40ff
- R&S Begriffe, 2001 Begriffs Definitionen für den NDK Risiko & Sicherheit, Februar
- Schmalz F., 2001 Methoden zur Gefahrenidentifikation , Institut für Verfahrenstechnik, ETH Zürich, NDK Skript
- Swiss Re, 2000 „Sturm über Europa, ein unterschätztes Risiko“, Swiss Re Publik.
- WSL., 2001 Lothar der Orkan 1999, Ereignisanalyse, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern , S.45