

Nach Sturmereignissen in der Schweiz

# Erfahrungen mit dem Buchdrucker

Ende des 20. Jahrhunderts kam es in Mitteleuropa zu zwei grossen Sturmereignissen – «Vivian» 1990 und «Lothar» 1999. Auch die Schweiz war stark betroffen. Nicht nur die direkte Sturmbewältigung, sondern auch der Umgang mit dem Borkenkäfer-Folgebefall in bisher nie gekanntem Ausmass waren und sind für Forstdienste und Waldbesitzer eine grosse Herausforderung. In diesem Beitrag werden Erfahrungen nach dem Sturm «Vivian» sowie erste Beobachtungen nach «Lothar» zusammengefasst und daraus Empfehlungen abgeleitet sowie offene Fragen für ein zukünftiges Borkenkäfer-Management aufgezeigt.

**E**rgebnisse von Massenvermehrungen zeigen, dass Borkenkäfer in der Walddynamik eine grosse Wirkung haben, indem sie Nadelholzbestände rasch und grossflächig befallen und abtöten können.

Von B. Forster, F. Meier, R. Gall  
und Ch. Zahn\*

Solche Vorgänge können sowohl in bewirtschafteten Beständen wie auch in Naturwäldern beobachtet werden. Von allen einheimischen, zu Massenvermehrungen neigenden Borkenkäferarten sind die Auswirkungen durch den Buchdrucker (*Ips typographus* L.) auf die Walddynamik und die Forst- und Holzwirtschaft am grössten. Vor allem nach Sturmereignissen oder Trockenperioden vermehrt er sich in liegenden oder stehenden, geschwächten Fichten. Davon ausgehend kann sich der Buchdrucker bei günstigen Verhältnissen auch in Nachbarbestände ausbreiten. Bei hoher Käferdichte und einem entsprechend hohen Befallsdruck genügt bereits eine leichte Schwächung der Fichten, damit sie durch den Buchdrucker erfolgreich besiedelt werden können.

Zwischen dem Ausmass der ursprünglichen Sturmschäden und der Intensität des Folgebefalls besteht grossräumig ein Zusammenhang. In Regionen mit viel Sturmholz fällt in den Folgejahren auch viel Käferholz an. Sind ausgedehnte Sturmschäden vorhanden, können diese nicht überall und innert nützlicher Frist geräumt werden. In der Regel bleiben auch viele geschwächte Bäume stehen. Nach einem grossen Sturmereignis kann das Aufräumen von Sturm- und Käferholz den Ausbruch einer Borkenkäfer-Massenvermehrung meist nicht verhindern, wohl



Abbildung 1: Grösste zusammenhängende Buchdrucker-Befallsfläche der Schweiz nach dem Sturm «Vivian» am Gandberg/GL.

aber so weit dämpfen, dass weniger Stehendbefall auftritt und der Höhepunkt der Gradation rascher erreicht wird. Diese Abhängigkeiten werden anhand der Entwicklungen nach «Lothar» in einem laufenden Forschungsprojekt der WSL quantifiziert. Dieses wurde im Rahmen des Evaluations- und Grundlagenprogramms «Lothar 2000–2003» der Eidgenössischen Forstdirektion/Buwal initiiert und ist ebenfalls Teil des WSL-Forschungsprogramms «Walddynamik».

## Rasche Vermehrung

Wenn nach einem Sturmereignis der erste Aufbau einer Massenvermehrung in liegendem Holz stattfindet, wird er oft kaum wahrgenommen. *In der ersten Vegetationsperiode nach einem Windwurf kommt es hier aber häufig zu einer enormen Zunahme der Käferpopulation.* Eine Verzehnfachung oder mehr ist wäh-

rend einer einzigen Generation durchaus möglich. Später tragen natürliche Feinde und Eigenkonkurrenz dazu bei, ein weiteres exponentielles Wachstum zu verhindern. Ist jedoch genügend attraktives Brutmaterial vorhanden, und spielt das Wetter mit, kann eine Massenvermehrung durchaus mehrere Jahre andauern.

In der Schweiz entwickeln sich unterhalb 1300 m ü. M. normalerweise zwei Buchdruckergenerationen pro Jahr, oberhalb nur eine. Dies ist mit ein Grund, warum sich Massenvermehrungen im Mittelland rascher aufbauen und häufig auch schneller ihren Höhepunkt erreichen als im Berggebiet. In sehr warmen Vegetationsperioden können zwei Buchdruckergenerationen bis auf 1600 m ü. M. beobachtet werden. In milden Lagen unterhalb 600 m ü. M. wird unter solchen Bedingungen sogar eine dritte Generation angelegt. In Ausnahmefällen entwickelt sie sich bis zum Jungkäfer, wie dies beispielsweise 2000 der Fall war.

\* Beat Forster, Franz Meier und Rolf Gall sind Mitarbeiter des Phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienstes PBMD an der Eidg. Forschungsanstalt WSL, CH-8903 Birmensdorf; Christoph Zahn ist Mitarbeiter der Eidg. Forstdirektion, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, CH-3003 Bern.

In den Trockenjahren von 1947–1949 fiel das meiste Käferholz im unter besonders starker Dürre leidenden Mittelland und Jura an. Dies hinterliess den Eindruck, dass sich der Buchdrucker in Fichtenbeständen tieferer Lagen stärker ausbreiten kann als in Gebirgsfichtenwäldern. Bereits anfangs des 20. Jahrhunderts war aber klar, dass massierter Buchdruckerbefall auch in den Voralpen und Alpen auftreten kann. Dies bestätigte sich erneut nach dem Sturm «Vivian». Hingegen dürfte ausgedehnter Stehendbefall an der oberen Waldgrenze tatsächlich eine Ausnahme bilden.

Obschon zu Biologie, Epidemiologie und Bekämpfung des Buchdruckers aus den vergangenen 200 Jahren ein riesiger Erfahrungsschatz vorliegt, und seit «Vivian» zusätzliche Erkenntnisse gewonnen werden konnten, sind einzelne Verhaltensweisen und Regelmechanismen nach wie vor ungenügend bekannt. Dazu einige Beispiele:

### Migrationsverhalten und Flugdistanz

Über das Ausbreitungsvermögen sowie die aktive und passive Flugfähigkeit der Käfer gibt es nur wenige gesicherte Angaben. Flugdistanzen können beträchtlich variieren, je nachdem, ob die Käfer am Schlüpf- oder Überwinterungsort nach einem neuen Brutbaum suchen oder in benachbarte Waldbestände migrieren. Dass höchstens etwa ein Drittel einer Population im bestehenden Befallsherd bleibt, während die anderen Käfer wegfliegen, kann aus Freilassungsexperimenten geschlossen werden. Wie genau das Migrationsverhalten der Käfer gesteuert wird, ist wenig bekannt. Beispielsweise beeinflusst der Fettgehalt der überwinternden Käfer deren Flugvermögen.

In bestehenden, sich vergrößernden Befallsherden ist die Käferdichte vorerst hoch und der Migrationsverlust wegen der kurzen Flugdistanz klein. Dafür müssen sich die Käfer mit ansteigenden Nützlingspopulationen auseinandersetzen. Um hingegen einen neuen Befallsherd zu gründen, müssen die nach dem Flug ausgedünnten Käferpopulationen geeignete Brutbäume finden und erfolgreich besiedeln können. Dafür sind am neuen Ort noch kaum natürliche Feinde vorhanden. Dieses unterschiedliche Verhalten gehört zu einer geschickten Überlebensstrategie der Buchdrucker.

Normalerweise fliegen die Käfer nur bei leichtem Wind und steuern gegen den Wind einen attraktiven Baum an. Aus den Freilassungsversuchen mit markierten Buchdruckern kann auf eine *aktive Flugdistanz von 500 m oder mehr*

geschlossen werden. Ein Grossteil der wieder gefangenen Käfer flog allerdings vor dieser Distanz in die Fallen. Es ist aber durchaus anzunehmen, dass einzelne Käfer mehrere Kilometer aktiv fliegen können, wenn sie keinen geeigneten Brutbaum finden.

Noch weit weniger erforscht ist die *passive Windverfrachtung* der Borkenkäfer. Da die Käfer bei starkem Wind nicht aktiv fliegen, gehen wir von der Hypothese aus, dass sie zufällig in stärkere Luftströme geraten und so über Distanzen von etlichen Kilometern verfrachtet werden. Das Landegebiet wird in diesem Fall mehr oder weniger zufällig bestimmt. So können Buchdrucker auch weitab vom nächsten Fichtenbestand gefunden werden. Diese passive Windverfrachtung dürfte im Berggebiet eine grössere Rolle spielen als im Mittelland, da die Käfer in stark coupiertem Gelände bei horizontalem Flug rasch in windreiche Bereiche oberhalb der Baumkronen geraten können.

### Natürliche Feinde

Es wird angenommen, dass in Latenzphasen zwischen Massenvermehrungen Borkenkäferfeinde (räuberische Käfer und Fliegen, Schlupfwespen, Spechte, insektenpathogene Pilze usw.) zum natürlichen Gleichgewicht beitragen und die Käferpopulationen unter Kontrolle halten. *Werden die Bedingungen für eine Borkenkäfer-Gradation aber günstig, so können natürliche Feinde den Ausbruch einer Massenvermehrung nicht verhindern.* Die Weitervermehrung wird

eingeschränkt, doch gelingt es den Nützlingen allein oft nicht, die Käferpopulationen regional innerhalb weniger Jahre wieder zu senken. So kann es bei für Borkenkäfer günstigen Bedingungen zu jahrelang andauernden Käfergradationen kommen, wie wir sie beispielsweise aus dem Nationalpark Bayerischer Wald kennen. Erst wenn die Witterung und das Angebot an attraktiven Brutbäumen für die Käfer wieder ungünstiger werden, kann der Einfluss der natürlichen Feinde so stark zunehmen, dass die Käferpopulation abnimmt.

Innerhalb einzelner, sich über mehrere Jahre entwickelnder Käfernester ist die Wirkung der natürlichen Feinde grösser. Dies ist möglicherweise mit ein Grund dafür, dass sich Befallsgebiete häufig mosaikartig und nicht flächig vergrössern. Regelmechanismen zu diesem Räuber-Beute-Wirtsbaum-Komplex sind aber nur wenige bekannt. In Zukunft möchte man deshalb herausfinden, ob und wie weit Räumungsmassnahmen von frischem Käferholz auch die Nützlingspopulationen und deren Wirkung beeinflussen.

### Lockstoff-Fallen und Fangzahlen

Lockstoff-Fallen dienen in erster Linie der Überwachung von Käferpopulationen. Die Entwicklung der Fangzahlen gibt Hinweise auf die Schwärmzeitpunkte und den Befallsdruck durch die Käfer. Überwachungsmassnahmen wie Kontrollgänge können so der Käferaktivität angepasst werden. *Versuchter Massenfang zur*



Abbildung 2: Käferbefall im Bereich von Sturm-Streuschäden.



Abbildung 3: Lockstoff-Fallen dienen vor allem der Überwachung.

Populationsabschöpfung erreichte jedoch nie die Wirkung, die man sich zu Beginn der 1980er-Jahre erhofft hatte. Es zeigte sich, dass die Käferpopulationen und der Befallsdruck innerhalb einer ganzen Region mit Lockstoff-Fallen nicht erheblich reduziert werden können. Hingegen helfen die Fallen, das lokale Befallsrisiko an instabilen Bestandesrändern zu senken und schöpfen in ausgeräumten Käfernestern im Boden überwinterte und zufliegende Käfer ab. Das Fallenstellen bleibt aber nur eine ergänzende Massnahme zum Räumen von befallenem Brutmaterial. Der gewünschte Bekämpfungseffekt tritt nur ein, wenn es mit kombinierten Massnahmen gelingt, den lokalen Befallsdruck zu senken.

Fangzahlen geben nicht nur in groben Zügen die Populationsgrösse an, sondern sind vermutlich auch ein Indikator für den Zustand und das Angebot an attraktiven, die Fallen konkurrenzierenden Bäumen. Dies kann die Interpretation von aktuellen Fangzahlen erschweren. Gegen Ende einer Gradation nimmt der Stehendbefall wegen sich erholenden Fichten ab. Im Verhältnis zu den Bäumen nimmt die Attraktivität der Fallen zu, so dass sich die Fangquoten erhöhen und nochmals beträchtliche Mengen Käfer in die Fallen fliegen. Erst ein Jahr später widerspiegeln die Fangzahlen die effektiv abnehmende Käferpopulation.

Jahr lokale Witterung	Epidemiologie Buchdrucker	Generationen pro Jahr auf 1300 m ü. M.
1990 durchschnittlicher Frühling, warmer Sommer	Februar 1990: Sturm «Vivian» wirft 4 Mio. m <sup>3</sup> Fichtenholz. Buchdrucker-Grundpopulation meist in Latenz oder nur leicht erhöht. Erste Vermehrung in gebrochenem, liegendem Sturmholz mit guter Besonnung. Zahlreiche Stämme in Totschadenflächen trocknen ohne Käferbefall aus.	1–2
1991 durchschnittliches Jahr, z. T. trocken	Starker Anstieg der Käferpopulation. Noch mehrheitlich Liegendbefall an Fichten mit noch teilweise vorhandenem Wurzelkontakt und an beschatteten Stämmen, vor allem an Streuwürfen. Erster Stehendbefall an instabilen Rändern.	1
1992 durchschnittlicher Frühling, warmer Sommer mit ausrei- chend Niederschlag	Nur noch vereinzelter Liegendbefall an Stämmen mit Wurzelkontakt. Die grosse Mehrheit des Sturmholzes ist inzwischen ausgetrocknet, befallen oder weggeräumt. Dafür zunehmender Stehendbefall. Ausgedehnter Befall an instabilen Rändern. Erste Käfernester auch im Innern von stehen gebliebenen Beständen. Erste Anzeichen für «Primärbefall». Bereits höhere Parasitierungsrate als 1991.	2
1993 durchschnittlicher Frühling, warmer Sommer	Starke Ausweitung von bestehenden Käfernestern. Auch zahlreiche neue Käfernester in intakten Beständen. Auf Sturmflächen (kein geeignetes Brutmaterial mehr vorhanden) und an deren Rändern beruhigt sich die Situation. Lokal sind einige Bruten stark parasitiert, vor allem in älteren Befallsherden.	2
1994 ungünstige Frühlingswitterung, sehr warmer Sommer	Wider Erwarten ist nochmals ausgedehnter Stehendbefall zu verzeichnen. Der erste Flug erfolgt wegen des nass-kühlen Frühlings etwas später und verzettelter als in den Vorjahren; im Sommer holen die Käfer aber wieder auf. Erneutes Auftreten von frischen Käfernestern. Starke gegenseitige Konkurrenz in den Frassbildern, dadurch nur mässiger Bruterfolg.	1–2
1995 ungünstige Frühling- witterung, durch- schnittlicher Sommer	Grosse Ausfälle bei den nicht fertig entwickelten 94er-Käferbruten während der Überwinterung. Der Befallsdruck nimmt ab. Auch Liegendbefall an im Winter geworfenen (Rand-)bäumen. Immer noch Bildung von neuen Käfernestern, aber deutlich weniger als 1994. Zum Teil entstehen neue Käfernester an Orten, wo man es überhaupt nicht erwartet hätte.	1
1996 ungünstige Frühling- witterung, wechsel- hafter Sommer	Weitere Abnahme des Neubefalls. Grosse neue Käfernester entstehen nicht mehr. Parasitierung und gegenseitige Konkurrenz der Käfer nehmen weiter zu.	1
1997 durchschnittlich	Die Situation hat sich beruhigt. Neuer Stehendbefall muss regelrecht gesucht werden.	1

Tabelle 1: Chronologie der Buchdrucker-Massenvermehrung nach dem Sturm «Vivian» 1990 anhand von Fallbeispielen in den Regionen Disentis/GR, Pfäfers/SG, Sattellegg/SZ, Schwanden-Sernftal/GL und Zweisimmen/BE.

### Feldbeobachtungen und Erfahrungen nach «Vivian»

Durch Begehungen in ausgewählten Gebieten konnten wir nach «Vivian» den epidemiologischen Verlauf der Buchdrucker-Massenvermehrung festhalten (Tabelle 1). Diese Beobachtungen ergänzen die quantitativ erhobenen Daten der Buchdruckerumfragen auf Stufe der Schweizer Forstreviere. Die Beobachtungen sind ein Beispiel für eine Entwicklung, welche nicht durch weitere, grössere Sturmereignisse beeinflusst wurde.

Nach «Vivian» gab es in der Schweiz nur wenige Beispiele, bei denen Sturmholz grossflächig liegen gelassen und keine Borkenkäfer bekämpft wurden. Der Folgebefall war unter diesen Bedingungen meist höher als in Gebieten mit konventioneller Räumung von Sturm- und Käferholz. Anhand von Angaben aus der Forstpraxis und der Interpretation von Daten der Buchdruckerumfragen können Auswirkungen von unterschiedlichen Räumungsstrategien nach Sturm aufgezeigt werden. *Im Durchschnitt betrug der auf «Vivian» folgende Buchdrucker-*

Stehendbefall 1990–1996 rund 50% der Sturmholzmenge, in den Hauptschadengebieten der Alpen 60%. Die Menge der Folgeschäden hing auch deutlich von weiteren Stürmen und der lokalen Witterung ab.

Grossflächiger, mehrere Jahre andauernder Buchdruckerbefall trat im In- und Ausland vor allem dort auf, wo keine Massnahmen zur Sturm- und Käferholzräumung getroffen oder diese nur punktuell oder zu spät an die Hand genommen wurden. Bei sehr starkem Auftreten schlossen sich mosaikartig verbreitete, ungeräumte Käfernester zu grösseren Befallsgebieten zusammen. Manchmal erfolgte der Zusammenbruch der Käferpopulationen erst, wenn lokal keine geeigneten Brutbäume mehr vorhanden waren. In verschiedenen Beispielen mit nur teilweise erfolgter Sturmholzräumung stieg der Buchdrucker-Folgebefall bis auf 100% der geworfenen Holzmenge oder noch höher an, so beispielsweise im Toggenburg oder in der Region Schwanden/GL. Auf der anderen Seite zeigten Räumungsmassnahmen Wirkung: Im stark betroffenen östlichen Berner Oberland oder im Kanton Schwyz lag der Folgebefall nur zwischen 20 und 40%. Über erfolgreiche Waldschutzmassnahmen nach Sturm wird auch aus dem Wallis berichtet. In welchem Zeitraum und wie vollständig die Räumungseingriffe in den erwähnten

Gebieten erfolgten, ist leider nur unvollständig dokumentiert. Gegenteilige, regionale Beispiele, bei denen trotz rechtzeitig aufgerüstetem Sturm- und Käferholz überdurchschnittlich starker Buchdrucker-Folgebefall aufgetreten wäre, sind uns nicht bekannt.

*Trotz beträchtlichen Streuungen zeigen diese Erfahrungen, dass rechtzeitige Räumungsmassnahmen den Buchdrucker-Folgebefall nach einem Sturmereignis auf regionaler Ebene um rund die Hälfte reduzieren können*, eine Grössenordnung, die auch durch ein dänisches Experiment und mit Erfahrungen aus Schweden bestätigt wird. Nur punktuelle Bekämpfungseingriffe zeigen hingegen häufig nicht den gewünschten Erfolg. Gelingt es nicht, durch eine rechtzeitige Brutbaumentnahme den lokalen oder regionalen Käferdruck zu senken, kann es an freigestellten Fichten zu weiterem Käferbefall kommen.

## Risikomanagement und Optimierung von Massnahmen

Rasch zeigte sich nach «Vivian», dass beim Aufräumen von Sturmschadenflächen und der späteren Käferbekämpfung aus Kapazitäts- und Kostengründen ein differenziertes Vorgehen nötig wird und Prioritäten gesetzt werden müssen. Etliche Kantone leisteten hier Pionierarbeit. Bis in die 1980er-Jahre wurde versucht, das

maximal Mögliche mit entsprechend grossem Aufwand zu erreichen. Heute sind jedoch differenzierte und kosten/nutzenoptimierte Waldschutzmassnahmen gefragt. Zu einem angepassten Risikomanagement fehlen allerdings noch einige entscheidende Grundlagen.

Ein differenziertes Vorgehen bei der Käferbekämpfung ist sehr anspruchsvoll. Waldbesitzstruktur, unterschiedliche Erschliessung, begrenzte finanzielle und technische Mittel sowie kleinräumig abweichende Gewichtungen von Waldfunktionen führen oft dazu, dass innerhalb einer Geländekammer unterschiedliche Räumungsvarianten vorkommen. Dies kann entlang der verschiedenen behandelten Waldbestände zu Konflikten führen. Massnahmen gegen Borkenkäfer können sich unter solchen Umständen auch kontraproduktiv auswirken. Wenn es nicht gelingt, den regionalen Befallsdruck zu senken, werden freigestellte Randbäume entlang von geräumten Käfernestern oft neu befallen. Es ist im Einzelfall aber schwer nachweisbar, wie weit solcher Neubefall «hausgemacht» und wie weit er auf ungeräumte Befallsherde in der näheren Umgebung zurückzuführen ist.

Um Konflikten vorzubeugen, sollten zwischen Beständen mit unterschiedlicher Räumungsstrategie Pufferzonen von einigen Hundert bis zirka 1500 m Breite geschaffen werden. In der Praxis fehlt dazu aber häufig der nötige Raum, und zur phytosanitären Behandlung derartiger Zonen liegen erst wenige Erfahrungen vor. In Zukunft werden uns solche Pufferzonen herausfordern, nicht nur im Falle von unterschiedlichen Strategien der Waldbesitzer oder Forstdienste, sondern auch in der Umgebung von Waldreservaten oder Waldbeständen, welche aus wirtschaftlichen Gründen nicht mehr gepflegt werden.

In der Schweiz wird der jährliche Holzwachstum seit langem nicht mehr voll genutzt. Dies führt zu hohen Holzvorräten und erhöht damit das Risiko für Windwurf und Käferbefall. Der Buchdrucker wird in Zukunft vermehrt in Erscheinung treten und die Entwicklung der Schweizer Wälder mitgestalten. Hält die seit zirka 20 Jahren zu beobachtende Wärmephase an, dürften Borkenkäfer immer mehr Nadelbestände zum Absterben bringen. Im Falle von Schutzwäldern könnte dies das Risiko von extremen Naturereignissen vergrössern.

## Die praktische Umsetzung

*Gemäss heutigem Kenntnisstand empfehlen wir, geländekammerweise die gleiche Strategie anzuwenden und Streuschäden vor Flächenschäden zu räumen.* Mit dem Ziel einer vorbeugenden Käferbekämpfung hat das rechtzeitige Räumen der Streuschäden einen grösseren Effekt als ein Eingriff in Totschadenflächen. Beschattete Streuwürfe trocknen langsamer aus als besonnte Flächenwürfe und bleiben für die Borkenkäfer länger attraktiv. Beschattete Stämme wirken über längere Zeit wie Fangbäume und bieten für die Käferpopulationen im verbleibenden Waldbestand weiträumig verteiltes, günstiges Brutmaterial an. *Streuschäden tragen somit verhältnismässig stärker und länger zum Populationsaufbau der Käfer bei und sollten deshalb zuerst entrindet oder abgeführt werden.*

Ungeräumte, flächige Windwürfe tragen in den ersten Jahren zwar auch zu einem Aufbau der Käferpopulationen bei, zahlreiche Stämme trocknen jedoch aus, bevor sie überhaupt

befallen werden. Dies ist vor allem bei einem hohen Anteil gebrochener Stämme der Fall. Geworfene Stämme, welche noch über einen gewissen Wurzelkontakt verfügen, bleiben hingegen viel länger bruttauglich und können auch noch im zweiten und dritten Jahr nach dem Sturm zur Käfervermehrung beitragen. Wo möglich sollten deshalb Sturmflächen mit einem hohen Anteil geworfener Bäume vor dem gebrochenen Holz aufgerüstet werden.

Bei kleineren Mengen Sturmholz, genügender Erschliessung und vorhandenen Arbeitskapazitäten können einzeln geworfene Fichten oder Fichtengruppen auch als natürliche Fangbäume verwendet werden. Es macht durchaus Sinn, einige Stämme bis zur Besiedelung durch den Buchdrucker liegen zu lassen und sie erst danach mitsamt der Käferbrut noch vor deren Ausflug zu entrinden oder abzuführen. Dadurch kann das Ausmass des Stehendbefalls reduziert werden.

Erstabdruck dieses Beitrages: Forster, B.; Meier, F.; Gall, R.; Zahn, C., 2003: Erfahrungen im Umgang mit Buchdrucker-Massenvermehrungen (Ips typographus L.) nach Sturmereignissen in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 154, 11: 431–436. Hier befindet sich auch ein Verzeichnis der verwendeten Literatur.