

# Wald

## im Klimawandel

### Grundlagen für Adaptationsstrategien

**Redaktion**  
**Andrea R. Pluess**  
**Sabine Augustin**  
**Peter Brang**

#### **Zitierung**

Zürcher-Gasser, N.; Kühne, K.; Thormann, J.-J.; Küffer, C.; Schwitter, R.; Zürcher, S.; Frehner, M., 2016. Wissensaustausch und Controlling als Schlüsselfaktoren eines adaptiven Waldmanagements. In: Pluess, A.R.; Augustin, S.; Brang, P. (Red.), Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 407–419.

**■ Haupt**

## 5.4 Wissensaustausch und Controlling als Schlüsselfaktoren eines adaptiven Waldmanagements

Nora Zürcher-Gasser<sup>1</sup>, Kathrin Kühne<sup>2</sup>, Jean-Jacques Thormann<sup>2</sup>, Christoph Küffer<sup>3</sup>, Raphael Schwitter<sup>4</sup>, Samuel Zürcher<sup>4</sup> und Monika Frehner<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Gadola AG Naturgefahren Wald Umwelt, Rabius

<sup>2</sup> Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen

<sup>3</sup> Eidg. Technische Hochschule ETH Zürich, Zürich

<sup>4</sup> Fachstelle für Gebirgswaldpflege, ibw Bildungszentrum Wald, Maienfeld

<sup>5</sup> Forstingenieurbüro Monika Frehner, Sargans

Korrespondenz: [zuercher.gasser@gadola-ag.ch](mailto:zuercher.gasser@gadola-ag.ch)

Die sich ändernden klimatischen Bedingungen erfordern Anpassungen der waldbaulichen Strategien. Adaptives Management zielt zum einen darauf ab, Unsicherheiten zu identifizieren und diese durch Managementversuche und Einbezug von Modellierungen zu reduzieren. Zum andern sollen nebst den Hauptentscheidungsträgern bzw. -trägerinnen Akteure von ausserhalb einbezogen werden, um den Wissenspool zu vergrössern. Schliesslich können durch adaptives Management die Zieldefinitionen laufend den sich ändernden Rahmenbedingungen angepasst werden. Ein solches Managementsystem wird in der Literatur als geeignet angesehen, um mit den grossen Unsicherheiten umzugehen. Dabei sind Wissensaustausch und Controlling zentrale Faktoren, die in der Schweizer Waldwirtschaft weiterentwickelt werden können, um die bestehenden Managementstrategien neuen Herausforderungen anzupassen. Eine grosse Herausforderung bei der Umsetzung eines adaptiven Managements sind die langen Zeiträume, welche zwischen der Ausführung von Massnahmen und den Erfolgskontrollen liegen.

Für den Wissensaustausch kommt der «Wissens-Filterung» und einer Objektivierung von Wissen eine zentrale Rolle zu: (Neues) Wissen muss bezüglich Relevanz und Verlässlichkeit sorgfältig geprüft und (wenn möglich) verallgemeinert, objektiviert und in den bestehenden Wissenskontext übertragen werden. Als Grundlage für den Lernprozess ist ein effektives Monitoring und Controlling unerlässlich. Auch dabei kommt dem Wissensaustausch zwischen den Beteiligten eine grosse Bedeutung zu. Im Kontext der Schweizerischen Waldwirtschaft sollten sich Fachstellen und Arbeitsgruppen für den Wissensaustausch und die Wissensverbreitung stärker vernetzen. Systeme zur «Filterung» von Wissen sowie für die Kommunikation zwischen Forschung und Praxis können verbessert werden.

### Adaptives Waldmanagement als geeignete Strategie für die Anpassung an den Klimawandel

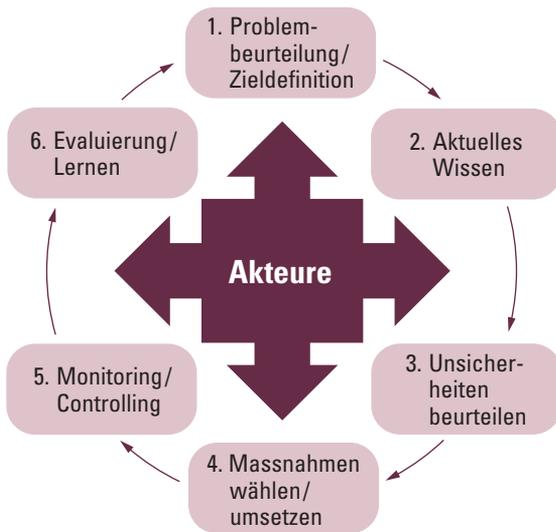
Dass der Klimawandel ökologische Veränderungen mit sich bringt und daher Anpassungen bei waldbaulichen Strategien erfordert, ist mittlerweile breit anerkannt (z. B. BRANG *et al.* 2008). Eine der grossen Herausforderungen bei der Anpassung von Wald-Managementstrategien an den Klimawandel ist die langsame Entwicklung von Waldökosystemen: Es werden starke und schnelle Veränderungen erwartet, sodass Waldökosysteme nicht genügend Zeit für natürliche Anpassungen haben. Das bedeutet, dass die unter heutigen Bedingungen etablierte Waldverjüngung als ausgewachsener Baumbestand unter zukünftigem Klima bestehen muss. Um die Waldentwicklung in eine gewünschte Richtung zu lenken, muss eine Strategie gewählt werden, die Veränderungen in der Walddynamik frühzeitig erkennen lässt, damit rechtzeitig darauf reagiert werden kann. Adaptives Management wird in diesem Zusammenhang als geeignete Strategie genannt (HOLLING 1978; WALTERS 1986; RIST *et al.* 2013), wenn die Unsicherheiten durch sich ändernde Rahmenbedingungen gross sind.

Der Umgang mit Unsicherheit ist seit jeher ein wichtiges Element in der Waldbewirtschaftung. Traditionell wird im Waldbau mit Unsicherheiten pragmatisch umgegangen (vgl. z. B. SCHWITTER 2012): Ein adaptives Management im Sinne von erfahrungsbasiertem Lernen («experimental learning») wird im Grunde genommen seit Langem praktiziert und ist beispielsweise in NaiS (Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald, FREHNER *et al.* 2005) bereits konzeptionell angelegt. Angesichts der prognostizierten schnellen klimatischen Veränderungen wird diese Praxis wahrscheinlich an gewisse Grenzen stossen und Anpassungen erfordern, da Entscheide unter den sich rasch ändernden ökologischen Bedingungen weniger direkt auf Erfahrungen abgestützt werden können.

Erfahrungsbasiertes Lernen wird deshalb durch Wissen und Methoden aus den Wissen-

schaften ergänzt, um den Umgang mit schnellen Veränderungen zu verbessern. Dies ist nötig, weil langjährige Erfahrungen nur noch bedingt gelten und Beobachtungen die Veränderungen kaum genügend erfassen können. Adaptives Management bedeutet dabei sowohl eine Anpassung der Nutzung von Erfahrungswissen in der Praxis (BERKES *et al.* 2000) wie auch eine Neuorientierung der Forschung, welche die Praxis im Umgang mit Klimawandel unterstützt (KUEFFER *et al.* 2012). Zudem gilt es, Waldmanagement auch als Experiment zu planen, das heisst einen Lösungsansatz zuerst in einem Testgebiet auszuprobieren und idealerweise verschiedene Managementansätze vergleichend parallel durchzuführen. In der Forschung gilt es zum einen, gezielt Unsicherheiten zu identifizieren und durch Managementversuche sowie den Einbezug von Modellierungen zu reduzieren, und zum anderen wissenschaftliches Wissen durch kontinuierlichen und gleichberechtigten Wissensaustausch mit Akteuren aus der Praxis zu ergänzen und zu validieren (nach HOLLING 1978; WALTERS 1986; FAZEY *et al.* 2013; Abb. 5.4.1).

Das Thema adaptives Management beinhaltet nebst den naturwissenschaftlichen Aspekten auch verschiedene Aspekte aus den Sozial- und Politikwissenschaften. Zentrale Komponenten des adaptiven Managements sind Kommunikation, Controlling und Zieldefinition: Der Wissensaustausch zwischen den waldbaulichen Entscheidungsträgern bzw. -trägerinnen und denjenigen, welche zum Wissenszuwachs oder zur Wissensvermittlung beitragen können (z. B. Wissenschaftler/innen, Praktiker/innen, Lehrpersonen), ermöglicht erst eine Erweiterung des Wissens (ZINGERLI *et al.* 2009; FRY *et al.* 2011; ROUX *et al.* 2006). Ein effektives Überprüfen der getroffenen Massnahmen ist die Grundlage der Lern- und Entscheidungsprozesse. RIST *et al.* (2013) sprechen dabei von Monitoring. Damit ein Monitoring in einem Managementzyklus tatsächlich genutzt werden kann, sollten die erreichten Ergebnisse in Bezug auf Zielwerte überprüft werden («Controlling»). Es müssen dazu messbare Ziele definiert werden, damit das Vorgehen geprüft und



**Abbildung 5.4.1.** Prozess des adaptiven Managements. Die Wahl von Massnahmen erfolgt unter Einbezug des verfügbaren Wissens, und die Beobachtung/der Vergleich mit der Zielerreichung führt zu einer erneuten Problembeurteilung und allenfalls einer angepassten Zieldefinition. Verändert aus RIST *et al.* (2013).

falls nötig angepasst werden kann. In der Folge wird deshalb von Controlling statt von Monitoring gesprochen. Zentral für die Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen ist die Neubeurteilung der Problemstellung und die allenfalls daraus resultierende Anpassung der Zieldefinition aufgrund der im vergangenen Zyklus gemachten Erfahrungen.

In diesem Kapitel wird auf zwei Komponenten des adaptiven Managements eingegangen: den Wissensaustausch und das Controlling. Dabei soll aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten und Herausforderungen bestehen, ob und inwiefern in der Schweizer Waldwirtschaft adaptives Management praktiziert wird und wo es Verbesserungspotenzial gibt.

## Wissen in den Wald bringen

Wissen ist die Gesamtheit der Kenntnisse, die Individuen oder Gruppen im Rahmen ihrer Kompetenzen und Fähigkeiten zur Lösung von Proble-

men einsetzen (DAVENPORT und PRUSAK 2000). Der aktuelle Stand des Wissens wird im Prozess eines adaptiven Managements nach der Problembeurteilung aufgearbeitet (Abb. 5.4.1; RIST *et al.* 2013). Dabei stellen sich fünf Fragen: Wer sind die entscheidenden Akteure in Zusammenhang mit waldbaulich relevantem Wissen? Welche Formen von Wissen existieren, wie ist dieses Wissen verfügbar und welche sonstigen Entscheidungsgrundlagen bestehen? Welche Kriterien soll Wissen erfüllen, bevor es in der Praxis angewandt wird? Wie sollen und können die verschiedenen Wissensformen aufbereitet werden, damit eine effektive Verbreitung und hohe Akzeptanz bei den waldbaulichen Entscheidungsträgern bzw. -trägerinnen erreicht wird? Welche Möglichkeiten bestehen für eine effiziente Wissensverbreitung und -umsetzung?

## Revierförster/innen als Hauptentscheidungs-träger/innen bei waldbaulichen Massnahmen

In der waldbaulichen Praxis sind es in erster Linie die Revierförster/innen in Zusammenarbeit mit dem höheren Forstdienst, welche den waldbaulichen Handlungsbedarf herleiten und Massnahmen festlegen. Untersuchungen zeigen, dass ein Grossteil der Entscheide bezüglich umzusetzender Massnahmen von Revierförstern und Revierförsterinnen gefällt werden (ZÜRCHER 2011). Um tatsächliche Veränderungen im Management der Wälder zu bewirken, gilt es also, die Revierförster/innen zu erreichen und deren Entscheide allenfalls zu beeinflussen.

In Bezug auf Wissensbereitstellung spielen verschiedene Akteure eine Rolle: Forscher/innen oder Praktiker/innen als «Produzierende» von neuem Wissen; Lehrpersonen in Aus- und Weiterbildung als «Vektoren» für die Wissensverbreitung; aber auch Fachvereine und -gremien wie der Schweizerische Forstverein SFV, die Gebirgswaldpflegegruppe GWG, die Fachstelle Waldbau, die Arbeitsgemeinschaft für Pappel- und Wertholz-anbau APW, interessierte Bürger/innen («citizen

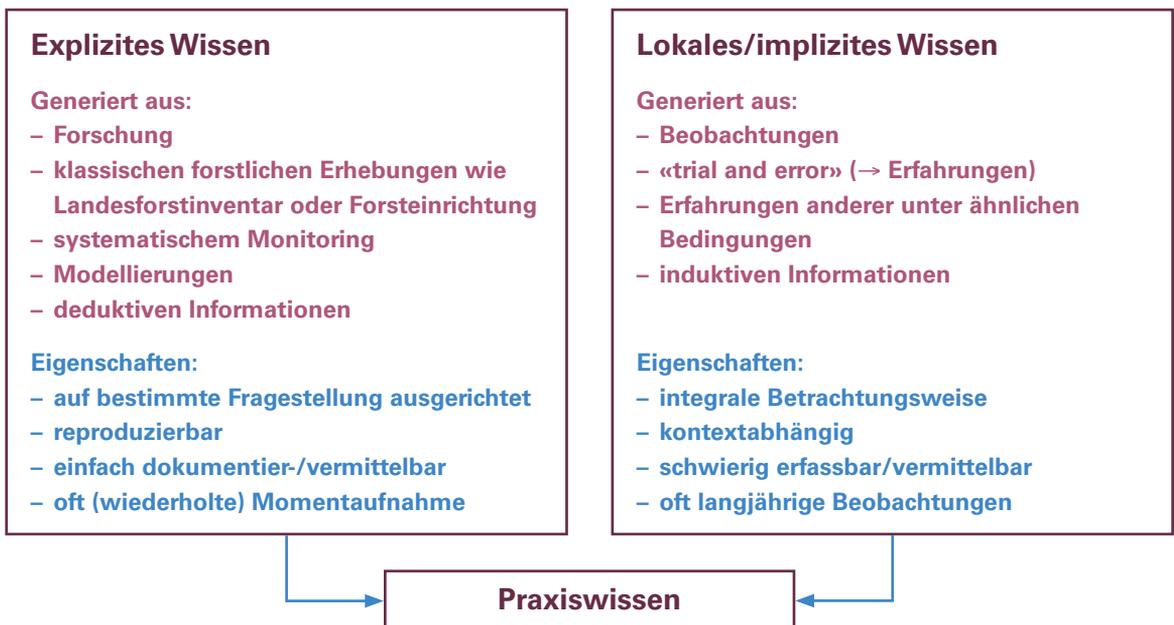
science»; BONNEY *et al.* 2009); und nicht zuletzt die Verwaltungen, welche den geeigneten Rahmen für die Wissensverbreitung bereitstellen und teilweise ebenfalls stark in die Wissensverbreitung involviert sind. Zwischen diesen Akteuren ist eine intensive Zusammenarbeit nötig, um den Wissensfluss – in alle Richtungen – zu ermöglichen (RIST *et al.* 2013; THORMANN *et al.* 2015).

### Wissen als Entscheidungsgrundlage

Für komplexe Entscheidungen ist breites Wissen nötig, welches ökologische, wirtschaftliche und soziale Zusammenhänge umfasst. Wie ZÜRCHER (2011) und THORMANN *et al.* (2015) zeigen, spielt Praxiswissen eine grosse Rolle bei konkreten waldbaulichen Entscheiden. Dieses Praxiswissen setzt sich zusammen aus explizitem Wissen und lokalem/implizitem Wissen der jeweiligen Entscheidungsträger/innen (Abb. 5.4.2; FRY *et al.* 2008). Wissenschaftler/innen verschiedener Disziplinen

stellen explizites Wissen zur Verfügung, welches aus systematischen Untersuchungen oder Modellierungen entstanden ist. Der/die Entscheidungsträger/in wendet für waldbauliche Entscheide darüber hinaus lokales/implizites Wissen an, welches er/sie sich durch eigene Beobachtungen und Erfahrungen oder durch die Erfahrungen anderer erarbeitet hat (COLLINS und EVANS 2007; POLANYI 1985).

Die zukünftige Entwicklung von Waldökosystemen ist mit noch viel grösseren Unsicherheiten behaftet, als dies bereits ohne beschleunigten Klimawandel der Fall ist (CH2014 – Impacts 2014). Unter anderem stellen sich die Fragen, welche Baumarten künftig wo überleben und sich natürlich verjüngen und behaupten können oder wie sich Schädlinge in Zukunft ausbreiten werden. Bezüglich solcher Fragen stösst das lokale/implizite Wissen an Grenzen (ZÜRCHER-GASSER *et al.* 2015). So kann zum Beispiel die Reaktion von Baumarten auf die veränderten Bedingungen mit Beobachtungen und Erfahrungen aus der Vergangenheit oder der Gegenwart nur beschränkt antizipiert wer-



**Abbildung 5.4.2.** Formen von Wissen: Praxiswissen setzt sich zusammen aus explizitem Wissen, das dokumentierbar ist, sowie implizitem Wissen, welches nur schwer verbalisierbar, objektivierbar und formalisierbar ist.

den, oder die benötigten Erkenntnisse liegen unter Umständen für Entscheide oder für die Beantwortung neuer Fragestellungen zu spät vor. Durch eine neue Kombination des verfügbaren Wissens können Wissenslücken zwar zum Teil geschlossen werden. Das experimentelle Vorgehen des adaptiven Managements ist hingegen eine Möglichkeit, neues Wissen zu generieren und rechtzeitig in der Praxis umzusetzen. Durch Austausch von implizitem/lokalem Wissen unter Praktikern und Praktikerinnen kann man zudem gleichzeitig von Veränderungen an verschiedenen Orten und unter unterschiedlichen Bedingungen lernen (KUEFFER 2012). Schliesslich sollte dem wissenschaftlichen Wissen und insbesondere der Modellierung ein höherer Stellenwert als bisher eingeräumt werden, um Entwicklungen über lange Zeiträume besser abschätzen zu können.

Damit «neues» Wissen – sowohl explizites Wissen wie auch implizites Wissen anderer – für konkrete Entscheide genutzt werden kann und wird, muss es in das Praxiswissen der Entscheidungsträger/innen integriert werden können. Neben dem Praxiswissen bestehen für die Schweizer Waldwirtschaft verschiedene Entscheidungsgrundlagen und -hilfen, in welchen sehr viel explizites und mindestens ebenso viel implizites Wissen so aufbereitet wurde, dass es direkt angewendet werden kann. Beispiele dafür sind NaiS (FREHNER *et al.* 2005), die «Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau» (KAUFMANN *et al.* 2010) oder Instrumente der forstlichen Planung (Waldentwicklungspläne, Betriebspläne). Solche Entscheidungsgrundlagen sind eine Synthese aus – gut begründeten – Theorien über die Waldentwicklung und Erfahrungswissen. Zum Teil haben sie eher qualitativen Charakter und sind nicht wissenschaftlich belegt. Sie bieten aber Hinweise für die Zielsetzung und mögliche Handlungsoptionen und werden verbreitet für Entscheidungen beigezogen (ZÜRCHER 2011). Neben fachlichen Entscheidungsgrundlagen spielen Faktoren wie betriebliche und finanzielle Restriktionen, der Wildeinfluss und auch Beitragssysteme von Bund und Kantonen

eine wichtige Rolle bei der Wahl von Massnahmen und können die Entscheide der Praktiker/in stärker beeinflussen als waldbauliche Argumente. Unter Umständen kann ein einzelner dieser Faktoren die Umsetzung von Wissen verhindern. Hier bestehen somit ebenfalls Möglichkeiten, Entscheide zu beeinflussen.

### Reduktion auf das Wesentliche

Angesichts der heutigen, auch in der Waldwissenschaft und -wirtschaft herrschenden Informationsflut, ist es für die Wissensvermittlung entscheidend, dass neue Informationen vor deren Kommunikation sorgfältig überprüft, «gefiltert» und objektiviert, letztlich zu einer Synthese verarbeitet und in den bestehenden Wissenskontext integriert werden. Da Wissen an einzelne Personen oder Gruppen gebunden ist, hat es eine subjektive Komponente, die berücksichtigt werden sollte. Zum Syntheseprozess gehört deshalb auch die sorgfältige Prüfung von Möglichkeiten zur Verallgemeinerung oder zur Übertragbarkeit. Dabei ist zu bedenken, dass waldbauliche Entscheidungen oft eine gewisse finanzielle Tragweite aufweisen und somit gut begründet werden müssen.

Kriterium für eine «Filterung» kann zum einen die Frage nach der Verlässlichkeit respektive Belastbarkeit sein: Werden neue Informationen durch schon vorhandenes Wissen bestätigt? Was ist «höchstwahrscheinlich richtig»? Hilfreich ist bei der Entscheidungsfindung die Frage nach der «Evidenz», das heisst der wissenschaftlichen Belastbarkeit. Darauf sollte Wissen, das an Praktiker/innen vermittelt wird, immer geprüft werden (PULLIN und KNIGHT 2005; SUTHERLAND *et al.* 2004). Zum anderen kann die Frage nach der Relevanz gestellt werden (KUEFFER *et al.* 2012; CASH *et al.* 2003): Wie wichtig, nützlich und brauchbar sind die neuen Informationen für eine bestimmte Fragestellung? Sind die Informationen zumindest auf Standardsituationen verallgemeinerbar und sind sie für eine genügende Anzahl von Standardsituationen, zum

Beispiel für die Mehrheit der häufigsten Standorte, verfügbar?

Nebst der Verlässlichkeit und Relevanz sollten auch Faktoren berücksichtigt werden, die dazu führen, dass neues Wissen in der Praxis tatsächlich auch akzeptiert wird. Dazu gehören – in Anlehnung an die Diffusionstheorie nach ROGERS (1995) – der relative Vorteil zur aktuellen Situation, der Grad der Komplexität und die entsprechende wahrgenommene Schwierigkeit, eine neue Technik einzusetzen, sowie die Integrierbarkeit in bestehende Strukturen.

Wie könnte ein solcher «Filterprozess» aussehen? ZÜRCHER-GASSER *et al.* (2015) schlagen folgendes Vorgehen vor: Forschungsergebnisse werden in einem ersten Schritt durch Experten auf deren Verlässlichkeit respektive Belastbarkeit überprüft. In einem zweiten Schritt soll in Fallstudien für eine konkrete Fragestellung getestet werden, ob die Forschungsergebnisse einen wesentlichen Erkenntnisgewinn für die Umsetzung bringen. Dieser kann im Idealfall zur Weiterentwicklung von Managementoptionen führen. Wenn die Resultate den aktuellen Wissensstand bestätigen, kann dies sehr wertvoll sein, wird aber kaum zu Anpassungen bei Handlungsoptionen führen. Widersprechen die Resultate dem allgemeinen Wissensstand, sollten sowohl die neuen Erkenntnisse wie auch der allgemeine Wissensstand ernsthaft hinterfragt werden, bevor Handlungsoptionen grundlegend geändert werden. Dieses Vorgehen wurde auf Fallstudienflächen in den Kantonen Glarus, Wallis und Tessin angewendet, um Fragen bezüglich Verjüngung im Gebirgswald unter Klimawandel zu beantworten (ZÜRCHER-GASSER *et al.* 2015). Weiter können solche Fallstudien dazu beitragen sowohl Wissenslücken als auch Mängel in der Aufbereitung des Wissens zu identifizieren. Sind die Umsetzungsmassnahmen praktikabel? Welcher Aufwand ist damit verbunden? Gibt es negative Auswirkungen oder Zielkonflikte? Wo liegen Probleme in der Umsetzung (z. B. Wildverbiss)?

Sowohl wissenschaftliche wie auch praxisorientierte Beobachtungsflächen bieten ausgezeichnete Möglichkeiten für die Durchführung

von «Filter»-Prozessen (ZÜRCHER *et al.* 2015). Auf Beobachtungsflächen können neue Hypothesen überprüft und Testläufe mit neuen oder angepassten Managementoptionen durchgeführt werden: Sind die Massnahmen zielführend? Sind sie umsetzbar? Wie hoch ist der damit verbundene Aufwand? Wo bestehen noch offene Fragen? Beobachtungsflächen erlauben Vergleiche, zum Teil ergänzt durch unterschiedliche experimentelle Eingriffe, welche für adaptives Management eine wichtige Grundlage sind. Da Beobachtungsflächen nicht unbedingt zur Beantwortung all dieser Fragen eingerichtet wurden, werden allenfalls zusätzliche Aufnahmen, Beobachtungen, Dokumentationen oder experimentelle Eingriffe nötig.

Ebenfalls ein grosses Potenzial für die Erweiterung der Wissensbasis hat das Praxiswissen anderer Forstpraktiker/innen. Insbesondere das lokale Wissen von Forstpraktikern und Forstpraktikerinnen aus Gebieten mit ähnlichen Voraussetzungen oder Voraussetzungen, welche den erwarteten Bedingungen entsprechen, bieten Möglichkeiten, aus Erfahrungen zu lernen. Allerdings stellt sich die Herausforderung, dass dieses Praxiswissen meistens kontextabhängig und schwierig zu verallgemeinern ist (THORMANN *et al.* 2015). Aus diesem Grund sollten Filterprozesse je nach Art des Praxiswissens ausgewählt werden. Dies können bei standardisierten Interviews etwa einheitliche Auswertungs- und Aufbereitungsmethoden sein, wohingegen eine Plattform zum Sammeln von Beobachtungen eingereichte Daten auch für sich stehen lassen kann. Bei Austauschkursen empfiehlt sich die Dokumentation der wichtigsten Erkenntnisse und Diskussionspunkte.

### **Wissen aufbereiten, vermitteln und dadurch Entscheide beeinflussen**

Mit dem adaptiven Management sollen die Entscheidungsgrundlagen laufend verbessert werden, die Wiederholung von Fehlern verhindert und Fehlentscheide erkannt und wenn möglich korri-

giert werden. Für die Wahl der optimalen Entscheidung muss das «beste» und «gefilterte» Wissen zu den Entscheidungsträgern und -trägerinnen gelangen, damit es umgesetzt werden kann. Zwei Punkte sind zentral in der Wissensvermittlung und sollten wenn möglich berücksichtigt werden (ZÜRCHER-GASSER *et al.* 2015): 1) Das vermittelte Wissen sollte einfach interpretierbar sein, auf eine bestimmte waldbauliche Situation angewendet und in konkrete Handlungsempfehlungen umgemünzt werden können. 2) Das «neue» Wissen bezüglich Klimawandel darf nicht losgelöst vom bestehenden waldbaulichen Wissen verstanden und praktiziert werden, sondern ist in den bestehenden Wissenskontext zu integrieren.

Die Entscheidungsträger/innen müssen davon überzeugt werden können, dass sie aufgrund des – soweit nach dem Filterprozess effektiv vorhanden – neuen Wissens ihr Handeln ändern sollten und dass sie damit tatsächlich etwas bewirken und zukünftige Probleme vermeiden oder wenigstens verringern können. Dieses Bewusstsein scheint heute bezüglich klimabedingter Veränderungen noch wenig verbreitet, unter anderem wohl des-

halb, weil bisher wenig gesichertes Wissen vorhanden war. Für diese Wissensvermittlung bestehen verschiedene, in der Folge beschriebene Möglichkeiten.

### Einbau in bestehende Entscheidungsgrundlagen

Für ein adaptives Management ist es unerlässlich, bestehende, in der Praxis verbreitete und gut akzeptierte Entscheidungshilfen periodisch mit neuem, relevantem Wissen zu ergänzen und weiterzuentwickeln. So werden die in NaiS enthaltenen standortkundlichen Grundlagen verwendet, um aufzuzeigen, wie das zukünftige Klima die Waldstandorte verändern kann (Box 6.1 in PLUESS *et al.* 2016). Auch die Kantone sind gefordert, ihre Entscheidungshilfen, Anweisungen und allenfalls gesetzlichen Grundlagen hinsichtlich des Klimawandels und seine Auswirkungen auf den Wald zu überarbeiten. Erste Arbeits- oder Strategiepapiere zum Umgang mit dem Klimawandel wurden beispielsweise durch das Waldamt beider Basel (STOCKER *et al.* 2006) und das Forstamt des Kantons Thurgau (Forstamt Thurgau und SCHMIDER 2007) herausgegeben.



**Abbildung 5.4.3.** Workshops anhand konkreter Beispiele sind geeignet, um Erfahrungen auszutauschen und Lehren zu ziehen (Schwanden GL; Foto: R. Schwitter).

**Aus- und Weiterbildung für Praktiker/innen, Austauschkurse**

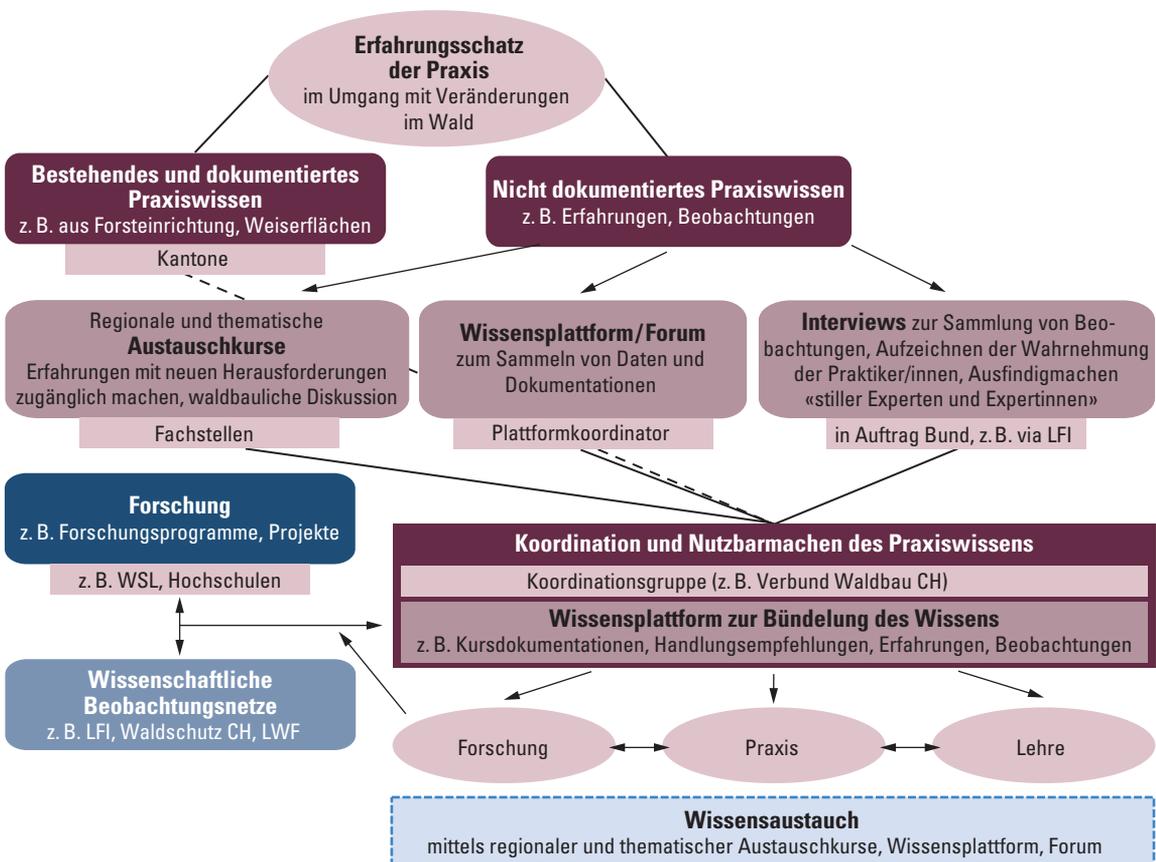
Das Thema Klimawandel wird in der forstlichen Ausbildung und in diversen forstlichen Weiterbildungsangeboten thematisiert. Zum Beispiel bieten Beobachtungsflächen ausgezeichnete Beispiele für Wissensvermittlungs-Anlässe, wo implizites Wissen zugänglich und für andere nutzbar gemacht werden kann. Gemäss THORMANN *et al.* (2015) ist Wissensvermittlung am ehesten in konkreten Waldflächen möglich, im direkten Gespräch mit Praktikern und Praktikerinnen, mittels Interviews oder in Austauschkursen/Workshops (Abb. 5.4.3; vgl. PULLIN *et al.* 2004; SHANLEY und LOPEZ 2009).

**Verbreitung über bestehende, gut verankerte Kanäle**

Die zweisprachigen Merkblätter für die Praxis der Eidg. Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft, WSL oder die Zeitschrift La Forêt/Wald und Holz von WaldSchweiz, werden bereits bisher zur Kommunikation neuen Wissens genutzt und in der forstlichen Praxis verbreitet gelesen oder mindestens zur Kenntnis genommen. Solche Kanäle sollten auch genutzt werden, um neue Erkenntnisse bezüglich Klimawandel zu verbreiten.

**Wissensplattform**

THORMANN *et al.* (2015) schlagen die Entwicklung einer Wissensplattform vor, die von einer nationalen



**Abbildung 5.4.4.** Wissenssystem mit den verschiedenen Wissensträgern und Instrumenten zur Verfügbarbarmachung von Praxiswissen. Verändert aus THORMANN *et al.* (2015).

Stelle koordiniert Praxiswissen sammelt und verfügbar macht. Eine solche Wissensplattform ist ein Element im Wissenssystem zur Nutzbarmachung von Praxiswissen, wie es in Abbildung 5.4.4 ansatzweise aufgezeigt wird. Analog zur Koordination/Nutzbarmachung des Praxiswissens braucht es eine Koordination/Nutzbarmachung akademischen Wissens (in Abb. 5.4.4 nicht dargestellt). Diese Koordinationsprozesse sind eine anspruchsvolle Aufgabe, da sie Erfahrungs- und akademisches Wissen bündeln, auf das Wesentliche reduzieren und damit, wie oben beschrieben, «filtern» und nutzbar machen. Dabei kommt dem Prozess der Verallgemeinerung und der Übertragung von explizitem wie auch implizitem Wissen eine grosse Bedeutung zu. Dieser wichtige Syntheseprozess sollte unter Einbezug von Fachgremien ablaufen, um Ergebnisse zu diskutieren und im Gelände umzusetzen.

### **Entscheide beeinflussen durch finanzielle Anreizsysteme**

Wie unter anderem ZÜRCHER (2011) zeigt, spielen finanzielle Anreize eine grosse Rolle bei der Wahl von Handlungsoptionen. Hier besteht grosses Potenzial, Entscheide zu beeinflussen, welches bei genügend gesicherten Erkenntnissen durchaus genutzt werden sollte. Beispiel dafür ist die Förderung von Pflanzungen und heute nicht konkurrenzfähigen Baumarten mit grossem Potenzial im Hinblick auf den Klimawandel. Ein solches Anreizsystem sollte allerdings gut überlegt sein, um damit nicht negative Wirkungen zu erzielen. So können zum Beispiel verstärkte Anreize zur Pflege zur Folge haben, dass wieder vermehrt flächig gepflegt wird und die Errungenschaften durch die «Naturautomation» (SCHÜTZ 2001) verloren gehen.

### **Zielerreichung überprüfen, um zu lernen**

Als Grundlage für den Lernprozess innerhalb des adaptiven Managements sollen die Auswirkungen und der Erfolg respektive Misserfolg der Massnahmen überwacht werden (RIST *et al.* 2013). Dies

gilt für Versuche, aber auch für bewährte Handlungsoptionen in einem veränderten Umfeld und grundsätzlich für alle Entscheide, die mit gewissen Unsicherheiten verbunden sind. Monitoring und darauf basierend das Controlling dienen aber auch dazu, ökologische Veränderungen zu registrieren und dadurch gewisse Entwicklungen vorzusehen oder mindestens besser abschätzen zu können. Eine grosse Herausforderung dabei sind die langen Zeiträume, die auch der Umsetzung eines adaptiven Managements Grenzen setzen. Oft liegen schlüssige Ergebnisse erst Jahrzehnte nach einem Eingriff vor. Umso wichtiger ist eine gute Dokumentation.

### **Enge Zusammenarbeit zwischen Praxis, Verwaltung und Wissenschaft gefordert**

Ein zentrales Element des naturnahen Waldbaus und tief verankert in der Schweizerischen Waldwirtschaft ist die Beobachtung: Der Waldbauer beurteilt den Erfolg oder Misserfolg gewählter Massnahmen, um in ähnlichen Fällen angemessen reagieren zu können. Soll ein adaptives Management im breiteren Sinn implementiert werden, muss ein System gefunden werden, das erlaubt, auch Informationen aus Beobachtungen ausserhalb des eigentlichen Managements zu sammeln und auszuwerten. Erst dadurch wird es für Partner aus Wissenschaft, Verwaltung oder Lehre möglich, bezüglich Handlungsoptionen zu lernen und diese weiterzuentwickeln. Eine enge und intensive Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten ist dabei unerlässlich (THORMANN *et al.* 2015).

### **Bestehende Monitoringsysteme auch für Fragen bezüglich Klimawandel nutzbar**

ZÜRCHER *et al.* (2015) zeigen, dass bestehende Beobachtungsnetze auch zur Beantwortung von Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel herangezogen werden können. Unterschieden

wird zwischen wissenschaftlichen (z. B. Dauerbeobachtungsflächen Langfristige Waldökosystemforschung LWF, Landesforstinventar LFI) und praxisorientierten Beobachtungsnetzen (z. B. Weiserflächen, Marteloskope, Beobachtungsflächen der Arbeitsgruppe Pappel- und Wertholzanzbau APW). Wissenschaftliche Beobachtungsnetze, deren Potenzial unbestritten ist, können für die Untersuchung ökologischer Vorgänge und die Abschätzung zukünftiger Entwicklungen verwendet werden.

Auf praxisorientierten Beobachtungsflächen können Empfehlungen geprüft werden: Sind die Massnahmen zielführend? Sind sie umsetzbar? Wie hoch ist der damit verbundene Aufwand? Wo bestehen noch offene Fragen? Durch den Dialog zwischen unterschiedlichen Personengruppen – Betriebsleiter/innen, Wissenschaftler/innen, Spezialisten und Spezialistinnen – können aber auch neue Fragen und Hypothesen entstehen. Zudem fördern die Erfahrungen der lokalen Fachleute auf praxisorientierten Beobachtungsflächen deren Bereitschaft, die Konsequenzen aus den Klimaveränderungen in ihren alltäglichen Entscheiden zu berücksichtigen.

Damit praxisorientierte Beobachtungsflächen diese Funktionen tatsächlich erfüllen können, nennen ZÜRCHER *et al.* (2015) mehrere Erfolgsfaktoren: Als wichtigste Grundlage jedes Controllings werden klare, relevante Fragestellungen sowie klare Zielsetzungen und realistische, nachvollziehbare, gut dokumentierte Prognosen erkannt. Damit die Ergebnisse aus den Beobachtungen zur Umsetzung gelangen, sind der enge Einbezug und eine grosse Motivation der lokalen Entscheidungsträger/innen erforderlich. Ebenso unerlässlich ist es, die Förster/innen bei der Formulierung der Fragestellungen und Zielsetzungen, dem regelmässigen Beobachten sowie der Dokumentation zu unterstützen. Die Motivation zur regelmässigen Dokumentation von Beobachtungen bleibt nur erhalten, wenn ein persönlicher Nutzen gesehen wird und die Ergebnisse ausgewertet, analysiert und kommuniziert werden. Um das erarbeitete Erfahrungswissen verfügbar zu machen, ist eine natio-

nale Plattform nötig, auf der die Ergebnisse einfach aufbereitet, verbreitet und für alle Beteiligten verfügbar gemacht werden. Die verschiedenen in der Schweiz bestehenden, praxisorientierten Beobachtungsflächen sollen gut dokumentiert und analysiert werden und im lokalen Umfeld (d. h. Förster/innen, kantonaler Forstdienst) diskutiert werden, um Lehren daraus zu ziehen. Die Kommunikation zurück in die Wissenschaft – die ja massgeblich an der Erarbeitung von Handlungsoptionen beteiligt und somit auch am Ergebnis von Versuchen interessiert ist – funktioniert in vielen Fällen nur ungenügend. Um diese Kommunikation zu verbessern ist auf nationaler Ebene eine zentrale Koordination für den Betrieb dieser Plattform erforderlich.

## Schlussfolgerungen

Um das Ziel des adaptiven Managements zu erreichen – welches Fragestellungen mit grossen Unsicherheiten bestmöglich löst, den Entscheidungsprozess laufend verbessert und die Zielsetzung den sich verändernden Rahmenbedingungen anpasst – muss ein Modus gefunden werden, um die Wissensflut auf das Wesentliche zu reduzieren. Das relevante Wissen soll in einer effizienten, verständlichen Art und Weise zu den Akteuren gebracht werden, die für die Waldentwicklung relevante Entscheidungen treffen. Zudem sollten die Auswirkungen der Entscheidungen laufend überprüft und die Lehren daraus gezogen werden. Dies führt unter Umständen zur Generierung von neuem, relevantem Wissen, welches wiederum an alle Betroffenen verbreitet werden muss.

Die schweizerische Waldwirtschaft ist in der glücklichen Lage, auf eine lange Tradition zurückzublicken. In der Bewirtschaftung der hiesigen Wälder wurden wertvolle Erfahrungen gesammelt und ein ausgezeichnetes Forschungs- und Ausbildungssystem eingerichtet. Dieses Kapital gilt es zu nutzen und im Sinne eines adaptiven Managements weiterzuentwickeln. Damit können bewährte Strukturen genutzt und an die Heraus-

forderungen angepasst werden, die mit den klimabedingten Veränderungen auf uns zu kommen.

Gemäss unserer Beurteilung funktioniert der Prozess des adaptiven Managements (Abb. 5.4.1; RIST *et al.* 2013) auf Betriebsebene in vielen Fällen gut. Verbesserungspotenzial gibt es hauptsächlich dort, wo es nach RIST *et al.* (2013) darum geht, nebst den Entscheidungsträgern bzw. -trägerinnen weitere Akteure und deren Wissen einzubeziehen. Deshalb sollte die Wissensverbreitung verbessert werden. Weiterhin sollte aus dem Controlling eine Rückmeldung von der Praxis in die Wissenschaft stattfinden, damit Lernen möglich wird. Insbesondere für den zweiten Teil ist es nötig, dass die Reivierförster/innen nebst ihren übrigen Aufgaben wieder vermehrt zeitliche Ressourcen für die waldbauliche Arbeit, Beobachtungen und Dokumentationen erhalten. Hier geht der Trend eher in die gegenteilige Richtung.

Bezüglich Wissensaustausch kommen dem Bund, Kantonen und der Forschung eine herausragende Bedeutung zu. In ihren Kompetenzen liegt es, neues Wissen zu «filtern», in den bestehenden Wissenskontext zu integrieren und über geeignete Kanäle zu den Entscheidungsträgern und -trägerinnen zu bringen. Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung der bestehenden Strukturen gibt es insbesondere in den folgenden Bereichen: 1) Stärkere Vernetzung von Fachstellen und Arbeitsgruppen für den Wissensaustausch und die Wissensverbreitung; 2) Institutionalisierung eines Systems zur «Filterung» und Kommunikation von Wissen; 3) Koordination bestehender Beobachtungssysteme und Ermöglichung eines Rückflusses von Informationen von der Praxis in die Forschung. Besonders wichtig ist eine stärkere Gewichtung der Wirkungsanalyse waldbaulicher Eingriffe als wichtiger Aspekt des Controllings. Das adaptive Management sollte in der Interaktion zwischen der Praxis und der Forschung besser verankert werden, um Handlungsoptionen tatsächlich weiterzuentwickeln. Es sollte geprüft werden, ob die Wirkungsanalyse auch im Rahmen der Subventionspolitik eine grössere Rolle spielen könnte.

## Danksagung

Wir danken für die finanzielle Unterstützung der folgenden Projekte (Projektleitung; Mitauoren, Mitautorinnen des Kap. 5.4) durch das Forschungsprogramm «Wald und Klimawandel» des Bundesamtes für Umwelt BAFU und der Eidg. Forschungsanstalt WSL: «Verjüngung der Hauptbaumarten in Gebirgswäldern unter Klimawandel: Pilotprojekt zur waldbaulichen Entscheidungfindung» (N. Zürcher-Gasser; M. Frehner, R. Schwitter); «Erfahrungsschatz von Praktikern» (J.-J. Thormann; K. Kühne, C. Küffer); «Möglichkeiten und Grenzen praxisorientierter Beobachtungsnetze» (R. Schwitter; S. Zürcher).

## Literatur

- BERKES, F.; COLDING, J.; FOLKE, C., 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecol. Appl.* 10, 5: 1251–1262.
- BONNEY, R.; COOPER, C.B.; DICKINSON, J.; KELLING, S.; PHILLIPS, T.; ROSENBERG, K.V.; SHIRK, J., 2009. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience* 59, 11: 977–984.
- BRANG, P.; BUGMANN, H.; BÜRGI, A.; MÜHLETHALER, U.; RIGLING, A.; SCHWITTER, R., 2008. Klimawandel als waldbauliche Herausforderung. *Schweiz. Z. Forstwes.* 159, 10: 362–373.
- CASH, D.W.; CLARK, W.C.; ALCOCK, F.; DICKSON, N.M.; ECKLEY, N.; GUSTON, D.H.; JÄGER, J.; MITCHELL, R.B., 2003. Knowledge systems for sustainable development. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 100, 14: 8086–8091.
- CH2011, 2011. Swiss Climate Change Scenarios CH2011. C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC, Zurich, Switzerland. 88 pp.
- CH2014-Impacts, 2014. Toward quantitative scenarios of climate change impacts in Switzerland. OCCR, FOEN, MeteoSwiss, C2SM, Agroscope, and ProClim, Bern, Switzerland. 136 pp.
- COLLINS, H.M.; EVANS, R., 2007. Rethinking expertise. University of Chicago Press, Chicago. 159 pp.
- DAVENPORT, P.; PRUSAK, L., 2000. Working knowledge: how organizations manage what they know. Harvard Business School Press, Boston. 199 pp.
- FAZEY, I.; EVELY, A.C.; REED, M.S.; STRINGER, L.C.; KRUIJSEN, J.; WHITEA, P.C.L.; NEWSHAMA, A.; JINA, L.; CORTAZZIA, M.; PHILLIPSONA, J.; BLACKSTOCKA, K.; ENTWISTLEA, N.; SHEATEA, W.; ARMSTRONGA, F.; BLACKMOREA, C.; FAZEYA, J.; INGRAMA, J.; GREGSONA, J.; LOWEA, P.; MORTONA, S.; TREVITTA, C., 2013. Knowledge exchange: A review and research agenda for environmental management. *Environ. Conserv.* 40, 1: 19–36.
- Forstamt Thurgau; Schmider, P., 2007. Waldbau und Klimaveränderung, Strategiepapier. Empfehlungen des Forstdienstes Kanton Thurgau. 12 S.

- FREHNER, M.; WASSER, B.; SCHWITTER, R., 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion (NaiS), Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 564 S.
- FRY, P.; BACHMANN, F.; BOSE, L.; FLURY, M.; FÖRSTER, R.; KLÄY, A.; KUEFFER, C.; ZINGERLI, C., 2008. Von implizitem Know-how zu expliziten Thesen. Inter- und transdisziplinärer Wissensaustausch. GAIA 17, 3: 318–320.
- FRY, P.; ZINGERLI, C.; KLÄY, A.; FÖRSTER, R., 2011. Wissensaustausch aktiv gestalten: Erfahrungen in der Forschungspraxis. GAIA 20, 2: 130–132.
- HOLLING, C.S., 1978. Adaptive Environmental Assessment and Management. John Wiley and Sons, Chichester, UK. 377 pp.
- KAUFMANN, G.; STAEDLI, M.; WASSER, B., 2010. Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau. Projektbericht. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. 86 S.
- KUEFFER, C., 2012. The importance of collaborative learning and research among conservationists from different oceanic islands. *Rev. Ecol. (Terre et Vie) Suppl.* 11, 125–135.
- KUEFFER, C.; UNDERWOOD, E.; HIRSCH HADORN, G.; HOLDEREGGER, R.; LEHNING, M.; POHL, C.; SCHIRMER, M.; SCHWARZENBACH, R.; STAUFFACHER, M.; WUELSE, G.; EDWARDS, P., 2012. Enabling effective problem-oriented research for sustainable development. *Ecol. Soc.* 17, 4: 8.
- PLUESS A.R.; AUGUSTIN, S.; BRANG, P., 2016. Kernaussagen und Empfehlungen zum Wald im Klimawandel. In: PLUESS, A.R.; AUGUSTIN, S.; BRANG, P. (Red.), Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptionsstrategien. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 421–439.
- POLANYI, M., 1985. Implizites Wissen. Suhrkamp, Frankfurt am Main. 93 S.
- PULLIN, A.S.; KNIGHT, T.M., 2005. Assessing conservation management's evidence base: a survey of management-plan compilers in the United Kingdom and Australia. *Conserv. Biol.* 19, 6: 1989–1996.
- PULLIN, A.S.; KNIGHT, T.M.; STONE, D.A.; CHARMAN, K., 2004. Do conservation managers use scientific evidence to support their decision-making? *Biol. Conserv.* 119, 245–252.
- RIST, L.; FELTON, A.; SAMUELSSON, L.; SANDSTRÖM, C.; ROSVALL, O., 2013. A new paradigm for adaptive management. *Ecol. Soc.* 18, 4: 63.
- ROGERS, E., 1995. *The Diffusion of Innovations*. Free Press, New York. 519 pp.
- ROUX, D.J.; ROGERS, K.H.; BIGGS, H.C.; ASHTON, P.J.; SERGEANT, A., 2006. Bridging the science-management divide: Moving from unidirectional knowledge transfer to knowledge interfacing and sharing. *Ecol. Soc.* 11, 1: 4.
- SCHWITTER, R., 2012. Gebirgswald- und Schutzwaldpflege: eine Orientierungshilfe für die Praxis. [www.gebirgswald.ch](http://www.gebirgswald.ch) [abgerufen im Mai 2015]. 29 S.
- SCHÜTZ, J.P.H., 2001. Polyvalenter Waldbau. Skript zur Vorlesung Waldbau 4. Professur Waldbau ETH Zürich. 143 S.
- SHANLEY, P.; LÓPEZ, C., 2009. Out of the loop: why research rarely reaches policy makers and the public and what can be done. *Biotropica* 41, 5: 535–544.
- STOCKER, R.; KÜMIN, P.; SPAHR, E., 2006. Arbeitspapier zur Waldpflege und Waldverjüngung unter dem Aspekt der Klimaveränderung. Forstamt beider Basel, Liestal. 4 S.
- SUTHERLAND, W.J.; PULLIN, A.S.; DOLMAN, P.M.; KNIGHT, T.M., 2004. The need for evidence-based conservation. *Trends Ecol. Evol.* 19, 6: 305–308
- THORMANN, J.J.; KÜHNE, K.; KÜFFER, C.; BARANDUN, P.; THÖNY, P., 2015. Erfahrungsschatz von Praktikern. Schlussbericht. Forschungsprogramm «Wald und Klimawandel» des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Bern und der Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. doi: 10.3929/ethz-a-010667902. 61 S.
- WALTERS, C., 1986. *Adaptive Management of Renewable Resources*. Macmillan, New York. 374 S.
- ZINGERLI, C.; FRY, P.; BACHMANN, F.; FLURY, M.; FÖRSTER, R.; KLÄY, A.; KUEFFER, C., 2009. Kommunikationskompetenz. Eine Bedingung für erfolgreichen Wissensaustausch. GAIA 18, 264–266.
- ZÜRCHER, S., 2011. Entscheidungsfindung und betriebliche Planung im Forstbetrieb – Schlussbericht. Arbeitsgruppe Waldplanung und -management des Schweizerischen Forstvereins WaPlaMa/BAFU. 24 S.
- ZÜRCHER, S.; WASSER, B.; SCHWITTER, R.; JUNOD, P., 2015. Möglichkeiten und Grenzen praxisorientierter Beobachtungsnetze. Schlussbericht. Forschungsprogramm «Wald und Klimawandel» des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Bern und der Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. doi: 10.3929/ethz-a-010667737. 22 S.
- ZÜRCHER-GASSER, N.; FREHNER, M.; SCHWITTER, R., 2015. Verjüngung der Hauptbaumarten in Gebirgswäldern unter Klimawandel: Pilotprojekt zur waldbaulichen Entscheidungsfindung. Schlussbericht. Forschungsprogramm «Wald und Klimawandel» des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Bern und der Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. doi: 10.3929/ethz-a-010667775. 34 S.





Anstieg der Waldgrenze, starker Borkenkäferbefall, sterbende Waldföhren in alpinen Trockentälern – der Klimawandel hinterlässt erste Spuren im Wald. Die langlebigen Bäume sind von der markanten Temperaturzunahme und den ausgeprägteren Trockenperioden stark betroffen.



Wie beeinflusst der Klimawandel die Verjüngung, das Wachstum und die Zusammensetzung der Wälder? In welchem Mass vermögen sich die Baumarten genetisch anzupassen? Ändert sich die Waldbrandgefahr? Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf die Holzproduktion, die Waldbiodiversität oder den Schutz vor Naturgefahren? Wie können Waldbesitzer und Förster mit angepasster Bewirtschaftung zum Erhalt der Waldleistungen beitragen, und was könnte dies kosten?



Diese und weitere Fragen werden basierend auf den Resultaten des Forschungsprogramms «Wald und Klimawandel» des Bundesamtes für Umwelt BAFU und der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL beantwortet. Das Buch fasst für Waldfachleute, Waldbesitzer und weitere Waldinteressierte den aktuellen Kenntnisstand zusammen.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



Eidg. Forschungsanstalt für Wald,  
Schnee und Landschaft WSL

Bundesamt für Umwelt BAFU



**Haupt**  
NATUR