

# Einsatz von ÖWI Daten für die großflächige Abschätzung der Schutzwirksamkeit von Wäldern mit Objektschutzwirkung

## ENDBERICHT

BMLFUW-LE.1.3.7/0025-II/5/2014

Auftraggeber: Bundesministerium für Land- und  
Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW)

Auftragnehmer: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum  
für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)



MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH



Europäischer  
Landwirtschaftsfonds für  
die Entwicklung des  
ländlichen Raums:  
Hier investiert Europa in  
die ländlichen Gebiete



# Inhalt

Zusammenfassung.....	1
Summary .....	2
1. Hintergrund des Projektes und Problemstellung.....	3
2. Zielsetzung.....	5
3. Arbeitsschritte .....	6
3.1 Vergleich der ISDW–Parameter mit den ÖWI–Kriterien .....	6
3.2 Adaption der ÖWI–Kriterien an ISDW und Programmierung .....	17
3.3 Errechnen der fehlenden Daten aus zusätzlichen Datenquellen und Einspielen aller Daten in den Modellkalkulator .....	24
3.4 Flächen mit vorübergehend verringertem Bewuchs.....	27
3.5 Ergebnisse und Verbesserung des Kalkulator–Programmes.....	28
4. Diskussion.....	37
5. Quellenverzeichnis .....	39

## Zusammenfassung

Die Schutzwirksamkeit von objektschutzwirksamen Wäldern hat im Österreichischen Programm für die Entwicklung des Ländlichen Raumes in der Periode 2007-13 (LE 07-13) einen forstlichen Förderungsschwerpunkt. Um die Schutzfunktionalität der Wälder bewerten zu können, wurde in dieser Studie die Anwendbarkeit der Großraumdaten der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) für den im Rahmen des Programmes ISDW „Initiative Schutz durch Wald“ entwickelten Modellkalkulator überprüft. Der Modellkalkulator erfordert die Eingabe von insgesamt 31 Parametern, wobei im Wesentlichen 13 Standortparameter sowie die Schneehöhe und weitere 17 vegetations- und bestockungsbeschreibende Parameter die Schutzwirksamkeit am Standort zur Bewertung herangezogen werden. Für die vier Gefahrenprozesse Lawine, Steinschlag, Rutschung und Wasserabfluss wird die Schutzwirkung der Wälder im Ampelstatus dargestellt.

Es zeigte sich, dass 84% der Datenerfordernisse des ISDW-Modellkalkulators mit ÖWI-Daten erfüllt werden können. Bei 55% der Variablen gibt es eine direkte Übereinstimmung, bei 29% konnten Ersatzvariable aus den umfassenden ÖWI Erhebungsdaten gefunden werden. Bei 13% der erforderlichen Parameter waren zusätzliche Datenquellen notwendig und lediglich ein Parameter, die Rutschungsintensität, konnte weder mit ÖWI-Daten noch mit anderen verfügbaren Datenquellen zufriedenstellend beschrieben werden. Die Klassifizierung der Parameter erforderte bei 2/3 aller Parameter eine zusätzliche Adaption, die bei ungefähr der Hälfte dieser Datensätze als aufwendig einzustufen ist.

Die Schutzwirkung des Waldes laut ISDW-Modellkalkulator ist für jeden der vier Gefahrenprozesse auf allen Probeflächen der ÖWI dargestellt. Bezogen auf die Gesamtwaldfläche liegen je Gefahrenprozess 69% bis 87% im grünen, 1% bis 17% im gelben und 3% bis 6% im roten Bereich der Schutzwirkung. Eine aggregierte Darstellung der vier Gefahrenprozesse ergibt eine Übersicht zur gesamten Schutzwirkung auf den ÖWI Probeflächen.

In Zukunft soll dieses Pilotprojekt unter Einbindung modernster Technologien und anderer Modelle weiter entwickelt werden, um die Schutzwirksamkeit des gesamten österreichischen Waldes in hoher Qualität beurteilen zu können. Mit diesem Projekt wurde dafür die wesentliche Basis geschaffen.

## Summary

Forests with protective functions are in the focus of forest funding in the Austrian Rural Development Programme 2007-13 (LE07-13). In this study the assessment of the functionality of protective forests was tested by using mainly data of the Austrian National Forest Inventory (NFI) in a model calculator developed under the “Initiative Protection Forest” (ISDW). This model calculator requires 31 input parameters. Thirteen site parameters including information on snow heights and seventeen parameters on vegetation and forest stock describe the protective function of the forest. The functionality of the protective forests is then provided in signal lights for the four natural hazard processes avalanches, rock fall, landslides and surface runoff. The study shows that NFI data complies 84% of the ISDW data requirements. A direct correspondence of the variables was identified for 55%, and compensatory NFI data was found for 29% of the ISDW parameters. Only 13% of the ISDW parameters required additional data sources and for one parameter ‘intensity of landslides’ no appropriate information was available. Additional adaptation on the classification of the parameters was needed for 2/3 of the variables, for half of them the adaptation was rather complex.

According to the ISDW model calculator the functionality of the protective forests was assessed for the four natural hazards at all NFI plots. Related to the total forest area the functionality of the protective forests belongs from 69% to 87% to the green, 1% to 17% to the yellow and 3% to 6% to the red category. A general map aggregating all four hazard processes is also included in the report.

For the future this pilot project provides the fundamental basis to further develop models with state-of-the-art technology to assess the functionality of protective forests in Austria on a high quality standard.

## 1. Hintergrund des Projektes und Problemstellung

Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) erhebt eine Vielzahl von repräsentativen Daten über den österreichischen Wald, die sowohl die ökologische als auch die ökonomische Seite des Waldes aufzeigen. Die Ergebnisse dienen als Entscheidungshilfe für die Forstpolitik und die Holzindustrie, als Grundlage für die forstliche Praxis, sowie als Hintergrund wissenschaftlicher Studien. Die laufende Beobachtung des Waldes über einen Zeitraum von 50 Jahren lässt auch Aussagen über Veränderungen zu. Ein Teil der ÖWI-Ergebnisse findet in internationalen Prozessen ihre Verwendung, die vielfach mit Berichtspflichten an internationale Organisationen verbunden sind.

Die sehr umfangreichen Erhebungen der ÖWI im Schutzwaldbereich dienen dazu, eine Einschätzung des Zustandes der Schutzwälder zu ermöglichen. Erhoben werden so genannte Standortschutzwälder nach dem Forstgesetz 1975. Das sind jene Wälder, deren Standort durch die abtragenden Kräfte von Wind, Wasser, oder Schwerkraft gefährdet ist und die eine besondere Behandlung zum Schutz des Bodens und des Bewuchses sowie zur Sicherung der Wiederbewaldung erfordern.

Um die Schutzwirkung von Wäldern mit Objektschutzwirkung zu sichern bzw. zu verbessern wurde das Programm „Initiative Schutz durch Wald“ – ISDW vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) initiiert und in Kooperation mit Experten der Landesforstdienste, des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung und des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) entwickelt. ISDW ist Bestandteil des „Österreichischen Programms für die Entwicklung des ländlichen Raums 2007-2013“ (LE 07-13). Durch ISDW werden Schutzwaldplanungen regional weiterentwickelt und Datenerhebungen vor Ort vorgenommen.

Eine Basis für das ISDW-Programm ist der Waldentwicklungsplan (WEP), in dem das öffentliche Interesse an den Funktionen des Waldes dargestellt ist. Zwecks möglichst effizientem Fördermitteleinsatz in objektschutzwirksamen Wäldern ist das öffentliche Interesse an der Schutzfunktion ein entscheidendes Auswahlkriterium für LE-Fördermaßnahmen. Im Zuge der Maßnahmenplanung werden im Projektgebiet Erhebungspunkte ausgewählt, um eine Ansprache von Standorts- und Bestandesparameter durchzuführen und danach effiziente waldbaulichen Maßnahmen zur Verbesserung der Schutzwirkung zu planen.

Als Hilfestellung für die Maßnahmenplanung wird im Rahmen von ISDW ein so genannter „Modellkalkulator“ angeboten. Mit diesem kann anhand von Standorts-, Vegetations- und Bestandesparameter als Eingangsdaten die Schutzfunktionalität des Waldes bewertet werden. Der Modellkalkulator soll zeigen, ob und in welchem Ausmaß die Schutzwirkung des jeweiligen Bestandes gegeben ist und unterscheidet nach dem Erfüllungsgrad der

Schutzwirkung zwischen einem grünen, gelben oder roten Ampelstatus als Ergebnis. Die Bewertung der Schutzwirkung gilt nur für den jeweiligen Standort und Bestand.

Für eine bundesweite Beurteilung der Schutzfunktionalität österreichischer Wälder fehlte es bisher an einer flächendeckenden Datengrundlage. In diesem Projekt wurde daher der „ISDW-Modellkalkulator“ mit den adaptierten Großraumdaten der ÖWI verknüpft, um eine großräumige Evaluierung der gesetzten Schutzwaldmaßnahmen zu testen.

## 2. Zielsetzung

Um eine Bewertung der Schutzfunktionalität der österreichischen Wälder anhand der Großraumdaten der ÖWI vornehmen zu können, hatten diese in den „Modellkalkulator“ einzufließen und den Ampelstatus der Wälder mit Schutzwirkung über größere Gebiete darzustellen. Dafür mussten zunächst die für den Modellkalkulator erforderlichen Eingangsparameter mit den von der ÖWI auf deren Probeflächen erhobenen Daten verglichen werden. Dabei war zum einen die Verfügbarkeit der erforderlichen Parameter aus der ÖWI zu ermitteln, zum anderen musste die Übereinstimmung der Erhebungskategorien der einzelnen Parameter geprüft werden.

Die für den Modellkalkulator erforderlichen Parameter wurden aus der Datenbank der ÖWI herausgefiltert und falls sie nicht mit den Parametern des Modellkalkulators übereinstimmten diesem angepasst. Dafür waren verschiedene Programmierungsarbeiten notwendig. Für fehlende Daten wurden Ergänzungen mit externen Datenquellen vorgenommen. In diesem Zusammenhang wurden auch mögliche Verbesserungen an anderen Eingangsparametern abgeklärt und soweit möglich umgesetzt. Flächen, zu denen aufgrund fehlenden Bewuchses keine Erhebungsdaten vorlagen, wurden dem momentanen Zustand entsprechend meist der untersten Stufe der vegetations- und bestockungsbeschreibenden Parameter zugewiesen. Als Zwischenergebnis dieser Datenaufbereitungsarbeiten lag ein Datensatz mit den für den Modellkalkulator erforderlichen Eingangsparametern vor. Somit konnte der Modellkalkulator mit diesen Daten für die Probeflächen der ÖWI angewendet werden. Die Ergebnisse wurden mittels GIS dargestellt und auf Plausibilität überprüft.

Dieses Grundlagenprojekt soll mit den repräsentativen Stichprobenerhebungen der ÖWI großflächige Aussagen über die Schutzwirkung des Waldes in Österreich ermöglichen. Die in diesem Projekt durchgeführten Arbeiten am Modellkalkulator und die dabei erzielten Ergebnisse liefern somit eine Grundlage beziehungsweise eine Hilfestellung für die Planung von Maßnahmen zur Verbesserung der Schutzfunktionalität der Wälder. Sowohl für die Evaluation bisheriger Maßnahmen als auch für die zukünftige Behandlung der Wälder mit Schutzwirkung in waldbaulicher als auch technischer Hinsicht kann der Modellkalkulator herangezogen werden.

### **3. Arbeitsschritte**

Die Anwendung des Modellkalkulators auf die Erhebungsdaten der ÖWI umfasst eine Reihe von aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten. Ausgehend vom Vergleich der für den Modellkalkulator erforderlichen ISDW-Parameter mit den in der ÖWI vorhandenen Daten, wurden verschiedene Klassen der Verfügbarkeit festgestellt und im Falle von Differenzen Adaptionen eruiert, beurteilt und entsprechend der zweckmäßigsten Möglichkeit die Anpassungen vorgenommen. Für einige wenige Parameter zu denen keine Informationen aus der ÖWI vorliegen, wurden externe Datenquellen herangezogen. Ebenso waren für Flächen mit vorübergehend fehlendem Bewuchs Überlegungen notwendig, wie der Modellkalkulator angewendet werden kann. Nach Abschluss der Datenaufbereitungen und –adaptionen lag ein Datensatz vor, auf den der Modellkalkulator aufsetzen konnte. Die Ergebnisse der Modellkalkulationen wurden grafisch dargestellt, überprüft, Abweichungen untersucht und Anpassungen durchgeführt.

#### **3.1 Vergleich der ISDW-Parameter mit den ÖWI-Kriterien**

Der Modellkalkulator benötigt Daten zu insgesamt 31 Parameter um Modellkalkulationen ausführen zu können. Diese Parameter sind im ISDW-Handbuch für Detailprojekte (BMLFUW und BFW 2010) definiert und beschrieben, unter anderem hinsichtlich der Maßeinheiten und der kategorialen Abstufung der Parameter. Für zahlreiche nominale und ordinale Parameter werden Zuordnungshilfen für die einzelnen Klassen bereitgestellt. Die ÖWI als Großrauminventur erhebt auf einem Stichprobennetz von 3,889 x 3,889 km und in Trakten angeordneten Probeflächen eine Vielzahl von Daten über den österreichischen Wald. Diese werden allgemein unterschieden in standorts-, bestandes- und probestammbezogene Daten (Gabler und Schadauer 2008, Gschwantner et al. 2010). Die Erhebungen und erfassten Variablen der ÖWI sind in den Instruktionen für die Feldarbeit detailliert erläutert (Hauk und Schadauer 2009). Um herauszufinden inwieweit der Datenbedarf des Modellkalkulators durch die ÖWI abgedeckt werden kann, wurden die ISDW-Parameter den in der ÖWI vorhandenen Daten gegenübergestellt und miteinander verglichen.

##### 3.1.1 Gegenüberstellung und Vergleich der Parameter

Die Gegenüberstellung der Parameter wurde getrennt nach Standorts- und Bestandesmerkmalen vorgenommen. Während sich erstere auf die standörtlichen Gegebenheiten auf der jeweiligen Fläche beziehen, beschreiben letztere die Vegetation und Baumbestockung hinsichtlich Aufbau und Stabilität. Zunächst sind in Tabelle 1 die standortsbeschreibenden Parameter mit Relevanz für die Schutzwirkung für ISDW mit den aus der ÖWI verfügbaren Daten gegenübergestellt.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der standortsbeschreibenden Parameter des ISDW-Modellkalkulators mit aus der ÖWI verfügbaren Daten.

ISDW – Parameter		Verfügbare ÖWI-Daten
Begriff	Beschreibung	
Seehöhe	Mittlere Seehöhe der Fläche in 10 m – Stufen.	Seehöhe in 100 m – Stufen.
Hangneigung	Mittlere Hangneigung in 7 Stufen: (1) bis 44%, (2) 45-53%, (3) 54-68%, (4) 69-81%, (5) 82-97%, (6) 98-143%, (7) über 143%.	Mittlere Hangneigung in 13 Stufen: (1) 0-5%, (2) 6-10%, (3) 11-20%, (4) 21-30%, (5) 31-40%, (6) 41-50%, (7) 51-60%, (8) 61-70%, (9) 71-80%, (10) 81-90%, (11) 91-100%, (12) 101-110%, (13) >110%.
Schneeregion	13 Regionen auf Basis der Schneehöhen und Schneebedeckung nach Schöner und Mohnl (2003) im Hydrologischen Atlas Österreich und der Wuchsgebietsgliederung nach Kilian et al. 1994.	Wuchsgebietsgliederung nach Kilian et al. (1994).
Schneehöhe	5 Klassen der lokalen maximalen durchschnittlichen Schneehöhe: bis 0,7 m, 0,8–1,0 m, 1,1–1,5 m, 1,6–2,5 m, >2,5 m.	Keine Daten verfügbar.
Potentielle natürliche Waldgesellschaft	20 PNWG-Gesellschaftstypen: (1) Lärchen-Zirbenwald, (2) Lärchenwald, (3) Subalpiner Fichtenwald, (4) Montaner Fichtenwald, (5) Fichten-Tannenwald, (6) Fichten-Tannen-Buchenwald, (7) Buchenwald, (8) Eichen-Hainbuchenwald, (9) Saurer Eichenwald und Kiefern-Stieleichenwald, (10) Thermophiler Eichenwald = Flaumeichenwald, (11) Lindenmischwald, (12) Bergahorn- und Bergahorn-Eschenwald, (13) Schwarzerlen-Eschenwald, (14) Grauerlenwald, (15) Spirkenwald, (16) Weißkiefern-Birkenmoorwald, (17) Karbonat-Kiefernwald, (18) Silikat-Kiefernwald, (19) Schwarzkiefernwald, (20) Auwald.	27 PNWG-Gesellschaftstypen: (1) Lärchen-Zirbenwald, (2) Lärchenwald, (3) Subalpiner Fichtenwald, (4) Montaner Fichtenwald, (5) Fichten-Tannenwald, (6) Fichten-Tannen-Buchenwald, (7) Buchenwald, (8) Eichen-Hainbuchenwald, (9) Bodensaurer Eichenwald, (10) Thermophiler Eichenwald, (11) Kiefern-Stieleichenwald, (12) Lindenmischwald, (13) Bergahornwald, (14) Bergahorn-Eschenwald, (15) Schwarzerlen-Eschenwald, (16) Schwarzerlen-Bruchwald, (17) Grauerlenwald, (18) Spirkenwald, (19) Latschengebüsch, (20) Weißkiefern-Birken-Moorwald, (21) Karbonat-Kiefernwald, (22) Silikat-Kiefernwald, (23) Schwarzkiefernwald, (24) Weichholzau, (25) Hartholzau, (26) Bacheschenwald, (27) Grünerlengebüsch.
Wasserhaushalt	3 Wasserhaushaltsklassen: (1) trocken bis mäßig frisch, (2) frisch, (3) sehr frisch bis nass einschließlich hangsickerfeucht und wechselfeucht.	5 Wasserhaushaltsklassen: (1) trocken, (2) mäßig frisch, (3) frisch, (4) sehr frisch und hangsickerfeucht, (5) feucht.
Hydrologische Bodenklasse	5 Klassen nach Infiltrations- und Speicherkapazität.	26 Bodengruppen, 5 Wasserhaushaltsklassen, 3 Gründigkeitsklassen, Humusmächtigkeit, Grobskelettanteil, Bodenart in 13 Klassen, Bodenbewegung in 3 Klassen, Relief in 8 Klassen.

Tabelle 1 (Fortsetzung): Gegenüberstellung der standortsbeschreibenden Parameter des ISDW-Modellkalkulators mit aus der ÖWI verfügbaren Daten.

ISDW – Parameter		Verfügbare ÖWI-Daten
Begriff	Beschreibung	
Reliefklasse	4 Reliefklassen: (1) Gelände stark unregelmäßig rippen- oder runsenartig, (2) Gelände stark unregelmäßig abgetrept, (3) Gelände mäßig unregelmäßig, (4) Gelände sehr gleichförmig.	3 Reliefklassen: (1) stark unregelmäßiges Gelände, (2) schwach unregelmäßiges Gelände, (3) gleichförmiges Gelände, Betriebsarten des Anderen Holzbodens falls sie Lawinengängen, Runsen und Rinnen zuzuordnen sind.
Bodenrauigkeit	4 Klassen: (1) sehr rau, (2) rau, (3) glatt, (4) sehr glatt.	4 Bodenrauigkeitsklassen: (1) sehr raue Oberfläche, (2) raue Oberfläche, (3) glatte Oberfläche, (4) sehr glatte Oberfläche.
Steindurchmesser	6 Steindurchmesserklassen: (1) keine Steine vorhanden, (2) <10 cm, (3) 10-19 cm, (4) 20-49 cm, (5) 50-200 cm, (6) >200 cm.	5 Steingrößen-Klassen: (1) keine Schäden und keine Steine sichtbar, (2) Schäden aber keine Steine sichtbar, (3) durchschnittlicher Durchmesser des Steinschlagmaterials <20 cm, (4) 20-50 cm, (5) >50 cm.
Steinschlagaktivität	4 Klassen nach Entstehungsgebiet oberhalb der Fläche und Aktivität anhand von Steinschlagspuren.	5 Klassen von Steinschlagschäden: (1) keine Schädigung, (2) ein Stamm geschädigt, (3) bis zu 1/3 der Stämme geschädigt, (4) 1/3 bis 2/3 der Stämme geschädigt, (5) mehr als 2/3 der Stämme geschädigt.
Rutschungstyp	3 Rutschungstypen: (1) spontane Hangrutschung, (2) Runsen-, Rinnen- oder Grabenerosion, (3) permanente Rutschung.	3 Bodenbewegungsklassen: (1) keine Bodenbewegung, (2) Rutschungen, (3) Erosionen.
Rutschungsintensität	4 Intensitätsstufen nach Rutschungsaktivität und Größe der Rutschung.	Keine Daten verfügbar.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der vegetations- und bestockungsbeschreibenden Parameter des ISDW-Modellkalkulators mit aus der ÖWI verfügbaren Daten.

ISDW – Parameter		Verfügbare ÖWI-Daten
Begriff	Beschreibung	
Textur und Gefüge	9 Klassen: (1) Kein Wald, (2) Blöße, (3) Strauchwald, (4) Ausschlagwald, (5) großflächige einschichtige Bestände >1,0 ha, (6) kleinflächige einschichtige Bestände 0,25–1,0 ha; (7) Großflächige zweischichtige Bestände >1,0 ha, (8) kleinflächige zweischichtige Bestände 0,25-1,0 ha, (9) mehrschichtige und sehr kleinflächige Bestände.	37 Klassen für Betriebsarten, 9 Wuchsklassen, 3 Klassen für Bestandesaufbau.
Kollektivstruktur	3 Klassen: (1) Keine Angabe, (2) Einzelbaumstruktur, (3) Rotten- oder Gruppenstruktur.	3 Klassen für die Bestandesform: (1) Gleichförmig, (2) Trupps oder Gruppen, (3) Einzelindividuen.
Deckungsgrad Bodenvegetation	Deckungsgrad von Gehölzen <10-30 cm und Moosen, Farnen, Gräsern, Kräutern und Zwergsträuchern in Prozentklassen: 5-14%, 15-24%, 25-34%, 35-44%, 45-54%, 55-64%, 65-74%, 75-84%, 85-94%, >=95%.	Holzgewächserhebung der Krautschicht (< 130 cm) in 10%-Stufen einschließlich Sträucher, Zwergsträucher, und übrige Vegetationselemente wie Moose, Farne, Gräser, Krautige Pflanzen. Erhebung nach Bolte für drei Höhenklassen innerhalb der Krautschicht.
Überschirmungsgrad Jungwuchs	Überschirmungsgrad von Jungwuchs mit einer Höhe von 10-30 cm bis 500 cm in Prozentklassen: 5-14%, 15-24%, 25-34%, 35-44%, 45-54%, 55-64%, 65-74%, 75-84%, 85-94%, >=95%.	Holzgewächserhebung der Krautschicht (< 130 cm) und der Strauchschicht (130 – 500 cm) in 10%-Stufen einschließlich Sträucher, Zwergsträucher, und übrige Vegetationselemente wie Moose, Farne, Gräser, Krautige Pflanzen. Erhebung nach Bolte für drei Höhenklassen innerhalb der Krautschicht.
Überschirmungsgrad Baumschicht	Überschirmungsgrad von Bäumen mit einer Höhe > 500 cm in Prozentklassen: 5-14%, 15-24%, 25-34%, 35-44%, 45-54%, 55-64%, 65-74%, 75-84%, 85-94%, >=95%.	Holzgewächserhebung der Baumschicht in 10%-Stufen einschließlich Sträucher.
Mittelhöhe Jungwuchs	7 Mittelhöhenklassen: (1) kein Jungwuchs, (2) 10-50 cm, (3) 51-80 cm, (4) 81-130 cm, (5) 131-200 cm, (6) 201-500 cm, (7) > 500 cm (für strauchartig wachsende Bäume und Ausschlag).	Holzgewächserhebung der Kraut- und Strauchschicht in 10%-Stufen einschließlich Sträucher. Erhebung nach Bolte nach Höhenklassen.
Wuchsklassenanteile an der Baumschicht von Stangenholz, Baumholz, Starkholz	Zehntelanteile von Stangenholz, Baumholz, Starkholz an der Baumschicht.	Wuchsklassen in 9 Klassen, Zehntelanteile an der Probefläche.

Tabelle 2 (Fortsetzung): Gegenüberstellung der vegetations- und bestockungsbeschreibenden Parameter des ISDW-Modellkalkulators mit aus der ÖWI verfügbaren Daten.

ISDW - Parameter		Verfügbare ÖWI-Daten
Begriff	Beschreibung	
Durchmesserstruktur Baumholz	4 Klassen: (1) Kein oder wenig Baumholz vorhanden (Gesamtanteil < 5%), (2) Fast nur schwaches Baumholz bis 35 cm BHD ( $\geq 75\%$ ), (3) Schwaches und starkes Baumholz, (4) Fast nur starkes Baumholz BHD >35-50 cm ( $\geq 5\%$ ).	Probestammerhebung im Ertragswald mit Zuteilung der Probestämme zu Wuchsklassen. Winkelzählproben und Höhenklassen im Schutzwald außer Ertrag und auf Strauchflächen.
Stammzahl Baumschicht	22 Stammzahlklassen: (1) < 50, (2) 50-99, (3) 100-149, (4) 150-199, (5) 200-299, (6) 300-399, (7) 400-499, (8) 500-599, (9) 600-699, (10) 700-799, (11) 800-899, (12) 900-999, (13) 1000-1499, (14) 1500-1999, (15) 2000-2499, (16) 2500-2999, (17) 3000-3499, (18) 3500-3999, (19) 4000-4999, (20) 5000-5999, (21) 6000-7999, (22) >8000, (23) Gruppen und Rotten.	Probestammerhebung im Ertragswald mit Zuteilung der Probestämme zu Wuchsklassen. Winkelzählproben und Höhenklassen im Schutzwald außer Ertrag und auf Strauchflächen.
Artanteile Jungwuchs	Artanteil in Prozentklassen: <5%, 5-14%, 15-24%, 25-34%, 35-44%, 45-54%, 55-64%, 65-74%, 75-84%, 85-94%, $\geq 95\%$ . Die Überschirmung des Jungwuchses entspricht 100%.	Holzgewächserhebung der Krautschicht, Strauchschicht und der Baumschicht.
Artanteile Baumschicht	Artanteil in Prozentklassen: 5-14%, 15-24%, 25-34%, 35-44%, 45-54%, 55-64%, 65-74%, 75-84%, 85-94%, $\geq 95\%$ . Die Überschirmung der Baumschicht entspricht 100%.	Holzgewächserhebung der Krautschicht und der Baumschicht.
Maximale Lückenbreite und -länge	Größte Breite quer zur Fallrichtung und größte schräge Länge in Fallrichtung für Distanzen bis 49 m in 5 m – Stufen, 50 -99 m in 10 m – Stufen, ab 100 m in 50 m – Stufen.	Breite und Länge der Freifläche in Meter gemessen als Schrägdistanzen. Fallrichtung weitgehend unberücksichtigt.
Vorhandensein von liegendem Totholz in Lücken	3 Klassen: (1) keine Lücken, (2) ja und vermutlich ausreichend, (3) nein und vermutlich nicht ausreichend.	4 Klassen der sekundären Rauigkeit: (1) keine Wurzelstöcke, liegende Stämme mit Höhe $\leq 0,2$ m über dem Boden, (2) Wurzelstöcke, liegende Stämme mit Höhe 0,2–0,5 m über dem Boden, (3) 0,5-2 m über dem Boden (4) >2 m über dem Boden.
Beeinträchtigungen des Jungwuchses	4 Klassen prozentueller Anteile: (1) nein oder Überschirmungsgrad des Jungwuchses ist <15%, (2) ja und 15-30% des Jungwuchses betroffen, (3) ja und 31-60% betroffen, (4) ja und >60% betroffen.	9 Wuchsklassen, 5 Klassen der Bestandesstabilität: (1) stabil, (2) stabil-labil, (3) labil-kritisch, (4) kritisch-instabil, (5) Latsche-Grünerle, Flächengröße der Teilfläche in Zehntelanteilen.

Tabelle 2 (Fortsetzung): Gegenüberstellung der vegetations- und bestockungsbeschreibenden Parameter des ISDW-Modellkalkulators mit aus der ÖWI verfügbaren Daten.

ISDW - Parameter		Verfügbare ÖWI-Daten
Begriff	Definition	
Instabilität von Dichtung und Stangenholz	4 Klassen prozentueller Anteile: (1) nein oder Überschirmungsgrad von Dichtung und Stangenholz ist <15%, (2) ja und 15-30% von Dichtung und Stangenholz betroffen, (3) ja und 31-60% betroffen, (4) ja und >60% betroffen.	9 Wuchsklassen, 5 Klassen der Bestandesstabilität: (1) stabil, (2) stabil-labil, (3) labil-kritisch, (4) kritisch-instabil, (5) Latsche-Grünerle, Flächengröße der Teilfläche in Zehntelanteilen.
Instabilität von Baum- und Starkholz	4 Klassen prozentueller Anteile: (1) nein oder Überschirmungsgrad von Baum- und Starkholzes ist <15%, (2) ja und 15-30% von Baum- und Starkholz betroffen, (3) ja und 31-60% betroffen, (4) ja und >60% betroffen.	9 Wuchsklassen, 5 Klassen der Bestandesstabilität: (1) stabil, (2) stabil-labil, (3) labil-kritisch, (4) kritisch-instabil, (5) Latsche-Grünerle, Flächengröße der Teilfläche in Zehntelanteilen.
Überalterung - Verjüngungsmangel	4 Klassen prozentueller Flächenanteile: (1) nein oder Überschirmungsgrad von Baum- und Starkholz ist <15%, (2) ja und 15-30% der Fläche, (3) ja und 31-60% der Fläche, (4) ja und >60% der Fläche.	Verjüngungserhebung, Flächengröße der Teilfläche in Zehntelanteilen.
Vorhandensein einer Kalamitätsfläche	4 Klassen prozentueller Flächenanteile: (1) nein und <15% der Fläche, (2) ja und 15-30% der Fläche, (3) ja und 31-60% der Fläche, (4) ja und >60% der Fläche.	Wuchsklassen zur Bestimmung des Freiflächenanteils. Freiflächenentstehung in 4 Klassen: (1) Nutzung (Schlagfläche), (2) andere menschliche Einflüsse, (3) Windwurf, (4) Andere Naturereignisse.

Aus der Gegenüberstellung der ISDW-Parameter mit den verfügbaren ÖWI-Daten in den Tabellen 1 und 2 geht hervor, dass der Datenbedarf des Modellkalkulators je nach Parameter in unterschiedlichem Grad mit den ÖWI-Daten erfüllt werden kann. Für einige Parameter liegen andere Datenquellen vor, die herangezogen werden können. Die Parameter können nach ihrem prinzipiellen Vorhandensein, ihrer Ähnlichkeit hinsichtlich der kategoriellen Ausprägungen oder der Maßeinheit, und notwendiger Datenadaption eingeteilt werden (Tabelle 3).

ISDW-Parameter zu denen eine direkte Entsprechung in den ÖWI-Daten vorliegt (Gruppe A), können weiter unterschieden werden in solche die idente Kategorien haben, und solche die Unterschiede hinsichtlich der Kategorien aufweisen. Wenn Unterschiede in den Kategorien vorliegen, kann weiter unterschieden werden zwischen solchen ISDW-Parametern bei denen der Unterschied zur ÖWI zu gering ist, als dass eine Adaption notwendig und sinnvoll wäre, Parametern deren Übereinstimmung mittels einfacher Adaption durch Zusammenfassung von ÖWI-Klassen oder Zuteilung von einer gemeinsamen ÖWI-Klasse zu den detaillierteren ISDW-Klassen hergestellt werden kann und solchen Parametern für die aufwendigere Adaption erforderlich sind. Zumeist handelt es sich bei letzteren um Parameter für die eine

Auftrennung von einer oder mehrerer Kategorien oft unter Berücksichtigung weiterer ÖWI-Daten erforderlich ist.

Wenn eine direkt entsprechende Variable in den ÖWI-Daten nicht vorliegt (Gruppe B), können entweder eine oder mehrere andere ÖWI-Variablen herangezogen werden, um den Datenbedarf zu erfüllen oder zusätzliche Datenquellen außerhalb der ÖWI verwendet werden. Beide Fälle können weiter unterschieden werden in solche, die idente Kategorien, und solche, die Unterschiede hinsichtlich der Kategorien aufweisen. Nach den durchgeführten Adaptionen können die Unterschiede unterteilt werden in solche für die aufgrund zu geringer Divergenz keine Adaption benötigen, solche die durch einfache Reklassifikation adaptiert werden können, und solche für aufwendigere Adaptionen erforderlich sind. Parameter für die sowohl in der ÖWI und auch in zusätzlichen Datenquellen keine verwendbaren Informationen vorliegen, wurden der Gruppe C mit keinen vorhandenen Daten zugewiesen.

Tabelle 3: Einteilung der ISDW-Parameter nach ihrer Verfügbarkeit aus ÖWI-Daten und anderen Datenquellen.

Gruppe	Merkmale der Verfügbarkeit von Parametern			
	Generelles Vorhandensein		Ähnlichkeit der Parameter	Datenadaption
A1	Direkt entsprechende Variable in ÖWI-Daten vorhanden		Idente Klassen	Keine
A2.1			Nicht ident	Keine
A2.2				Einfach
A2.3				Aufwendig
B1	Keine direkt entsprechende Variable in ÖWI-Daten vorhanden	Andere stellvertretende ÖWI-Variable	Idente Klassen	Keine
B2.1			Nicht ident	Keine
B2.2		Einfach		
B2.3		Aufwendig		
B3	Keine direkt entsprechende Variable in ÖWI-Daten vorhanden	Zusätzliche Datenquellen vorhanden	Idente Klassen	Keine
B4.1			Nicht ident	Keine
B4.2		Einfach		
B4.3		Aufwendig		
C	Keine Daten vorhanden			

### 3.1.2 Auflistung der Parameter nach ihrer Verfügbarkeit

Zur Darstellung der Verfügbarkeit aus den ÖWI-Daten und zusätzlichen Datenquellen wurden die ISDW-Parameter einer der in Tabelle 3 unterschiedenen Verfügbarkeitsgruppen zugeordnet. In Tabelle 4 ist die Zuordnung der Parameter zu einer der Gruppen ersichtlich. Parameter mit zwei Zuordnungen sind aus der ÖWI verfügbar, jedoch wurden zusätzlich Datenquellen herangezogen, weil durch diese der Datenbedarf des Modellkalkulators besser abgedeckt werden konnte.

Tabelle 4: Auflistung der ISDW-Parameter nach ihrer Verfügbarkeit in den ÖWI-Daten und anderen zusätzlichen Datenquellen.

	ISDW-Parameter	Verfügbarkeit
Standortbeschreibende Parameter	Seehöhe	A2.3, B3
	Hangneigung	A2.3, B3
	Schneeregion	B3
	Schneehöhe	B3
	Potentielle natürliche Waldgesellschaft	A2.2
	Wasserhaushalt	A2.2
	Hydrologische Bodenklasse	B2.3
	Reliefklasse	A2.2
	Bodenrauigkeit	A1
	Steindurchmesser	A2.2
	Steinschlagaktivität	B2.3
	Rutschungstyp	A2.2
	Rutschungsintensität	C
Vegetations- und bestockungsbeschreibende Parameter	Textur und Gefüge	B1.2
	Kollektivstruktur	A2.2
	Deckungsgrad Bodenvegetation	A2.3
	Überschirmungsgrad Jungwuchs	A2.3
	Überschirmungsgrad Baumschicht	A2.2
	Mittelhöhe Jungwuchs	B2.3
	Wuchsklassenanteile von Stangen-, Baum-, und Starkholz	A2.1
	Durchmesserstruktur Baumholz	A2.3
	Stammzahl Baumschicht	A2.3
	Artanteile Jungwuchs	A2.3
	Artanteile Baumschicht	A2.3
	Maximale Lückenbreite und -länge	A2.1
	Vorhandensein von liegendem Totholz in Lücken	A2.2
	Beeinträchtigungen des Jungwuchses	B2.1
	Instabilität von Dickung und Stangenholz	B2.1
	Instabilität von Baum- und Starkholz	B2.1
	Überalterung-Verjüngungsmangel	B2.2
Vorhandensein einer Kalamitätsfläche	B2.2	

Für eine übersichtlichere Darstellung der Verfügbarkeit der ISDW-Parameter aus den ÖWI-Daten wurden die Anzahlen in den Gruppen nach dem generellen Vorhandensein, der Ähnlichkeit der Parameter und nach den notwendigen Adaptionen dargestellt. Abbildung 1 zeigt zunächst die prozentuelle Anteile der 31 Parameter mit direkt entsprechenden ÖWI-Variablen, mit nicht direkt entsprechenden, aber stellvertretenden Variablen, mit nicht direkt entsprechenden, aber zusätzlichen Datenquellen, und Parameter für die keine Daten vorhanden sind.

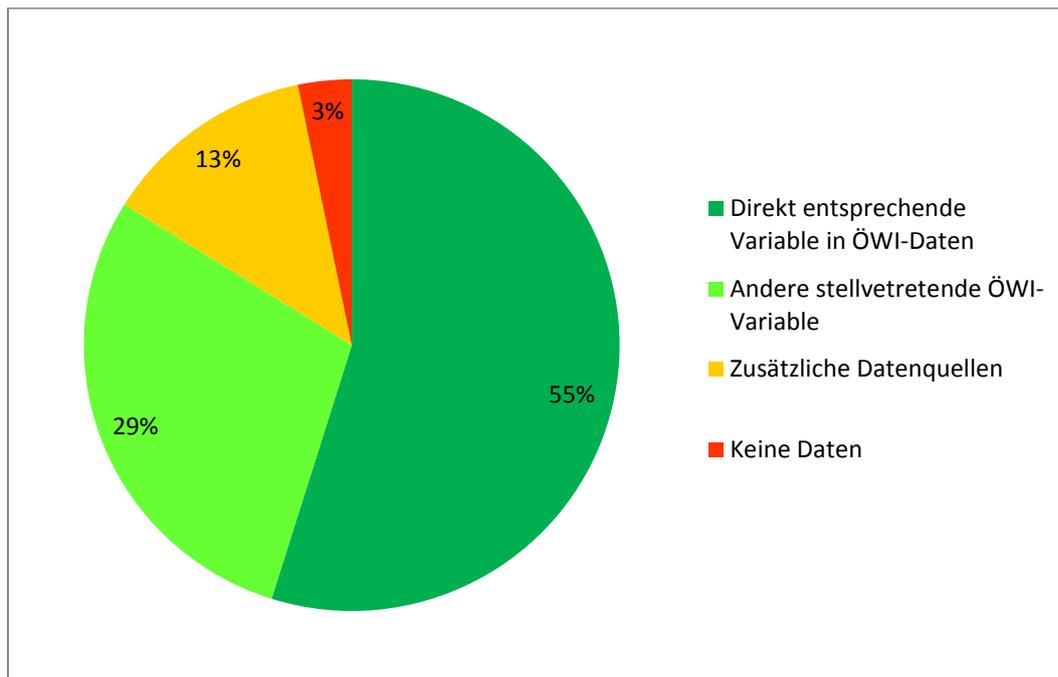


Abbildung 1: Die ISDW-Parameter nach ihrem generellen Vorhandensein.

Die Ähnlichkeit der ISDW-Parameter mit den aus den ÖWI-Daten und zusätzlichen Datenquellen korrespondierenden Variablen ist in Abbildung 2 ersichtlich.

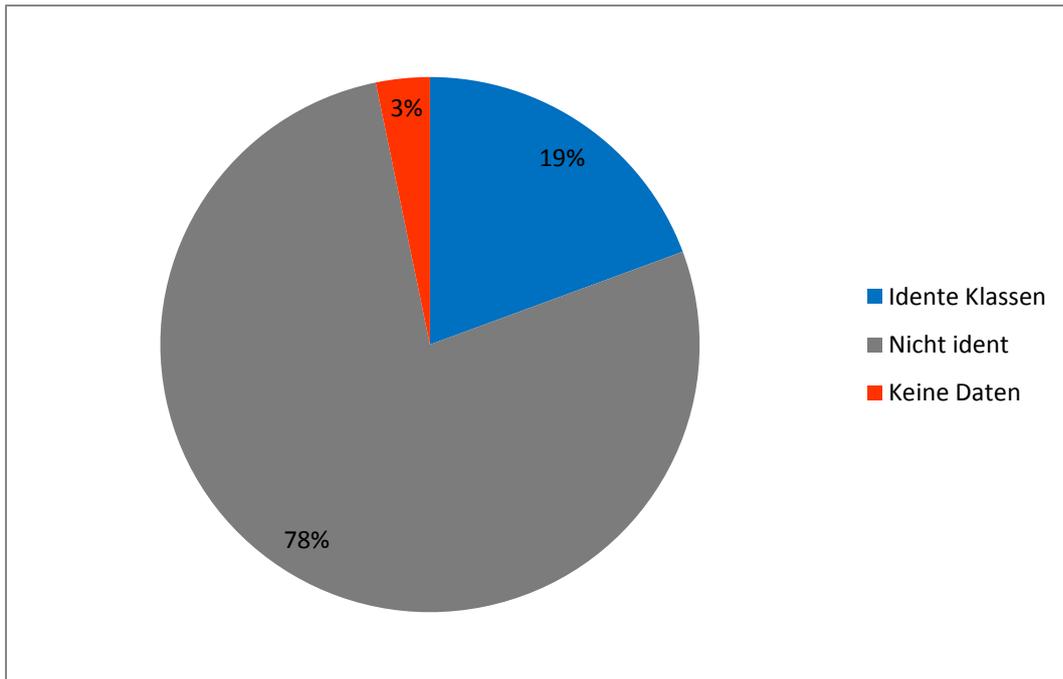


Abbildung 2: Die ISDW-Parameter nach ihrer Ähnlichkeit mit den korrespondierenden Variablen aus den ÖWI-Daten oder zusätzlichen Datenquellen.

Abbildung 3 zeigt mit der Zuteilung der Parameter zu den Gruppen „Keine Adaption“, „Einfache Adaption“ und „Aufwendige Adaption“ ob und wie umfangreiche Datenadaptionen vorgenommen wurden.

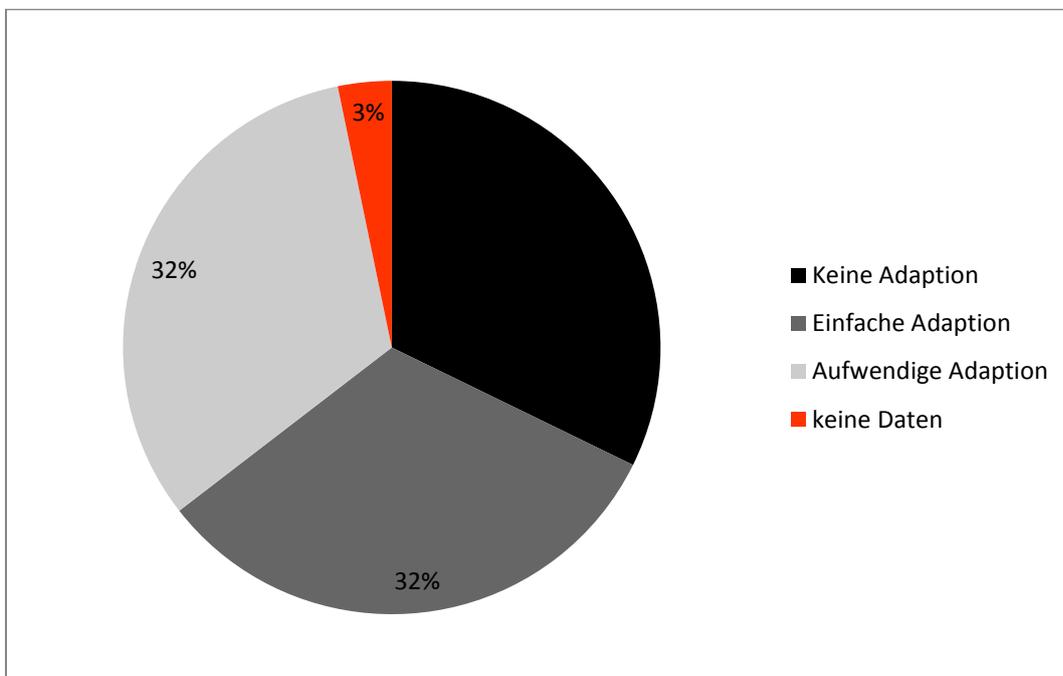


Abbildung 3: Die ISDW-Parameter nach den durchgeführten Adaptionen.

Weiters wurde beurteilt, ob und in welchem Ausmaß, durch die Anwendung des Modellkalkulators und die erforderliche Adaption der ÖWI-Daten, Informationseinbußen in Kauf genommen werden mussten. Diese entstehen beispielsweise durch Zuteilung von ein und derselben ÖWI-Klasse zu zwei oder mehreren detaillierteren Kategorien der ISDW-Parameter. Als anderes Beispiel kann der Fall genannt werden, dass ISDW-Parameter inhaltlich zum Teil, oder gänzlich nicht abgedeckt werden können. Derartige Informationseinbußen wurden für 12 Parameter in unterschiedlichem Ausmaß, von gering bis hoch, festgestellt. Davon können für die Parameter Potentielle natürliche Waldgesellschaft, Reliefklasse, Wuchsklassenanteile Stangenholz und Maximale Lückenbreite und –länge die Informationseinbußen als gering eingestuft werden. Für die Parameter Steindurchmesser, Rutschungstyp, Mittelhöhe Jungwuchs, Beeinträchtigung des Jungwuchses, Instabilität Dichtung und Stangenholz und Instabilität Baumholz und Starkholz wird der Informationsmangel als mittel eingeschätzt. Für die Parameter Steinschlagaktivität und Rutschungsintensität wird das Informationsdefizit als hoch bewertet. Abbildung 4 zeigt die Beurteilung der Parameter danach, ob durch deren Adaption für den Modellkalkulator Informationsdefizite entstehen und welches Ausmaß diese aufweisen. Fragen der Genauigkeit und der Relevanz der Parameter für die Beurteilung der Schutzwirkung wurden für diese Einstufung nicht berücksichtigt, lediglich ob der betreffende Parameter inhaltlich aus den ÖWI-Daten oder zusätzlichen Datenquellen abgedeckt werden kann.

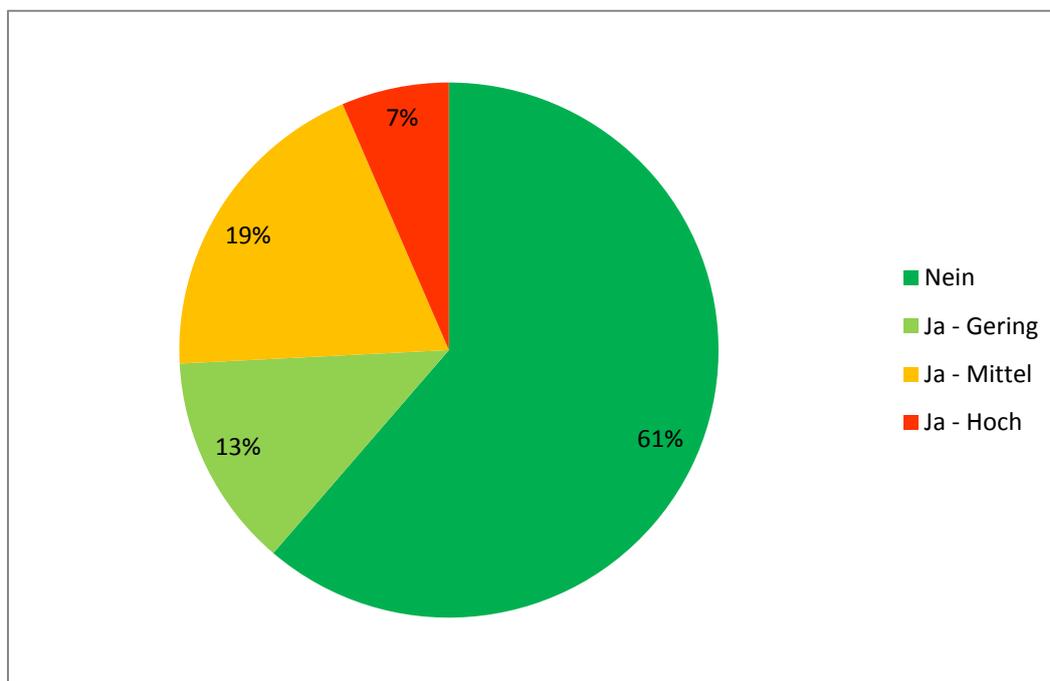


Abbildung 4: Die ISDW-Parameter nach dem Vorliegen von Informationsdefiziten durch die Adaption.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die ÖWI den Datenbedarf für den Modellkalkulator inhaltlich gut abdeckt, obwohl für die einzelnen Parameter auf die jeweiligen Unterschiede hinzuweisen ist. Lediglich ein ISDW-Parameter (Rutschungsintensität) kann von der ÖWI und auch anderen zusätzlichen Datenquellen zur Gänze nicht abgedeckt werden. Für alle anderen Parameter existieren in den ÖWI-Daten, oder aus zusätzlichen Datenquellen eine oder mehrere direkt entsprechende, oder stellvertretende Variablen, für die Adaptionen in unterschiedlichem Umfang erforderlich waren, um die Verwendung im Modellkalkulator zu ermöglichen. Die durchgeführten Adaptionen sind in folgenden Abschnitt für jeden einzelnen Parameter beschrieben.

### **3.2 Adaption der ÖWI-Kriterien an ISDW und Programmierung**

Entsprechend dem Datenbedarf des Modellkalkulators wurden die erforderlichen und möglichen Anpassungen vorgenommen. Für manche Parameter konnte direkt eine entsprechende ÖWI-Variable übernommen werden, für andere waren Zusammenfassungen von Kategorien oder Aufteilungen von Kategorien notwendig, um die Eingangsdaten für den Modellkalkulator bereitzustellen. Für einige weitere Parameter mussten aufwendigere Herleitungen umgesetzt werden. Welche Anpassungen konkret durchgeführt wurden, ist in der nachfolgenden Auflistung der Parameter beschrieben. Dabei wird auch darauf verwiesen, für welche Parameter zusätzliche Datenquellen verwendet worden waren.

#### 3.2.1 Standortsbeschreibende Parameter

**Seehöhe:** Der Modellkalkulator benötigt 10 m – Stufen, von der ÖWI wird die Seehöhe jedoch in 100 m – Stufen erhoben. Deshalb wurden für Ermittlung von 10 m – Stufen zusätzliche Datenquellen herangezogen (siehe Abschnitt 3.3).

**Hangneigung:** Die Hangneigungsklassen des Modellkalkulators und der ÖWI stimmen näherungsweise zwar überein, jedoch wurde mit zusätzlichen Datenquellen eine den ISDW-Klassen entsprechende Zuordnung ermöglicht (siehe Abschnitt 3.3).

**Schneeregion:** Die Abgrenzung der Schneeregionen erfolgt in ISDW nach den Schneehöhen und Schneebedeckung nach Schöner und Mohnl (2003) im Hydrologischen Atlas Österreich und der Wuchsgebietsgliederung nach Kilian et al. 1994. Aus der ÖWI liegt nur die Zuordnung der Probeflächen zu den Wuchsgebieten vor. Um eine Zuordnung der Probeflächen zu den Schneeregionen zu ermöglichen, wurden zusätzliche Datenquellen herangezogen (siehe Abschnitt 3.3).

**Schneehöhe:** ISDW unterscheidet 5 Klassen der lokalen durchschnittlichen maximalen Schneehöhe für die Periode 1961-1990. Diese Information wird nicht durch die ÖWI bereitgestellt, sondern musste mit einer zusätzlichen Datenquelle abgedeckt werden (siehe Abschnitt 3.3).

**Potentielle natürliche Waldgesellschaft:** Die Zuteilung zu einer PNWG erfolgt in ISDW nach einem Schlüssel, der im Wesentlichen der ÖWI entspricht, nur dass diese sieben zusätzliche Waldgesellschaften unterscheidet. Diese können aber verwandten Waldgesellschaften zugeteilt werden und somit in die vom Modellkalkulator verwendete Klassifikation überführt werden. Für die Adaption wurden der Schwarzerlen-Bruchwald dem Schwarzerlen-Eschenwald zugeordnet, der Bacheschenwald dem Schwarzerlen-Eschenwald, Latschengebüsche entweder dem Lärchen-Zirbenwald, dem Lärchenwald oder dem Subalpinen Fichtenwald, Grünerlengebüsch dem Lärchenwald oder dem Subalpinen Fichtenwald zugeordnet. Diese Zuteilung entspricht im Wesentlichen dem ISDW-Handbuch, für Latschen und Grünerlen konnte allerdings keine Unterscheidung von Pionierphasen und Dauerwaldgesellschaften vorgenommen werden.

**Wasserhaushalt:** Die ÖWI unterscheidet 5 Wasserhaushaltsklassen, während ISDW drei Klassen, nämlich trocken, frisch und feucht unterscheidet. Durch Zusammenfassung der Klassen trocken und mäßig trocken, sowie der Klassen sehr frisch und feucht erhält man aus den ÖWI-Daten die benötigten drei Klassen für den Modellkalkulator.

**Hydrologische Bodenklasse:** In ISDW stellt die hydrologische Bodenklasse eine kombinierte Klassifikation der potenziellen Niederschlags-Einsickerungs- und Speichereigenschaften des Bodens in Bezug zu den hydrologischen Fähigkeiten des Waldes dar. Abhängig von den Bodeneigenschaften erfolgt zunächst eine 5-stufige Zuteilung zu Hauptgruppen je nachdem wie sehr der Standort zum Oberflächenabfluss neigt, wobei die Klassen von „hohe Infiltrationsrate und mittlere bis hohe Speicherkapazität“, „hohe Infiltrationsrate und geringe Speicherkapazität“, „mittlere Infiltrationsrate und mittlere bis hohe Speicherkapazität“, „geringe Infiltrationsrate und mittlere bis hohe Speicherkapazität“ bis zu „geringe Infiltrationskapazität und geringe Speicherkapazität“ reichen. Eine weitere Aufgliederung erfolgt dann nach der Gründigkeit und dem Grobskelettanteil der Böden. Die ÖWI erfasst auf jeder Teilfläche die Bodengruppe. Anhand dieser Information wurde eine erste Zuteilung in die 5 Hauptgruppen durchgeführt. Für die Differenzierung innerhalb der Hauptgruppen wurden weitere ÖWI Parameter herangezogen: Wasserhaushalt, Gründigkeit (seicht bzw. mittel-tiefgründig), Mächtigkeit der Humusschicht, Grobskelettanteil, Bodenart, Bodenbewegung (Erosion) und Relief. Für die Bindigkeit der Böden wurde die 13-teilige Skala zur Bodenart der ÖWI-Erhebung nach „nicht bindig“ (1-6) und „bindig“ (7-13) zusammengefasst. Die Beschreibung des Grobskelettgehaltes erfolgt in 10% Stufen, wobei ab einem Grobskelettanteil von 50% diese Böden der ISDW-Kategorie  $\geq \frac{1}{2}$  Grobboden zugewiesen wurde. Der ISDW-Parameter der hydrologischen Bodenklasse kann damit gänzlich aus den Daten der ÖWI abgeleitet werden.

**Reliefklasse:** Für die Beschreibung der Geländeausbildung im Hinblick auf die Lawinenanbruchs- und Steinschlaggefährdung verwendet der Modellkalkulator 4 Klassen und die ÖWI drei Klassen. Die ISDW-Klassen 1 und 2 entsprechen zusammengefasst der ÖWI-Klasse 1, können also als Unterklassen einer gemeinsamen von der ÖWI erhobenen

Klasse angesehen werden. Durch Zuteilung der Klasse „Stark unregelmäßiges Gelände“ zu den ISDW-Klassen 1 und 2 können die ÖWI-Daten an den Modellkalkulator angepasst werden. Die ISDW-Klasse 1 wird als rippen- und runsenartig beschrieben, daher wurden alle Teilflächen in den Betriebsarten des Anderen Holzbodens falls in Lawinengängen, Runsen und Rinnen lagen, der ISDW-Klasse 1 zugeordnet.

**Bodenrauigkeit:** Die Ansprache des Kleinreliefs erfolgt in ISDW und der ÖWI in 4 Klassen die zudem ident sind. Deshalb kann diese ÖWI-Variable ohne Anpassungen übernommen werden.

**Steindurchmesser:** ISDW unterscheidet 6 Größenklassen, während die ÖWI 5 Klassen unterscheidet. Die ÖWI beurteilt für den Fall, dass keine Steine vorhanden sind, ob Schäden sichtbar sind oder nicht als eigene Klassen. Hingegen fasst die ÖWI vorhandene Steine aus Steinschlag in breitere Durchmesserklassen zusammen. Durch Zusammenfassung von Klassen beziehungsweise Zuordnung von breiteren Durchmesserklassen zu detaillierter aufgegliederten Klassen kann die Übereinstimmung von ISDW und ÖWI hergestellt werden.

**Steinschlagaktivität:** ISDW unterscheidet 4 Klassen nach dem Vorliegen eines Entstehungsgebietes oberhalb der Fläche und nach der Aktivität, die sich im Vorhandensein von Steinschlagspuren (Ausbrüche, Schäden oder Ablagerungen) äußert. Die ÖWI-Daten enthalten lediglich Informationen zu Steinschlagschäden, nicht aber zum Vorliegen eines Entstehungsgebietes. In ISDW werden die vorhandenen Steinschlagspuren danach unterschieden, ob sie älter oder frisch sind, während die ÖWI die Häufigkeit von Steinschlagschäden erhebt. Während die Häufigkeit von Steinschlagschäden als Indikator für die Steinschlagaktivität herangezogen werden kann, mussten zur Abdeckung der fehlenden Information über Entstehungsgebiete stellvertretende ÖWI-Variablen herangezogen werden. Dazu wurden aus den Variablen Relief, Hangneigung und Wuchsgebiet alle jene Kategorien ausgewählt, in denen die Wahrscheinlichkeit für Auftreten von Steinschlägen über 10 % lag. Traf dies zu, wurde davon ausgegangen, dass ein Entstehungsgebiet vorliegt.

**Rutschungstyp:** ISDW unterscheidet bei den Rutschungstypen die 3 Kategorien „Spontane Hangrutschung“, „Runsen-, Rinnen-, Grabenerosion“ und „Permanente Rutschung“. Im Rahmen der ÖWI wird erhoben, ob Hangbewegungen auf der Probefläche feststellbar sind. Unterschieden wird dabei zwischen Rutschungen und Erosion. Für den Modellkalkulator wäre als Datengrundlage eine methodisch einheitlich erstellte Rutschungsdispositions-karte erforderlich, die es für Österreich noch nicht gibt. Die Grunddisposition für eine Rutschung hängt im Wesentlichen von Standortseigenschaften wie dem Grundgestein, Hangneigung, Hydrologie, Vegetation und menschlichen Eingriffen z.B. bauliche Tätigkeiten ab. Darüber hinaus muss ein auslösender Mechanismus wie z.B. Starkniederschlag, Schneeschmelze, Erschütterung oder Auftauen des Bodens einwirken, um den Hang in Bewegung zu bringen. Erst eine Kombination von Standortseigenschaften und Auslöser kann schlussendlich eine Rutschung auslösen. Es wurde auch überlegt, zusätzliche Datenquellen für die Herleitung der

Rutschungsgefährdung heranzuziehen. Aus den geologischen Karten könnten z.B. die Flyschstandorte als potenziell rutschungsgefährdet eingestuft werden. Ebenso könnten über die Gefahrenzonenpläne der Wildbach- und Lawinenverbauung zusätzliche Informationen über Rutschungen generiert werden, sofern ÖWI Punkte in diesen Gebieten liegen. Um eine einheitliche Vorgangsweise für die gesamte Waldfläche sicherzustellen, wurde für den Modellkalkulator nur die Klassifizierung nach der ÖWI herangezogen.

**Rutschungsintensität:** Der Modellkalkulator unterscheidet bei der Rutschungsintensität die Stufen 0 - keine Rutschung, 1 - kleine (schwach aktive oder kleine Rutschung), 2 - mittlere (mäßig aktive oder mittelgroße Rutschung) und 3 - starke Rutschung (sehr aktive oder große Rutschung). Ein wesentliches Kriterium dieser Klassifizierung stellt die Tiefe der Rutschung und die Rutschmasse dar. Zu diesem Parameter liegt in den ÖWI-Daten keine entsprechende Variable vor. Auch aus den anderen zusätzlichen Datenquellen war diese Information nicht zu generieren. Es gilt hier ähnliches wie für den Rutschungstyp. Eine methodisch einheitlich erstellte Rutschungsdispositionskarte wäre hier eine erforderliche und hilfreiche Datengrundlage. Für die Anwendung des Modellkalkulators wurde die Rutschungsintensität für Erosion der Stufe 2 und Rutschung auf Stufe 3 gesetzt, da nach Analysen der Modellogik, diese Eingangsparameter die sinnvollsten Rückgabewerte lieferte.

### 3.2.2 Vegetations- und bestockungsbeschreibende Parameter

**Textur und Gefüge:** Dieses ISDW Merkmal beinhaltet mehrere Aspekte, nämlich das Vorliegen einer Freifläche (Nichtwald oder Blöße), das Vorliegen von Strauchwald, Ausschlagwald oder Hochwald und im Falle des letzteren auch die Größe und Schichtigkeit des Bestandes. Aus den ÖWI-Daten können die erforderlichen Informationen aus den Betriebsarten und dem Bestandesaufbau abgedeckt werden, hinsichtlich der Bestandgröße musste ein partielles Informationsdefizit in Kauf genommen werden.

**Kollektivstruktur:** Der Modellkalkulator benötigt die Unterscheidung von Einzelbaumstruktur und Rotten- oder Gruppenstruktur. Aus den ÖWI-Daten kann mit der Ansprache der Bestandesform dieser Parameter abgedeckt werden. Dabei wurden die Ausprägung „Trupps oder Gruppen“ der Rotten- oder Gruppenstruktur zugeordnet und die Ausprägungen „Gleichförmig“ und „Einzelindividuen“ der Einzelbaumstruktur.

**Deckungsgrad Bodenvegetation:** Der Modellkalkulator benötigt den Deckungsgrad von Gehölzen < 10-30 cm und von Moosen, Farnen, Kräuter, Gräser und Zwergsträucher unabhängig von deren Höhe. Die ÖWI führt eine umfangreiche Holzgewächserhebung durch, definiert die Krautschicht aber mit einer Höhe von bis zu 130 cm. Zusätzlich wurde in der letzten ÖWI-Periode auch eine detailliertere Erhebung der Krautschicht nach Bolte vorgenommen, die eine Untergliederung entsprechend des Modellkalkulators ermöglicht. Da diese Erhebungen nur auf einem ausgewählten Teil der Probeflächen gemacht worden war,

musste die Aufgliederung für Gehölze auf Flächen ohne Erhebung umgelegt werden. Dazu wurden die Merkmale Bestandesdichte, das Vorhandensein und Abundanz in der Vorperiode 2000-2002 und die Baumart herangezogen.

**Überschirmungsgrad Jungwuchs:** Ähnlich wie für die Bodenvegetation, musste auch für den Jungwuchs, der in ISDW mit einer Höhe von 10-30 cm bis 500 cm festgelegt ist, eine Adaption der ÖWI-Daten vorgenommen werden. Die Krautschicht der Holzgewächserhebung ist mit einer Höhe von bis zu 130 cm festgelegt und die Strauchschicht mit einer Höhe von 131 cm bis 500 cm. Es war also die Strauchschicht um jenen Teil zu erweitern, der zwischen 10-30 cm und 130 cm liegt. Dabei wurde jener Teil der Gehölze der Krautschicht, der nicht dem Deckungsgrad der Bodenvegetation zugerechnet wurde (siehe vorheriger Absatz), dem Jungwuchs zugeteilt.

**Überschirmungsgrad Baumschicht:** In ISDW ist die Baumschicht mit einer Höhe von über 500 cm festgelegt. Das entspricht der Definition der ÖWI für die Holzgewächserhebung. Deshalb konnte der Überschirmungsgrad der Baumschicht ohne Adaption entsprechend der vom Modellkalkulator erforderlichen Überschirmungsstufen gebildet werden.

**Mittelhöhe Jungwuchs:** ISDW unterscheidet für die Mittelhöhe des Jungwuchses 7 Klassen. Die ÖWI führt eine detaillierte Holzgewächserhebung nach Bestandesschichten durch, die in der Periode 2007/09 um die Erhebung nach Bolte, eine zusätzlich unterteilte Erhebung der Krautschicht nach Höhenklassen, erweitert wurde. Aus diesen Daten wurde die mittlere Höhe ermittelt, wobei wegen des Fehlens einer zusätzlichen Höhenklassenuntergliederung der Strauchschicht der Datenbedarf des Modellkalkulators nicht vollständig erfüllt werden konnte.

**Wuchsklassenanteile an der Baumschicht von Stangenholz, Baumholz und Starkholz:** In ISDW entsprechen diese Wuchsklassenanteile den Zehntelanteilen von Stangenholz, Baumholz und Starkholz an der Baumschicht. Von der ÖWI werden dementsprechende Ansprachen der Wuchsklassen auf den Probestflächen durchgeführt. Bei Stangenholz gibt es geringfügige Unterschiede, zumal es von ISDW mit einer Höhe von 500 cm als Untergrenze und von der ÖWI mit einem mittleren Bhd von 10,5 cm als Untergrenze festgelegt ist. Dieser Unterschied ist vernachlässigbar, unter anderem weil die ÖWI die Wuchsklassenansprache auf Basis eines mittleren Bhd vornimmt, und weil die Ansprache der Anteile in Zehntelstufen erfolgt.

**Durchmesserstruktur Baumholz:** Für die Angabe der Durchmesserstruktur des Baumholzes gibt der Modellkalkulator 4 Klassen vor, je nachdem ob kein oder wenig Baumholz, schwaches, schwaches und starkes, oder starkes Baumholz vorhanden ist. Aus der Probestammerhebung der ÖWI liegen für den Ertragswald umfangreiche Daten vor anhand derer eine Zuteilung zu den 4 Klassen möglich ist. In der ÖWI-Periode 2007-2009 wurden im Schutzwald außer Ertrag und auf Strauchflächen Winkelzählproben mit Zuordnung der

Probestämme zu Höhenklassen gemacht. Aus diesen Daten lässt sich der Bhd auch für die Bäume im Schutzwald außer Ertrag und auf Strauchflächen schätzen und eine Zuteilung zu den ISDW-Klassen vornehmen.

**Stammzahl Baumschicht:** In ISDW werden Gehölze mit einer Höhe > 500 cm zur Baumschicht gezählt und die Stammzahlen pro Hektar in 23 Stammzahlklassen angegeben. Sträucher und strauchartig wachsende Bäume sind für die Bestimmung der Stammzahl nicht zu berücksichtigen. Aus den Probestammdaten der ÖWI für den Ertragswald und die Winkelzählproben im Schutzwald außer Ertrag und auf Strauchflächen lässt sich die Stammzahl pro Hektar entsprechend ISDW ermitteln.

**Artanteil Jungwuchs:** In ISDW wird der Baumartenanteil in 10 prozentuellen Stufen angegeben, wobei die von Jungwuchs überschirmte Fläche 100 % gleichgesetzt wird. Die ÖWI verfügt über eine detaillierte Holzgewächserhebung nach Bestandesschichten. Aus den Daten für die Kraut- und Strauchschicht lassen sich die Baumartenanteile nahezu entsprechend des Modellkalkulators ermitteln, mit dem kleinen und vernachlässigbaren Unterschied, dass die ermittelten Baumartenanteile auch die Höhenklasse der Bodenvegetation (10-30 cm) beinhaltet.

**Artanteile Baumschicht:** Die Angabe der Baumarten an der Baumschicht erfolgt in ISDW in 10 Stufen an der von der Baumschicht überschirmten Fläche. Aus der Holzgewächserhebung der ÖWI lassen sich die Artanteile in Übereinstimmung mit ISDW ermitteln.

**Maximale Lückenbreite, -länge:** In ISDW wird die maximale Lückenbreite quer zu Fallrichtung und die Lückenlänge in Fallrichtung gemessen. In Abhängigkeit von der Breite und Länge wird 5-, 10- oder 50-Meter-Stufen aufgerundet. Von der ÖWI werden Freiflächen ebenfalls erhoben, allerdings werden die Länge und Breite nicht in oder quer zur Fallrichtung gemessen, auch nicht aufgerundet, und entsprechend ihrer Ausrichtung erhoben, wobei diese mittels Nordwinkel bestimmt wird. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Erfassung gemäß ISDW und ÖWI nur zu geringen Unterschieden führen, wurden die Längen- und Breitenangaben aus der ÖWI direkt übernommen.

**Liegendes Totholz in Lücken:** In ISDW wird unterschieden, ob auf Lücken und bei geringem Überschirmungsgrad ausreichend Totholz als schutzwirksames Merkmal vorhanden ist. Die ÖWI hingegen erhebt die sekundäre Rauigkeit in 4 Klassen, die sich in der Höhe über dem Boden unterscheiden. Dabei wird die vorwiegende Klasse angegeben. Um die ÖWI-Ansprache an den Modellkalkulator zu adaptieren, wurden die unterste Klasse der ISDW-Kategorie „vermutlich nicht ausreichend“ und die restlichen Klassen der ISDW-Kategorie „vermutlich ausreichend“ zugeordnet.

**Beeinträchtigung des Jungwuchses:** In ISDW wird neben der momentanen Schutzwirkung auch die Nachhaltigkeit dieser Schutzwirkung beurteilt. Als Merkmal wird dafür die bereits vorhandene oder drohende Entwicklung zu instabilen Kollektiven in 4 prozentuellen Klassen des von Instabilität betroffenen Flächenanteils des Jungwuchses (<15%, 15-30%, 31-60%, >60%) herangezogen. Von der ÖWI liegen einerseits die Anteile der Wuchsklassen von Jugend I und Jugend II und andererseits die Bestandesstabilität vor, die eine Risikobeurteilung (<10%, 10-30%, 31-50%, >50%) für Funktionsmängel in den nächsten 20 Jahren darstellt. Bei der Adaption an den Modellkalkulator ergeben sich Unschärfen, da in ISDW Flächenanteile, von der ÖWI jedoch das Risiko angesprochen wird. Außerdem ist in ISDW Jungwuchs mit einer Höhe von 10-30 bis 500 cm definiert, während in der ÖWI die Jugend II mit einer Bhd-Obergrenze von 10,4 cm festgelegt ist. Die Unterschiede in der Ansprache wurden aber toleriert, da beide Ansprachen auf einer sehr ähnlichen Intention beruhen und der Unterschied in den Wuchsklassen gering ist.

**Instabilität Dickung/Stangenholz:** Wie für Jungwuchs wird in ISDW auch für Dickung und Stangenholz neben der momentanen Schutzwirkung auch die Nachhaltigkeit dieser Schutzwirkung in 4 prozentuellen Instabilitätsklassen (<15%, 15-30%, 31-60%, >60%) beurteilt. Von der ÖWI liegen einerseits die Anteile der Wuchsklasse Stangenholz und andererseits die Bestandesstabilität vor, die eine Risikobeurteilung (<10%, 10-30%, 31-50%, >50%) für Funktionsmängel in den nächsten 20 Jahren darstellt. Bei der Adaption an den Modellkalkulator ergeben sich Unschärfen, da in ISDW Flächenanteile, von der ÖWI jedoch das Risiko angesprochen wird. Außerdem, ist im ISDW-Handbuch der Begriff Dickung nicht genau festgelegt, weshalb für die Adaption die Wuchsklasse Stangenholz verwendet wurde.

**Instabilität Baum/Starkholz:** Wie für Dickung und Stangenholz wird in ISDW auch für Baum- und Starkholz neben der momentanen Schutzwirkung auch die Nachhaltigkeit dieser Schutzwirkung in 4 prozentuellen Instabilitätsklassen (<15%, 15-30%, 31-60%, >60%) beurteilt. Von der ÖWI liegen einerseits die Anteile der Wuchsklassen Baumholz I, Baumholz II und Starkholz und andererseits die Bestandesstabilität vor, die eine Risikobeurteilung (<10%, 10-30%, 31-50%, >50%) für Funktionsmängel in den nächsten 20 Jahren darstellt. Bei der Adaption an den Modellkalkulator ergeben sich Unschärfen, da in ISDW Flächenanteile, von der ÖWI jedoch das Risiko für die kommenden 20 Jahre angesprochen wird. Eine quantitative Einschätzung der Unschärfe ist aufgrund der unterschiedlichen Ansprachen schwierig, wurde aber toleriert da beide Ansprachen auf einer sehr ähnlichen Intention beruhen.

**Überalterung – Verjüngungsmangel:** ISDW unterscheidet für verjüngungsnotwendige Baum- und Starkholzbestände 4 Klassen von Flächenanteilen mit nicht ausreichender, gesicherter Verjüngung. Die ÖWI erhebt auf den Probe- und Teilflächen die Wuchsklassen und führt eine umfangreiche Verjüngungserhebung mit Ansprache der Verjüngungsnotwendigkeit und dem Vorhandensein von Verjüngung durch. Daraus lassen sich alle in Baum- und Starkholz

gelegenen Probe- und Teilflächen bestimmen und aus der Verjüngungserhebung die Klassen entsprechend von ISDW abbilden.

**Vorhandensein einer Kalamitätsfläche:** ISDW unterscheidet 4 Klassen prozentueller Flächenanteile für vorhandene Kalamitätsflächen. Die ÖWI erhebt im Zuge der Wuchsklassenansprache die Anteile von Blößen, Lücken und Jugend I an der Probefläche in Zehntel. Zusätzlich wird das Merkmal der Freiflächenentstehung angesprochen, das die Klassen „Windwurf“ und „Andere Naturereignisse“ enthält. Somit kann aus dem Flächenanteil von Blößen, Lücken und Jugend I und deren Entstehung eine Zuteilung zu den Kategorien dieses ISDW-Parameters erfolgen. Die Angabe Flächenanteile entspricht nicht ganz der ÖWI, da diese gerundete Zehntel anspricht, während ISDW die prozentuellen Flächenanteile in Kategorien zusammenfasst. Dadurch ergeben sich Zuordnungsunterschiede, die bei 5 % Flächenanteil liegen. Dieser Unterschied kann aber als tolerabel eingestuft werden.

### 3.2.3 Programmierung

Die beschriebenen Adaptionen wurden für Variable die aus den ÖWI-Daten verfügbar sind, in der Datenbank als SQL-Scripts umgesetzt, deren Ergebnisse stets Tabellen mit adaptierten Parametern für Probe- und Teilflächen waren. Wurden zusätzliche Daten verwendet (siehe Abschnitt 3.3), deren Inhalte auf GIS unterstützende Quellen basieren, so wurden diese zunächst mit der Lageinformation der ÖWI-Probeflächen verschnitten und in die Datenbank importiert. Das betrifft die Parameter Seehöhe, Hangneigung, Schneeregion und Schneehöhe. Nach dem Reimport in die Datenbank wurden diese Parameter entsprechend des Datenbedarfs des Modellkalkulators adaptiert. Die Adaption der Parameter beinhaltet in vielen Fällen auch die Klassenbildung nach den in ISDW vorgegebenen Klassen.

### **3.3 Errechnen der fehlenden Daten aus zusätzlichen Datenquellen und Einspielen aller Daten in den Modellkalkulator**

Für einige Parameter des Modellkalkulators wurden andere zusätzliche Datenquellen herangezogen soweit welche vorlagen. Das betrifft die standortsbeschreibenden Parameter Seehöhe, Hangneigung, Schneeregion und Schneehöhe. Zur besseren Beschreibung von Rutschungen wurde ebenfalls nach zusätzlichen Datenquellen recherchiert. Dafür würden die Gefahrenzonenpläne mit den entsprechenden Hinweisbereichen in den in Frage kommen. Da diese jedoch bis dato nicht flächendeckend erfasst und nur angenähert abgegrenzt sind, wurden sie in dieser Arbeit nicht verwendet. Die Vorgangsweise für die Ermittlung und Adaption von Daten aus zusätzlichen Datenquellen ist nachfolgend beschrieben.

**Seehöhe:** Um eine Zuordnung der ÖWI-Probeflächen zu den vom Modellkalkulator vorgegebenen 10 m – Stufen zu ermöglichen, wurden statt den von der ÖWI erhobenen 100 m – Stufen das Digitale Geländemodell für Österreich herangezogen. Das verwendete Geländemodell besitzt eine (resampled) Auflösung von 10 m. Aus dem Digitalen Geländemodell wurden dem Kalkulator entsprechende Seehöhenstufen ermittelt. In Abbildung 5 ist das Digitale Geländemodell ersichtlich.

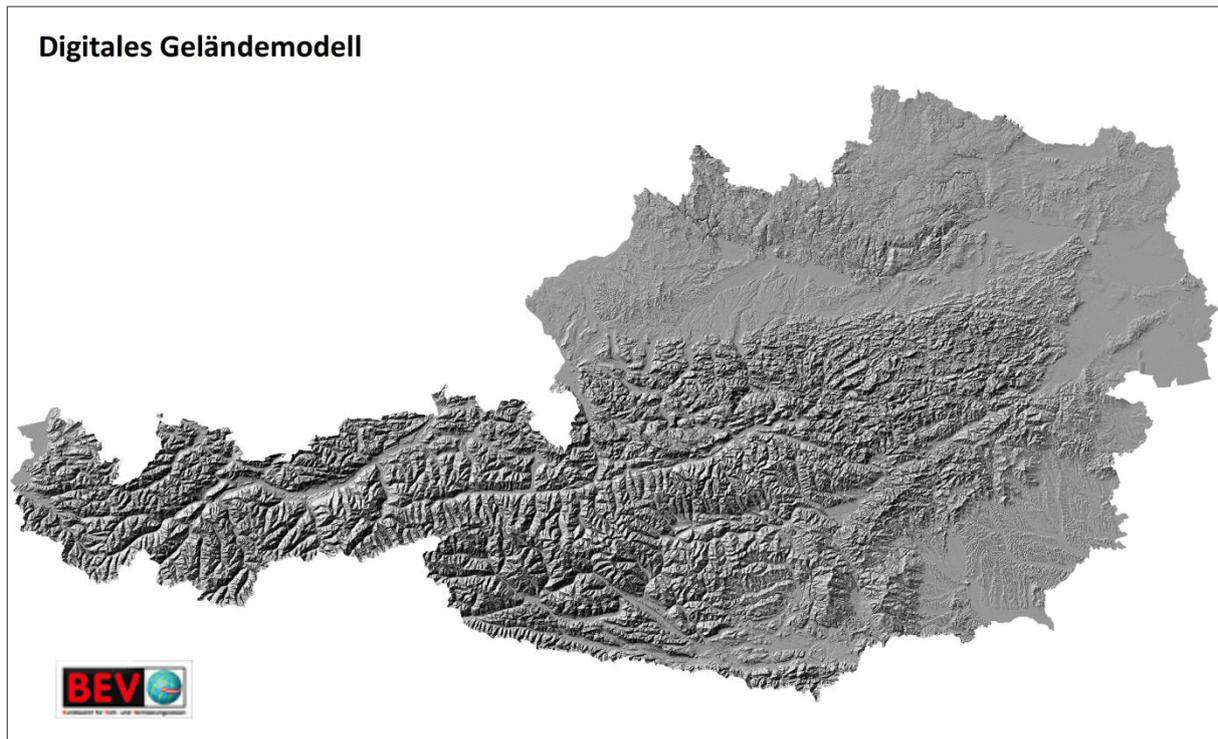


Abbildung 5: Darstellung des Digitalen Geländemodells (Quelle: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen).

**Hangneigung:** Wie für die Seehöhen wurde auch für die Hangneigung das Digitale Geländemodell verwendet um eine ISDW entsprechende Klassifikation zu erhalten. Für jede ÖWI-Probefläche wurde die Hangneigung bestimmt und den Hangneigungsklassen von ISDW zugeteilt. Die Hangneigungen aus dem Digitalen Geländemodell sind in Abbildung 6 dargestellt.

**Schneeregion:** Das ISDW-Handbuch für Detailprojekte (BMLFUW und BFW 2010) enthält eine Kartendarstellung (Abbildung 7) der Schneeregionen von Österreich. Diese wurde digitalisiert, georeferenziert und mit der Lageinformation der Probeflächen verschnitten, sodass jede Probefläche seiner Schneeregion zugeordnet werden konnte.

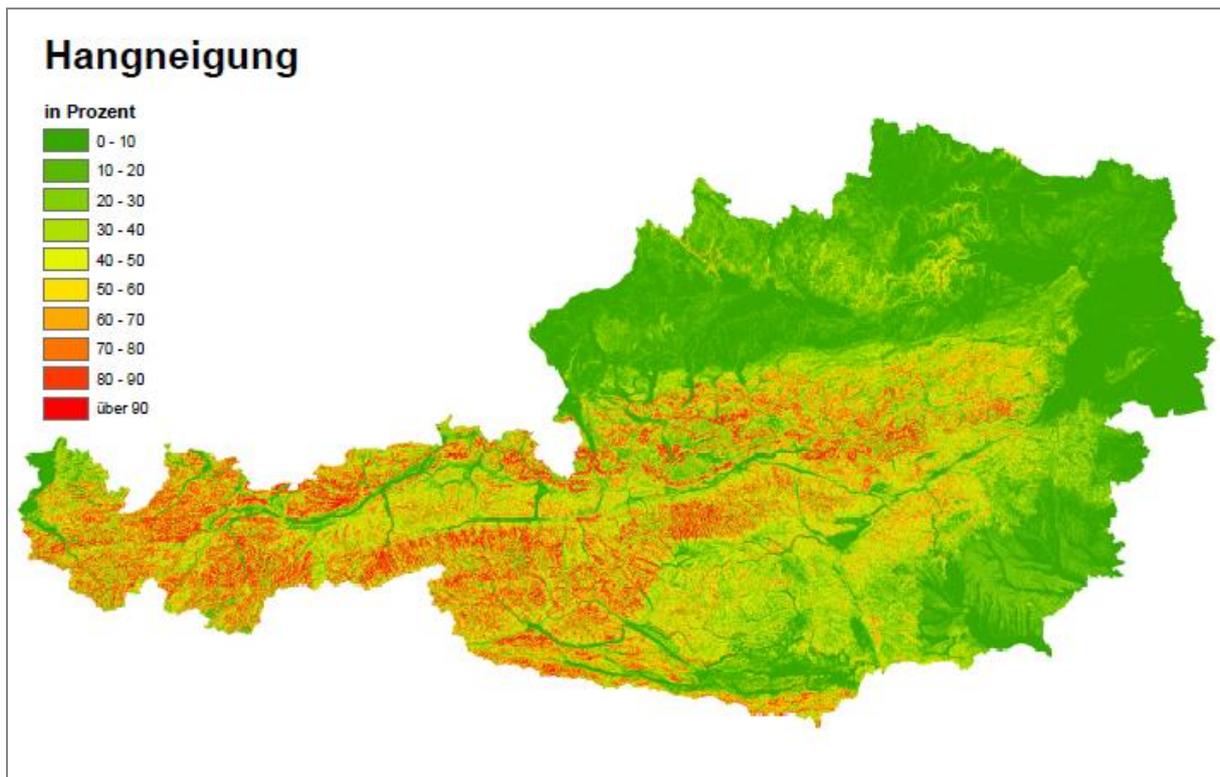


Abbildung 6: Die Hangneigungen aus dem Digitalen Geländemodell.

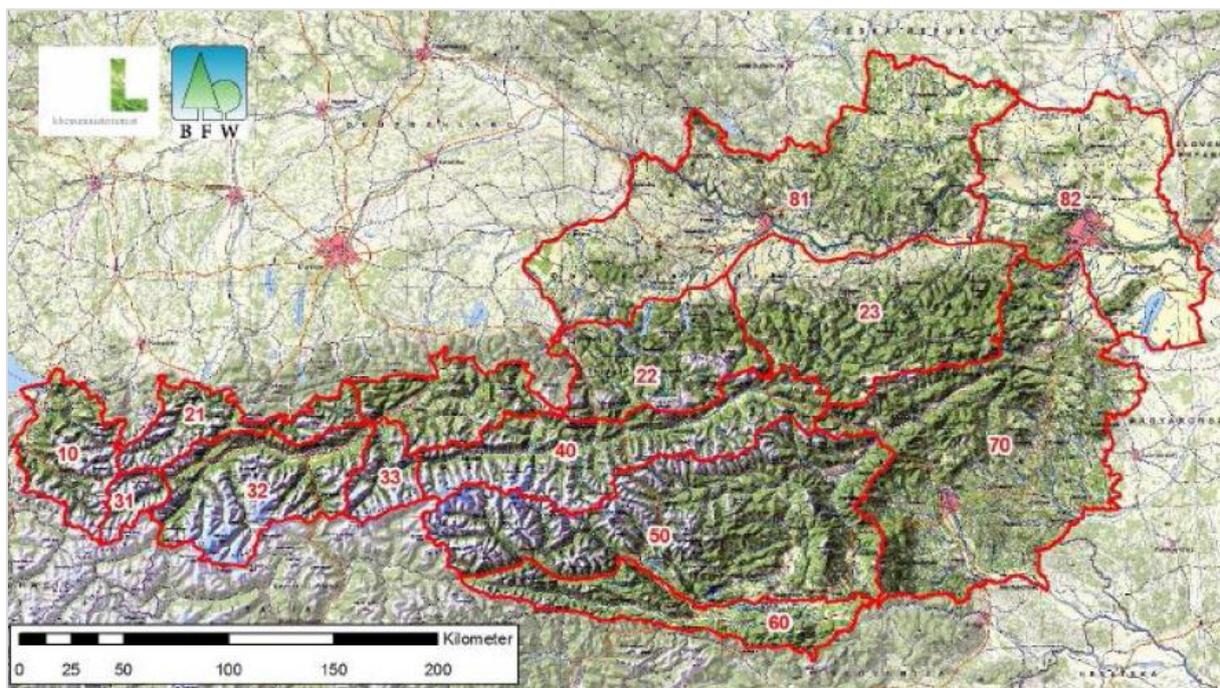


Abbildung 7: Die Schneeregionen in Österreich (nach Perzl (2007) auf Grundlage von Schöner und Mohrl (2003) und Kilian et al. (1994)).

**Schneehöhe:** Der Hydrographische Dienst ermittelt standardmäßig diese durchschnittliche maximale Schneehöhe für 10-jährige Perioden und 30-jährige Klimanormalperioden. Sie ist stark mit der Seehöhe korreliert und wurde in ISDW mit regionalen Regressionen regionalisiert (Perzl 2007, auch beschrieben bei Bauerhansl et al. 2010). Durch Verschneidung der Lageinformation der ÖWI-Probeflächen mit den regionalisierten Schneehöhen wurde für jede Probefläche die lokale durchschnittliche maximale Schneehöhe ermittelt.

Nachdem unter Einbeziehung der zusätzlichen Datenquellen und unter erforderlicher Adaptionen der Parameter der Datenbedarf für den Modellkalkulator soweit wie möglich abgedeckt worden war, wurden die zur Ausführung der Modellkalkulationen erforderlichen Parameter in einer Eingangsdatentabelle zusammengestellt. Diese enthält Werte für alle Probe- und Teilflächen, die sich auf den Betriebsarten Wirtschaftswald, Wälder mit Schutzwirkung mit Holznutzung und Wälder mit Schutzwirkung ohne Holznutzung befinden, begehbar sind und nicht dem sogenannten Anderen Holzboden wie Waldstraßen Holzlagerplätze etc. zuzuordnen sind. Diese Eingangsdatentabelle stand somit als Input zur Ausführung der Modellkalkulationen zur Verfügung.

### **3.4 Flächen mit vorübergehend verringertem Bewuchs**

Wenn im Zuge von Nutzungseingriffen der forstliche Bewuchs verringert oder gänzlich beseitigt wird, ändert sich damit auch vorübergehend die Schutzwirkung am betreffenden Standort. Neben den Veränderungen in der Vegetation und der Bestockung hat das auch Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Schneemenge. Vom Modellkalkulator werden diese vorübergehend geänderten Standortbedingungen nicht als eigenständige Variable berücksichtigt, zumal die Wasserhaushaltsklassen relative grobe Kategorien durchschnittlicher Wasserversorgung darstellen und die Schneehöhe ebenfalls durchschnittliche Maximalwerte über einen 30-jährigen Zeitraum und vermutlich unter Freilandbedingungen beschreibt. Im Gegensatz zu den standortsbeschreibenden Parametern wird die Verringerung des Bewuchses durch nahezu alle vegetations- und bestockungsbeschreibenden Parameter des Modellkalkulators abgebildet. Bei ordinalen Parametern können die Probe- und Teilflächen auf Freiflächen oder gering bestockten Flächen der jeweils niedrigsten Klasse dieses Parameters zugeordnet werden. Nominale Parameter enthalten eine Kategorie für Blößen und niedrige Überschirmungsgrade denen diese Probe- und Teilflächen zugewiesen werden können. Eine Ausnahme bilden die Artanteile im Jungwuchs und Baumschicht, die für Überschirmungsgrade unter 5 % im Kalkulator nicht anzugeben sind.

### 3.5 Ergebnisse und Verbesserung des Kalkulator–Programmes

Aus der Anwendung des Modellkalkulators erhält man eine Beurteilung der Schutzwirkung für die Probeflächen der ÖWI in drei Klassen, die sich mit den Ampelfarben rot, gelb und grün symbolisieren lassen. Der Modellkalkulator errechnet die Schutzwirkung für die Gefährdungsprozesse durch Lawinenanbruch, Steinschlag, Rutschung und Abfluss sowie eine Gesamtbeurteilungsziffer. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass Lawinen und Steinschlag vom Modellkalkulator besser abgebildet werden, als die übrigen Gefährdungsprozesse. Dieser Unterschied zwischen den Gefährdungsprozessen betrifft auch die verfügbaren Daten, da beispielsweise für Rutschungen die Datenlage ungünstig ist. Bei der Interpretation der dargestellten Ergebnisse sind diese Unsicherheiten zu berücksichtigen. Die Darstellung der Ergebnisse aus der Anwendung des Modellkalkulators für ÖWI-Probeflächen erfolgte einerseits grafisch durch kartenmäßige Umsetzung für Österreich und andererseits auch durch Berechnung der Waldflächen für die drei Schutzwirkungsklassen. Für die Ergebnisdarstellung stellt sich die grundlegende Frage, ob diese nur für Flächen mit Gefährdungspotential erfolgen soll, oder darüber hinausgehend für alle Probe- und Teilflächen der Betriebsarten Wirtschaftswald, Wälder mit Schutzwirkung mit Holznutzung und begehbarer Wälder mit Schutzwirkung ohne Holznutzung. Da eine über die Flächen mit Gefährdungspotential hinausgehende Anwendung auch eine Plausibilitätsprüfung des Modellkalkulators darstellt und zudem das kartenmäßig erfasste Gefährdungspotential nicht flächendeckend nach Gefahrenprozessen getrennt vorliegt, wurden die Ergebnisse des Modellkalkulators für alle Teil- und Probeflächen mit verfügbaren Daten dargestellt. Für die kartografische Darstellung der Ergebnisse musste eine Hierarchie entwickelt werden, da aufgrund der Flächenteilungen unterschiedliche Ergebnisse pro Probefläche, und des Weiteren auch unterschiedliche Ergebnisse für die vier Traktprobeflächen der ÖWI vorliegen können. Für Probeflächen mit Flächenteilungen wurde die jeweils größere Teilfläche für die grafische Darstellung ausgewählt. Falls die Teilflächen gleich groß waren, wurde die Teilfläche mit dem ungünstigeren Ergebnis verwendet. Bei Teilflächen mit gleicher Größe und gleichem Ergebnis wurde jene mit der niedrigeren Betriebsart und falls sich auch hier keine Unterschiede zeigten wurde die Teilfläche mit der niedrigeren Nummer repräsentativ für die gesamte Probefläche verwendet. Nachdem für jeden Trakt der ÖWI auf kleinem Raum und kartografisch schwierig darstellbar bis zu vier Bewertungsergebnisse der Schutzwirkung vorliegen können, musste auch dafür ein Weg gefunden werden, um eine grafische Darstellung der Schutzwirkung im Bundesgebiet zu ermöglichen. Aus den bestehenden Möglichkeiten wurde die der Mittelwertbildung ausgewählt, da diese am ehesten dem Basiskonzept von Stichprobeninventuren entspricht.

Die kartografische Darstellung wurde auch für die Überprüfung der Parameter und für die Verbesserung des Kalkulator-Programmes herangezogen. Dabei wurden nach den ersten vorläufigen Läufen des Modellkalkulators die grafisch dargestellten Ergebnisse einer kritischen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Dafür wurde auch die Bilddatenbank der ÖWI herangezogen. Zeigten sich auffällige Ergebnisse, so wurden zum einen die Parameter und ihre Adaption für den Modellkalkulator und zum anderen auch der Programmcode der

Modellkalkulators geprüft und die Verbesserungen in der Parameteradaption und im Programmcode implementiert.

Nach Abschluss der Arbeiten zur Ergebnisprüfung ergaben sich die in den nachfolgenden Abbildungen dargestellten Resultate. Diese sind zunächst in den Abbildungen 8 bis 11 getrennt für die einzelnen Gefahrenprozesse Lawinenanbruch, Steinschlag, Rutschung und Abfluss dargestellt und danach zusammenfassend als Gesamtbeurteilung in Abbildung 12 ersichtlich.

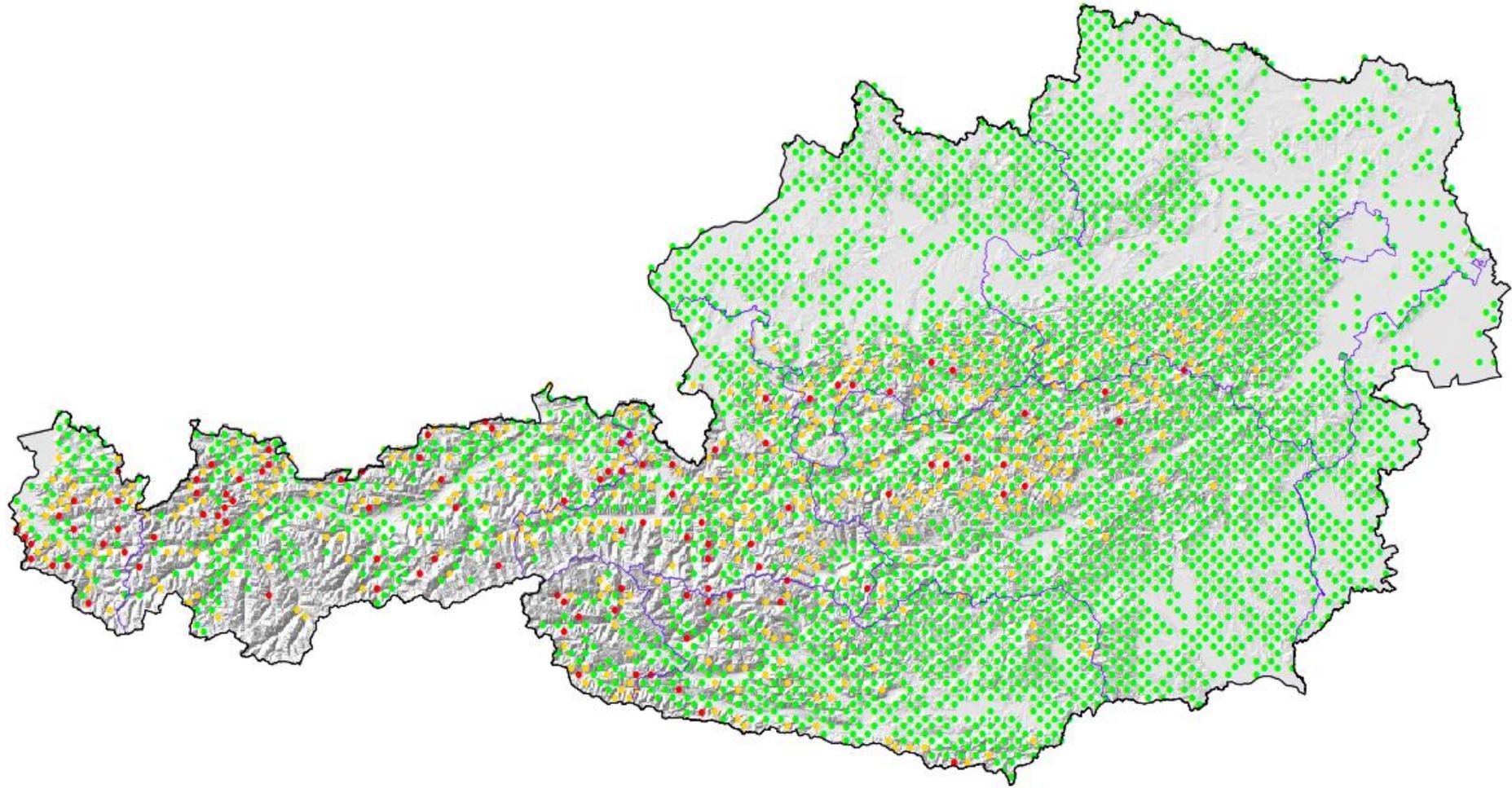


Abbildung 8: Schutzwirkung des Waldes für den Gefahrenprozess Lawinenanbruch auf den Probeflächen der ÖWI laut ISDW-Modellkalkulator.

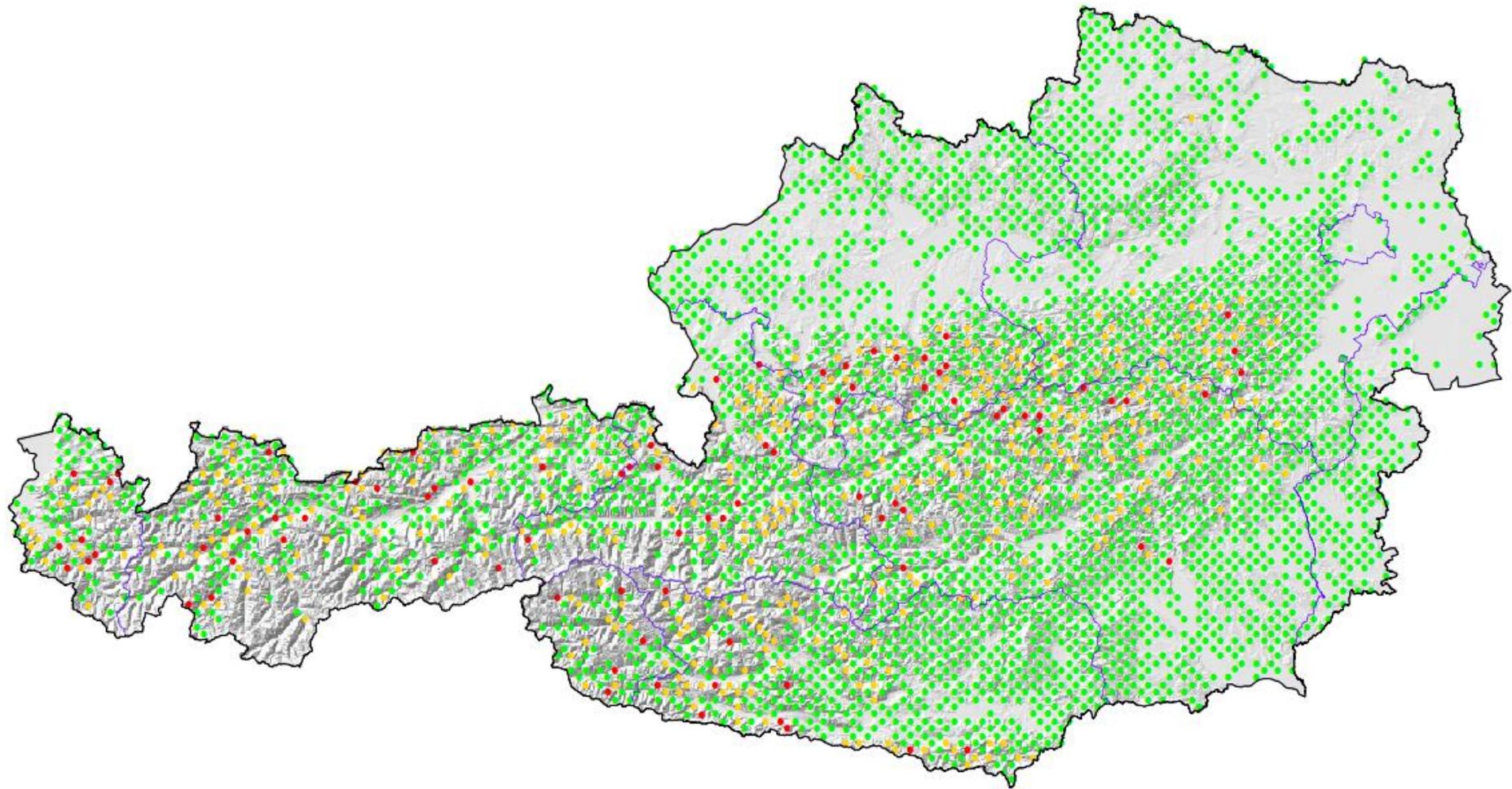


Abbildung 9: Schutzwirkung des Waldes für den Gefahrenprozess Steinschlag auf den Probeflächen der ÖWI laut ISDW-Modellkalkulator.

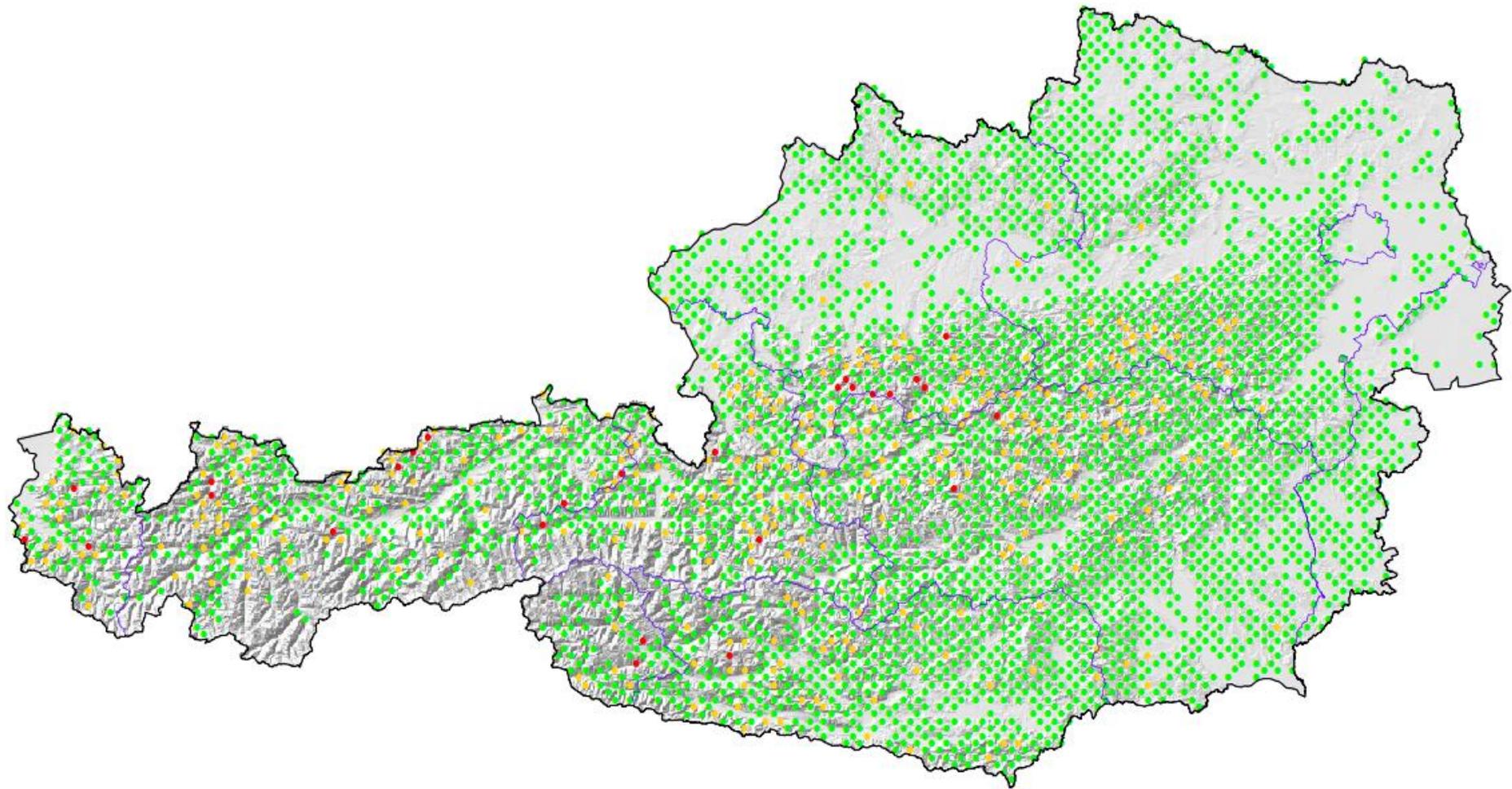


Abbildung 10: Schutzwirkung des Waldes für den Gefahrenprozess Rutschungen auf den Probeflächen der ÖWI laut ISDW-Modellkalkulator.

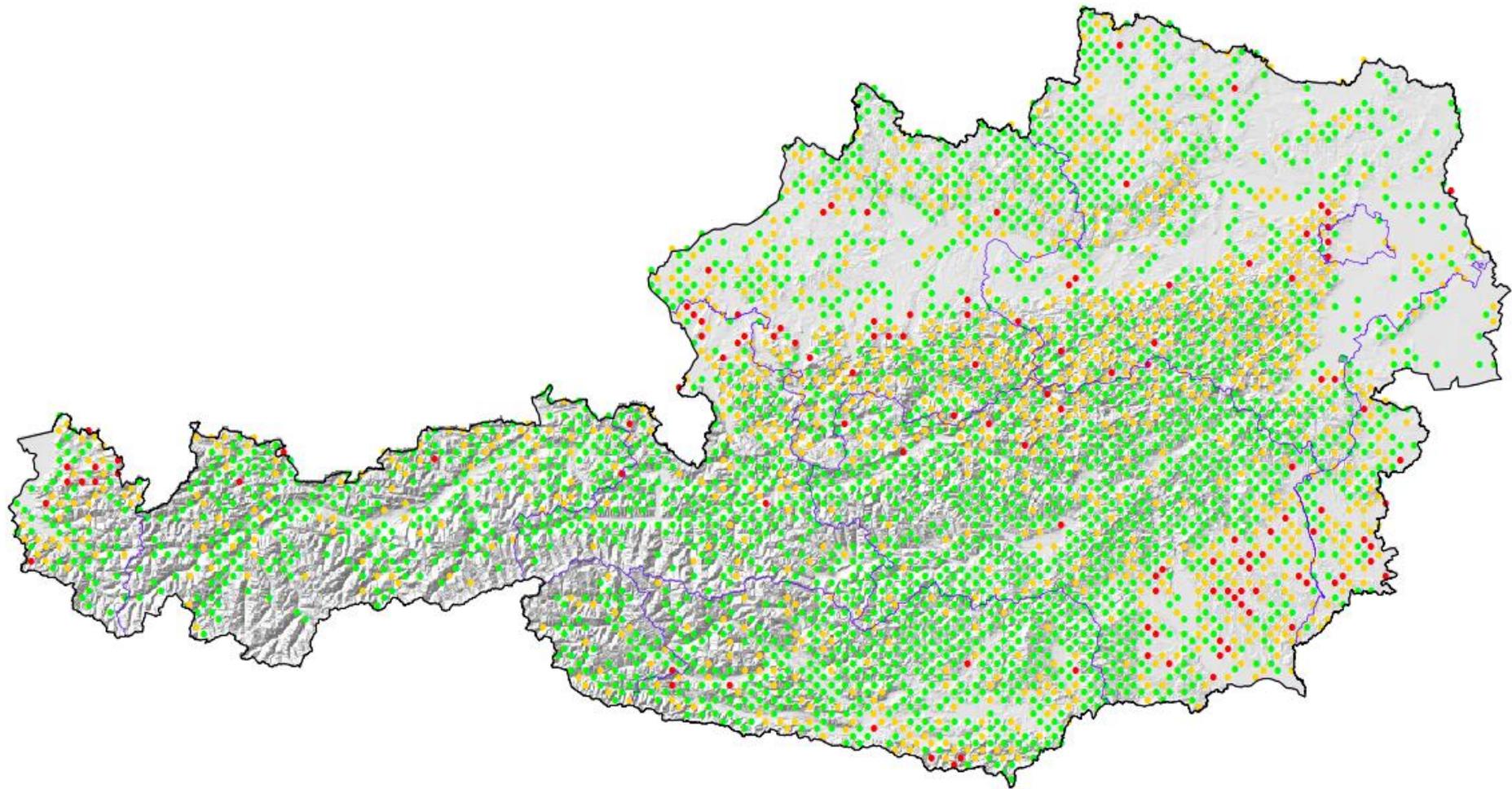


Abbildung 11: Schutzwirkung des Waldes für den Gefahrenprozess Wasserabfluss auf den Probeflächen der ÖWI laut ISDW-Modellkalkulator.

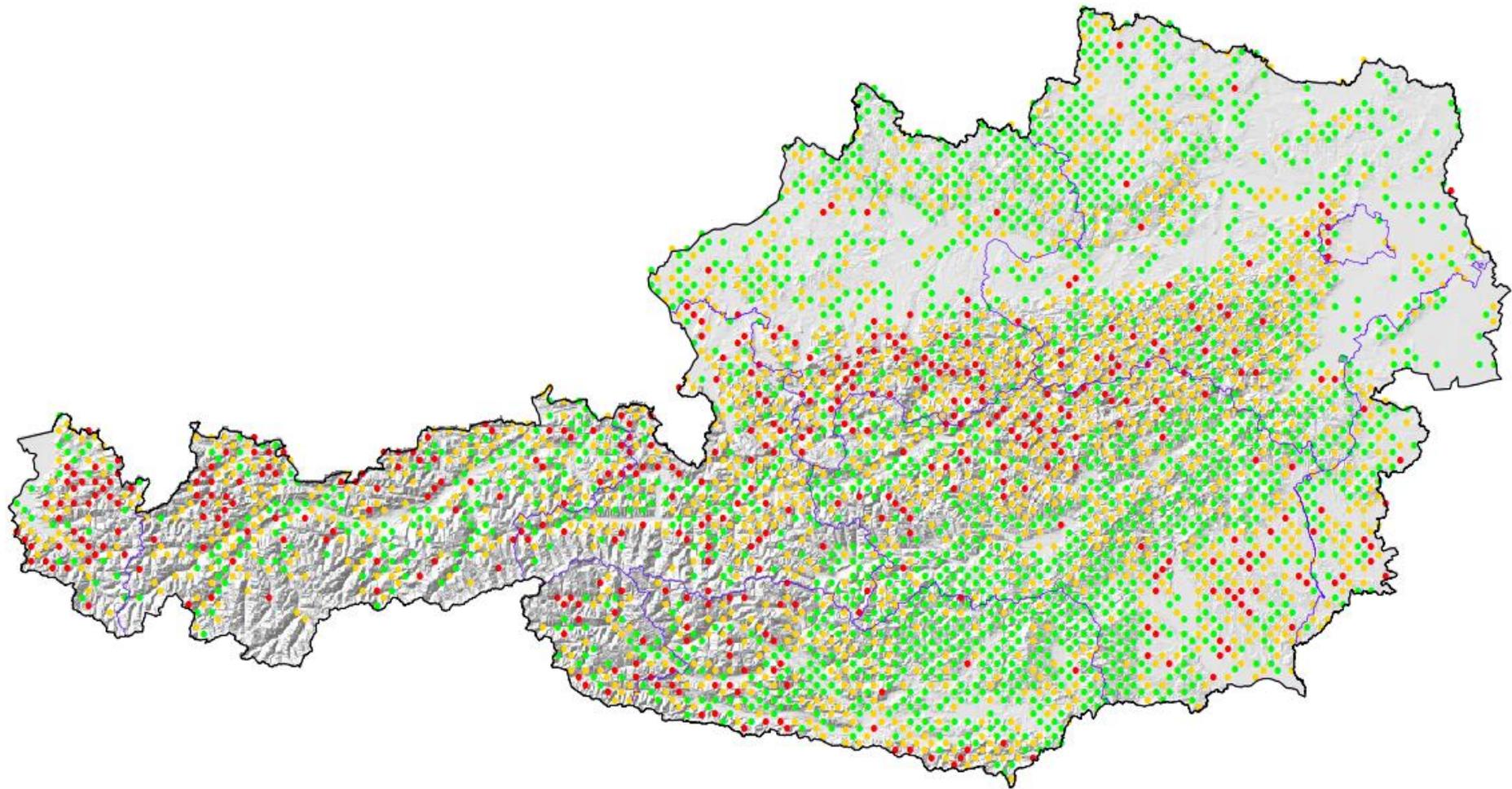


Abbildung 12: Aggregierte Schutzwirkung des Waldes vor den Gefahrenprozessen Lawinen, Steinschlag, Rutschung, und Wasserabfluss auf den Probeflächen der ÖWI laut ISDW-Modellkalkulator.

Um der grafischen Darstellung auch eine statistische Auswertung beizustellen, wurden die vom Modellkalkulator für die Probe- und Teilflächen der ÖWI berechneten Schutzwirkungen mit den Auswertungsverfahren der ÖWI zu Flächenergebnissen auf Bundesebene hochgerechnet. Dabei wurde wieder zwischen vier Gefahrenprozessen Lawine, Steinschlag, Rutschung und Wasserabfluss unterschieden, aber auch eine aggregierte Auswertung vorgenommen. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass die Flächen der Schutzwirkungsklassen über die Gefahrenprozesse nicht additiv sind. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 ersichtlich wobei die Betriebsarten Anderer Holzboden (Waldstraßen, Holzlagerplätze etc.) und der unbegehbare Schutzwald außer Ertrag getrennt ausgewiesen sind, für die keine Schutzwirkung berechnet wurde.

Tabelle 5: Flächenausmaß der drei Schutzwirkungsklassen im österreichischen Wald in 1000 ha und deren prozentuelle Anteile.

Klasse	Gefahrenprozess				Gesamt <sup>1</sup>
	Lawine	Steinschlag	Rutschung <sup>1</sup>	Wasserabfluss <sup>1</sup>	
Waldfläche (in 1000 ha) und prozentuelle Anteile					
Grün	3.402 (85%)	3.345 (84%)	3.490 (87%)	2.745 (69%)	2.312 (58%)
Gelb	23 (1%)	67 (2%)	42 (1%)	694 (17%)	667 (17%)
Rot	224 (6%)	237 (6%)	117 (3%)	210 (5%)	670 (17%)
Anderer Holzboden	140 (4%)	140 (4%)	140 (4%)	140 (4%)	140 (4%)
Unbegehbare Schutzwald	202 (5%)	202 (5%)	202 (5%)	202 (5%)	202 (5%)
Summe	3.991 (100%)	3.991 (100%)	3.991 (100%)	3.991 (100%)	3.991 (100%)

<sup>1</sup> die Gefahrenprozesse Rutschung und Wasserabfluss werden vom ISDW-Modellkalkulator ungenauer abgebildet als Lawinenabbruch und Steinschlag. Diese zusätzliche Unsicherheit der Schätzwerte ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Aus dieser Flächenauswertung zeigt sich in Übereinstimmung mit den kartografischen Darstellungen, dass zwischen den vier Gefahrenprozessen Unterschiede hinsichtlich ihres flächenmäßigen Vorkommens bestehen. Generell zeigt sich, dass nur wenige Waldflächen mit Ausnahme des Gefahrenprozesses Wasserabfluss in der Klasse „gelb“ liegen. Bei dieser Klasse ist zu bedenken, dass diese nicht als schlecht zu betrachten ist, sondern eher einem verbesserungsfähigen „Normalzustand“ entspricht. Für Lawinenabbruch und Steinschlag verteilen sich die drei Schutzwirkungsklassen auf die Waldflächen ähnlich, mit in etwa 85% der Waldfläche in der Klasse „grün“ und zirka 6% in der Klasse „rot“. Unterschiede bestehen hinsichtlich der Klasse „gelb“, die für Steinschlag dreimal öfter vorkommt als für Lawinenabbruch. Für Rutschungen ergab sich insgesamt ein höherer Anteil der Waldfläche in der Klasse „grün“. Für Wasserabfluss ergab sich im Vergleich zu den anderen Gefahrenprozessen ein deutlich höherer Anteil der Waldfläche, der in den Klassen „gelb“

und „rot“ liegt, wobei besonders auf den großen Anteil der als „gelb“ beurteilten Klasse hinzuweisen ist. Bei den Gefahrenprozessen Rutschung und Wasserabfluss ist aber auch darauf zu verweisen, dass diese zum einen durch den Modellkalkulator nicht so gut abgebildet werden als Lawine und Steinschlag. Auch die Datenlage für Rutschung und Wasserabfluss ist als ungünstiger einzustufen. Diese Unterschiede sind sowohl bei der Ergebnisinterpretation für die einzelnen Gefahrenprozesse als auch für die aggregierte Darstellung zu berücksichtigen. Bei letzterer ist auch anzumerken, dass die Zusammenfassung von qualitativ unterschiedlichen Teilergebnissen kritisch zu betrachten ist.

## 4. Diskussion

In der vorliegenden Projektarbeit wurde der ISDW-Modellkalkulator auf die von der ÖWI erhobenen Daten angewendet, um für die ÖWI-Probeflächen die Schutzwirkung nach einer dreistufigen Beurteilungsskala zu ermitteln. Dafür waren verschiedene Datenadaptationen erforderlich, um den Datenbedarf des Modellkalkulators möglichst gut zu erfüllen. Die ÖWI mit ihren umfangreichen und vielseitigen Erhebungen kann generell den erforderlichen Dateninput des Modellkalkulators gut abdecken. Für einige Parameter ist in Zukunft eine gezieltere, dem Modellkalkulator entsprechendere Erfassung durch die ÖWI zu überlegen. Nachdem die ÖWI Standortsschutzwälder im Sinne des Forstgesetzes erhebt, ISDW aber auf Objektschutzwälder abzielt, könnte eine spezielle und intensiviertere Schutzwaldinventur, bei der die Objektschutzwirkung aus Modellierungen übernommen wird, durchgeführt und dabei die Parameter des Modellkalkulators verwendet werden. Eine interessante Option wäre zum Beispiel die Verschneidung mit potentiellen Objektschutzwäldern, an die als zweiter Schritt die Beurteilung durch den Modellkalkulator anschließt, wobei dieser auf Inventurpunkten aufsetzen könnte. In der aktuellen Auswertung konnte der Objektbezug mangels fehlender Informationen aus der ÖWI nicht hergestellt werden. Im von der ÖWI erhobenen Schutzwald außer Ertrag wäre eine Erweiterung der Erhebungen mit zum Beispiel Probestammerhebungen wie im Ertragswald ein großer Informationsgewinn. Vor einer Ausweitung der Erfassung von Schutzwäldern wäre eine Evaluierung der Parameter auf Basis der bis dahin vorhandenen Erfahrungen und eine Anpassung und Erweiterung der Parameterpalette entsprechend der Evaluierungsergebnisse sinnvoll. Im Zuge einer Parameterevaluierung sollten auch die Möglichkeiten der Fernerkundung in Betracht gezogen werden. Eine Kombination von Felderhebungen mit Fernerkundungsdaten kann für eine Abschätzung zusätzliche und zweckmäßige Möglichkeiten eröffnen. Dabei könnte eine gezielte Gestaltung der Parameterpalette für die einzelnen Gefahrenprozesse Verbesserungen bringen. Dabei sollte auch die Erfassung des Gefahrenpotentials Berücksichtigung finden, da diese durch den ISDW-Modellkalkulator nicht abgedeckt wird, sondern Teil der Vorherhebungen im Projektgebiet ist.

Besonders hinsichtlich Rutschungen kann der Datenbedarf derzeit nicht vollständig abgedeckt werden. Eine methodisch einheitlich erstellte Rutschungsdispositionskarte für das Bundesgebiet wäre hier eine hilfreiche Datengrundlage. Derzeit kann sich die Darstellung der Rutschungsgefährdung für die ÖWI-Probeflächen alleinig auf die Information über den Rutschungstyp und das Vorliegen von Hangbewegungen auf den ÖWI Probeflächen beziehen.

Bei der durchgeführten Anwendung des Modellkalkulators auf die Daten von ÖWI-Probeflächen ist zu bedenken, dass die ÖWI auf Stichprobenerhebungen basiert, während ISDW mit den Projektgebieten einen großflächigeren Ansatz verfolgt. Viele Kriterien der ÖWI beschränken sich auf die Probefläche, jedoch werden einige auch über die Probeflächengrenzen hinaus angesprochen, wie zum Beispiel einige bestandesbeschreibenden Variablen. Eine großflächige Beurteilung ist für die Beschreibung von Gefahrenprozessen und die Abschätzung der Schutzwirkung im Allgemeinen wichtig, um

eine aussagekräftige Beurteilung der Schutzfunktionalität zu erreichen. Für die Beurteilung der Steinschlaggefährdung beispielsweise ist Information zum Vorliegen eines Entstehungsgebietes oberhalb der Probefläche wichtig. Eine derartige Erhebung die den Bereich oberhalb der Probefläche einbezieht, liegt derzeit aus der ÖWI nicht vor, ist aber für die Aussagekraft des Modellkalkulators wesentlich. Für großflächige Beobachtungen ist zu klären ob diese unter Beibehaltung des statistischen Konzeptes der ÖWI erfolgen können. Hinsichtlich der in dieser Arbeit präsentierten Ergebnisse ist anzumerken, dass diese Beurteilungen auf Stichproben basieren. Beurteilungsergebnisse der Schutzwirkung von einzelnen Probeflächen können nicht auf die umliegende Region übertragen werden, sondern es sind immer aggregierte Probenflächenergebnisse von größeren Regionen zu bilden. Die kleinste Auswertungseinheit der ÖWI bilden Bezirksforstinspektionen. Hinsichtlich der kalkulierten Schutzwirkung ist zusätzlich der Modellfehler des Modellkalkulators zu berücksichtigen, aufgrund dessen größere Auswertungseinheiten erforderlich sind.

## 5. Quellenverzeichnis

Bauerhansl C., Berger F., Dorren L., Duc P., Ginzler C., Kleemayr K., Koch V., Koukal T., Mattiuzzi M., Perzl F., Prskawetz M., Schadauer K., Schneider W., Seebach L. 2010: Development of harmonized indicators and estimation procedures for forests with protective functions against natural hazards in the alpine space. JRC Scientific and Technical Reports. 168 p.

BMLFUW und BFW 2010: ISDW-Handbuch für Detailprojekte, Stand 06.10.2010. Initiative Schutz durch Wald (ISDW) – Ein Programm entwickelt durch das BMLFUW in Kooperation mit dem BFW. 68 S.

Gabler K. and Schadauer K. 2008: Methods of the Austrian Forest Inventory 2000/02 – Origins, approaches, design, sampling, data models, evaluation and calculation of standard error. BFW-Berichte 142. 121 p.

Gschwantner T., Gabler K., Schadauer K., and Weiss P. 2010: National Forest Inventory Reports – Austria. In: Tomppo E. et al.: National Forest Inventories – Pathways for Common Reporting. Springer-Verlag, Heidelberg, Dordrecht, London, New York: pp. 57-71.

Hauk E. und Schadauer K. 2009: Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur 2007-2009. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), 203 S.

Kilian W., Müller F., Starlinger F. 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. FBVA-Berichte Nr. 82, Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien. 60 p.

Perzl F. 2007: Ein Minimalstandard für die Dokumentation der Schutzwirkungen des Waldes im Rahmen der österreichischen „Initiative Schutz durch Wald“. Interpreavent 2008, Conference Proceedings Volume 2, Seite 551- 562.

Schöner W. und Mohnl H. 2003: Schneehöhe und Schneebedeckung. In: Hydrologischer Atlas Österreichs. IWHW BOKU-Wien, BMLFUW.