

Reihe KLIMOPASS-Berichte

Projektnr.: 4500354466 /23

Landschaft im Klimawandel -
Anpassungsstrategien für den
Naturpark Südschwarzwald

von

B. Wippel, S. van Dijk, A. Weinreich, R. Schöttle

Finanziert mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Mai 2016

KLIMOPASS

– Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
KONTAKT KLIMOPASS	Dr. Kai Höpker, Daniel Schulz-Engler Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel; Tel.:0721/56001465, klimopass@lubw.bwl.de
FINANZIERUNG	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg - Programm Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)
BEARBEITUNG UND VERANTWORTLICH FÜR DEN INHALT	Roland Schöttle, Naturpark Südschwarzwald e.V. Bernd Wippel, Suzanne van Dijk und Axel Weinreich UNIQUE forestry and land use GmbH, Freiburg
BEZUG	http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/ ID Umweltbeobachtung U83-W03-N24
STAND	Mai 2016, Internetausgabe August 2016

Verantwortlich für den Inhalt sind die Autorinnen und Autoren. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck für kommerzielle Zwecke - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Kurzfassung

Der Naturpark Südschwarzwald ist mit rund 400.000 Hektar Fläche einer der größten Naturparke Deutschlands. Erwärmung und die Änderung anderer Klimafaktoren werden auch für die Region des Südschwarzwaldes mit gravierenden Auswirkungen für die Landschaft und die Landnutzung verbunden sein. Für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, den Naturschutz und auch den Tourismus werden sich die Wirtschaftsbedingungen ändern. Insbesondere werden gravierende Auswirkungen für die Landwirtschaft erwartet, die heute in den überwiegend hoch gelegenen Gebieten unter schwierigen Bedingungen, wie lange Winterperioden oder steile Hangneigungen, produziert. Das charakteristische und strukturreiche Landschaftsbild des Südschwarzwaldes, bestehend aus extensiv genutzten Weideflächen, artenreichen Schnittwiesen, Feldgehölzen und Wald, wird auch durch die Klimafolgen stark betroffen sein.

Ziel dieses Projektes war die Entwicklung einer Klimaanpassungsstrategie für die einzigartige Landschaft des südlichen Schwarzwalds. Der Schwerpunkt der Untersuchung lag auf der Landwirtschaft. Erkenntnisse aus den Handlungsfeldern Boden, Naturschutz, Wald, Landwirtschaft wurden auf den Naturraum und den dortigen land- und forstwirtschaftlichen Betrieben übertragen.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) hat die aktuellsten Daten zu Prognosen der Klimaentwicklung im Projekt „zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg“ bearbeitet und publiziert. Basierend auf Annahmen zum Wirtschaftswachstum, Rohstoffverbrauch und Technologiefortschritt wurden für Baden-Württemberg verschiedenen Klimaprojektionen analysiert und zu einem Modellensemble gebündelt. Die Ergebnisse zeigen für die nahe (2021 – 2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) eine deutliche Steigerung der Durchschnittstemperatur, sowie eine Zunahme der Tropentage (Temperatur >30°C), Abnahme der Frosttage, Verringerung des Niederschlags im Sommer und Erhöhung des Niederschlags im Winter.

Anhand sechs repräsentativer Modellbetriebe im Naturpark Südschwarzwald, mit Schwerpunkt in der Land- und Forstwirtschaft, wurde die potenzielle Auswirkung des Klimawandels auf den Naturpark analysiert. Standortdaten (Höhe, Hangneigung, Exposition, Bodentyp, Wasser und Nährstoffhaushalt) und Klimadaten (Frosttage, Temperaturmittel, Tropentage, Vegetationsbeginn, Niederschlag Sommer und Winter) wurden in einem Bewertungsschema kombiniert. Ziel war es, für die ferne Zukunft eine flächenbezogene Entwicklungsprognose zu erarbeiten, die die Standortdaten und Klimadaten in Bezug auf die Bewertung der Klimawirkung /-gefährdung zusammenfasst. Für die Ertragskraft wurden zwei Variable bestimmt: die Auswirkungen auf die Ertragsleistung und die Auswirkungen auf die Produktqualität.

Insgesamt wurden in den sechs Betrieben 431 Hektar Fläche untersucht. Die größten Klimagefahren werden bei Obst und Beerenobst gesehen. Deutliche Gefahrenpotenziale sind auch beim Getreide (Ausnahme: Dinkel) und beim Wald (Risikofaktor Fichte) analysiert worden. Mögliche Profiteure des Klimawandels sind Ackerfutterflächen und (zur Vernässung neigende) Wiesenflächen. Diese Nutzungsarten profitieren vor allem von längeren Vegetationsperioden und höhere Temperaturen.

Klimagefährdung und –Anpassung: ein Thema für die Region

Die Untersuchung zeigt die hohe Relevanz der Folgen des Klimawandels für das Gebiet des Naturparks Südschwarzwald und die Bedeutung für die land- und forstwirtschaftlichen Betriebe. Ausgehend von den untersuchten Modellbetrieben wird deutlich, dass es klimabedingte Auswirkungen auf alle Formen der Nutzung im Naturparkgebiet geben wird oder bereits schon gibt.

Die Rolle des Naturparks Südschwarzwald sollte es sein, das Thema Klimagefährdung und Anpassungsmaßnahmen verstärkt als Thema in der Region zu platzieren. Als Dachorganisation, die gewissermaßen Resort übergreifend arbeitet und eine Region insgesamt vertritt, bietet sich der Naturpark als glaubwürdiger Sprecher zu den Herausforderungen des Klimawandels an. Über Mitglieder, Facharbeitsgruppen und im direkten Gespräch mit den politischen Entscheidungsträgern sollte der Naturpark Südschwarzwald das Thema Klimawandel und dessen Relevanz für die Region verstärkt platzieren.

Stärkung einer nachhaltigen Produktion im Südschwarzwald

Forst- und landwirtschaftliche Betriebe werden, auch bei Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen (oder gerade durch diese), mit wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels zu kämpfen haben. Bereits aktuell gibt es vielfältige Anpassungsmöglichkeiten, wie z.B. den Umstieg auf standort- und klimaangepasste Arten. Für viele Formen der Landnutzung (Wald, Reben, Obst) ist es jedoch nicht möglich, einen raschen Umbau vorzunehmen. Das kann auch zu einer Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit der Betriebe führen. Der Fokus der Politik des Naturparks Südschwarzwald sollte den Aspekt der wirtschaftlichen Relevanz des Klimawandels für die land- und forstwirtschaftlichen Betriebe aufnehmen und in seinem Leitbild und in konkreten Maßnahmen deutlich beschreiben.

Sommertrockenheit wird auf den flachgründigen Höhenlagen des Südschwarzwalds für die Zukunft zunehmend als Problem identifiziert. Im Rahmen des Vorhabens zeigte sich vor allem für Wiesen, Weiden, Obst und Sonderkulturen der Aspekt der Bewässerung als relevant. Diskussionen kreisten um die Schaffung von Wasserreservoirs in Verbindung mit Pumpsystemen. Obwohl Fördermöglichkeiten bestehen, zeigt die Erfahrung aus den landwirtschaftlichen Betrieben, dass Genehmigungsverfahren und die Notwendigkeit der Erstellung von Gutachten bis zur Genehmigungsreife eine hohe organisatorische Hürde darstellen. Die Planung und Erprobung von innovativen, möglicherweise gleichzeitig auf historischen Erfahrungen basierenden Bewässerungssystemen zum Erhalt der Standortqualität an ausgewählten Flächen wäre ein wichtiger Impuls für die Region.

Landschaft und Naturschutz

Der Landschaft des Südschwarzwalds ist einmalig in ihrem Wechsel von Offenland, Wald und extensiv bewirtschafteten, halboffenen Weidflächen. Diese Landschaft und deren Nutzungsmöglichkeiten werden sich ändern. Mit diesen Veränderungen sollte aktiv umgegangen werden. Nicht ein konservierendes Bild des Schwarzwalds ist gefordert, sondern Offenheit in Richtung sich ändernder Landschaften, neuer Produkte und angepasster Nutzungen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	8
1 Hintergrund und Zielsetzung.....	9
2 Stand der Forschung	10
3 Methodenansatz	13
3.1 Die Modellbetriebe	13
3.2 Arbeitsgrundlagen, Karten und Bewertungsansatz	13
3.3 Bewertung der Schläge und Bestände	16
3.4 Diskussion von Anpassungsmaßnahmen	18
4 Die Modellbetriebe im Überblick.....	21
4.1 Vom Betrieb zur Region: die Modellbetriebe	21
4.2 Lage der Modellbetriebe im Naturpark Südschwarzwald.....	21
4.3 Nutzungsarten der Modellbetriebe	22
5 Ergebnisse von Klimabetroffenheit und Anpassungsstrategien	27
5.1 Grünland, Milchvieh und Mutterkuhhaltung	27
5.1.1 Grünland: dominierende landwirtschaftliche Nutzung	27
5.1.2 Klimarisiken für Grünland und Viehhaltung.....	29
5.1.3 Anpassungsstrategien für Grünland, Milchvieh- und Mutterkuhhaltung.....	35
5.2 Ackerbau.....	36
5.2.1 Ackerfutter, Mais und Getreide: die Rolle des Ackerbaus bei den Modellbetrieben 36	
5.2.2 Klimabetroffenheit im Ackerbau.....	37
5.2.3 Anpassungsstrategien im Ackerbau	42
5.3 Obstbau und Sonderkulturen.....	42
5.3.1 Hohe Diversität im Obstbau: Äpfel, Birne, Beerenobst	42
5.3.2 Klimabetroffenheit im Obstbau und bei Sonderkulturen	44
5.3.3 Anpassungsstrategien im Obstbau und bei Sonderkulturen	48
5.4 Weinbau	48
5.4.1 Ein Modellbetrieb mit Weinbau.....	48
5.4.2 Klimabetroffenheit bei Weinbau	48
5.4.3 Anpassungsstrategien Weinbau.....	50
5.5 Waldbewirtschaftung	51
5.5.1 Wald in den Modellbetrieben mehr als nur komplementär zur Landwirtschaft. 51	
5.5.2 Klimabetroffenheit bei der Waldbewirtschaftung und Infrastruktur	53

5.5.3	Waldbauliche Anpassungsstrategien	59
5.6	Naturschutz	63
5.6.1	Klimafolgen für den Naturschutz	63
5.6.2	Fokussierung auf FFH-Gebiete im Untersuchungsraum	64
5.6.3	FFH-Flächen in den Betrieben Speicher und Riebe.....	65
5.6.4	Klimafolgen und FFH Lebensraumtypen in den Modellbetrieben.....	68
6	Gesamtchau der Ergebnisse und Empfehlungen	72
6.1	Gefährdungsprognose – vom Modellbetrieb zum Naturparkgebiet.....	72
6.2	Anpassungsstrategie für den Naturpark Südschwarzwald.....	74
6.2.1	Klimagefährdung und –anpassung: ein Thema für die Region	74
6.2.2	Stärkung einer nachhaltigen Produktion im Südschwarzwald.....	75
6.2.3	Landschaft und Naturschutz	77
6.3	Einige technische Anmerkungen zur Methodik	78
7	Ein Ausblick	80
8	Literaturverzeichnis.....	81
Anhang	85
Anhang 1:	Projektstruktur.....	85

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prognosen der Jahresmitteltemperatur in Baden-Württemberg.....	11
Abbildung 2: Prognostizierte Anzahl der Trockenperioden in Baden-Württemberg pro Jahr ...	12
Abbildung 3: Arbeitsschritte zur Anhebung der Auflösung	15
Abbildung 4: Lage der Modellbetriebe im Naturparkgebiet.....	22
Abbildung 5: Betriebsgröße und Anteile der Nutzungsarten.....	23
Abbildung 6: Verteilung der Nutzungsarten innerhalb der sechs Modellbetriebe.....	24
Abbildung 7: Nutzungsarten im Naturpark Südschwarzwald	26
Abbildung 8: Grünlandfläche des Betriebs Bolkart (vorn Mitte ein Quellhorizont mit Seggenbewuchs)	28
Abbildung 9: Extensive Weideflächen (Betrieb Speicher).....	28
Abbildung 10: Der Milchviehstall mit 156 Kuhplätze wurde in 2010 gebaut (Betrieb Tröndle). 29	
Abbildung 11: Schneeschimmelbefall im Grünland (Betrieb Bolkart)	31
Abbildung 12: Klimarisiken für Grünland und Rinderhaltung	32
Abbildung 13: Beispiel einer Gefährdungsanalyse im Grünland (Betrieb Tröndle). Gelbe Markierung der Flächen deutet auf eine leichte Gefährdung für die ferne Zukunft.....	33
Abbildung 14: Beispiel einer Gefährdungsanalyse im Grünland (Betrieb Riebe). Grüne Markierungen deuten auf eine positive Entwicklung für die ferne Zukunft.....	34
Abbildung 15: Klimatische Gefährdungsprognose der Wiesenflächen.....	35
Abbildung 16: Klimatische Gefährdungsprognose der Weideflächen	35
Abbildung 17: Getreideflächen (Betrieb Stoll)	37
Abbildung 18: Klimarisiken für Silomais und Dinkel.....	39
Abbildung 19: Überwiegend leicht gefährdete Flächen (gelb) bei Sommerhafer und Wintertriticale (Betrieb Stoll) für die ferne Zukunft	40
Abbildung 20: Stark gefährdete (rot) und leicht gefährdete (gelb) Wintergerste (Tröndle) für die ferne Zukunft.....	40
Abbildung 21: Gefährdungsprognose bei Ackerfutter und Mais (ferne Zukunft).....	41
Abbildung 22: Gefährdungsprognose bei Getreide (ferne Zukunft)	41
Abbildung 23: Obst mit Tropfbewässerung (Betrieb Brenneisen)	43
Abbildung 24: Heidelbeerflächen auf mittel- bis tiefgründigen Braunerde und 850 m Höhe (Betrieb Stoll)	43
Abbildung 25: Klimarisiken für Heidelbeeren und Äpfel/Birnen	46
Abbildung 26: Stark gefährdete Beerenobstflächen (Betrieb Stoll) für die ferne Zukunft	47
Abbildung 27: Gefährdungsprognose für Obst/Beerenfrüchte für die ferne Zukunft.....	47
Abbildung 28: Klimarisiken für den Weinbau für die ferne Zukunft.....	49
Abbildung 29: leicht gefährdete Rebenflächen auf Betrieb Brenneisen für die ferne Zukunft ..	50
Abbildung 30: Typischer montaner Tannen-Fichten-Wald (Betrieb Bolkart)	51
Abbildung 31: Typischer Femelwald des Forstbetriebes der Familie Speicher. Gut zu sehen ist der Verjüngungskegel aus Fichte und Tanne unter dem benachbarten Altholzschirm.....	52
Abbildung 32: Klimarisiken für die Waldwirtschaft	56
Abbildung 33: Fläche mit leichter Klimagefährdung (gelb) (Betrieb Bolkart) für die ferne Zukunft	57

Abbildung 34: Flächen mit leichter & starker Klimagefährdung für die ferne Zukunft (nahe Hofgebäude) (Betrieb Bolkart).....	57
Abbildung 35: Waldfläche mit positiver Klimawirkung für die ferne Zukunft (Betrieb Speicher)	58
Abbildung 36: Waldfläche mit leicht negativer Klimagefährdung für die ferne Zukunft (Betrieb Speicher).....	58
Abbildung 37: FFH-Gebiet um Ibach und Betriebsflächen Betrieb Speicher	67
Abbildung 38: FFH-Gebietskulisse und Betriebsflächen Betrieb Riebe	68
Abbildung 39: Klimagefährdungsprognose für alle Nutzungsarten im Überblick (ferne Zukunft)	72
Abbildung 40: Klimagefährdungsprognose für alle Betriebe im Überblick.....	73
Abbildung 41: Elemente einer Anpassungsstrategie	74
Abbildung 42: Anbau von Rhabarber (Höchenschwand).....	76
Abbildung 43: Landschaftsbild mit einem Neben-einander intensiver und extensiver bewirtschafteten Flächen (Schonach)	77
Abbildung 44: Projektablauf und Strukturen	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datengrundlage für die Berechnung der Klimaparameter, Standort, Baumrisikokarten, Nutzungen und Bodeneigenschaften.....	14
Tabelle 2: Ausgewählte Datenbestände und Berechnungsvariablen (Vorgabe der LUBW)	15
Tabelle 3: Verwendetes Datenmaterial und thematische Verschneidung	17
Tabelle 4: Exemplarisches Bewertungsbeispiel für zwei Waldbestände	19
Tabelle 5: Exemplarisches Bewertungsbeispiel für zwei Grünlandflächen.....	20
Tabelle 6: Modellbetriebe	21
Tabelle 7: Verteilung der Flächen nach Nutzungsarten innerhalb der sechs Modellbetriebe ...	24
Tabelle 8: Gegenüberstellung der Nutzungsarten im Naturparkgebiet und in den Modellbetrieben	25
Tabelle 9: Klimaprognose - Hof Bolkart - Schonach	29
Tabelle 10: Klimaprognose - Betrieb Stoll - Weilheim	37
Tabelle 11: Klimaprognose - Betrieb Brenneisen - Sulzburg-Laufen.....	44
Tabelle 12: Klimaprognose - Hof Bolkart - Schonach	53
Tabelle 13: Klimaprognose - Hof Speicher - Oberibach	54
Tabelle 14: FFH-Flächen der beiden Betriebe Speicher und Riebe.....	66
Tabelle 15: Gegenüberstellung Naturparkgebiet und Modellbetriebe	73

Vorwort

Was hat Paris mit dem Südschwarzwald zu tun?

Vor wenigen Tagen wurde der Weltklimavertrag von Paris unterzeichnet. Ein Meilenstein in dem weltweiten Bemühen, die Klimaerwärmung auf deutlich unter zwei Grad im Jahresmittel – verglichen mit der vorindustriellen Zeit – zu begrenzen.

Viele Jahre zähen und teilweise erfolglosen Verhandeln gingen voraus bis endlich weltweit der Handlungsdruck aus Sorge um die Zukunft der nächsten Generationen in Politik und Gesellschaft so groß geworden ist, dass ein Vertagen des Problems nicht mehr opportun war. Nicht zuletzt durch die Bilder von weltweit teilweise extremen klimatischen Ereignissen als auch die teilweise beklemmenden Erfahrungen mit dem heißen Sommer 2015 in unserer eigenen Region, quasi am eigenen Leib, sind Dimension und Auswirkung der Klimaveränderungen plötzlich konkret erlebbar geworden: nicht ausreichende Wasserversorgung von Ortschaften im Hochschwarzwald, über Monate ausgetrocknetes Dreisamflussbett in Freiburg, Ernteauffälle durch Trockenheit und Planschen im badenwannenwarmen Schluchsee.

Der Naturpark Südschwarzwald ist ein von Land- und Forstwirten über Jahrhunderte geprägter Kulturlandschaftsraum, der auch international als Ferienregion sehr bekannt ist. Natur- und Kulturlandschaft sind für Einheimische wie auch Touristen gleichermaßen von hoher Attraktivität. Wir wissen, dass mit der Klimaveränderung auch die Veränderung sowohl von Landschaft als auch von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere einhergeht. Wir wissen aber bisher nicht, wie sich dieser Prozess konkret auf unsere Region, unsere Dörfer und unsere Wiesen, Wälder und landwirtschaftliche Produkte, ja die Betriebe, die ihre Familien ernähren, auswirkt. Genau hier setzt das Projekt „Landschaft im Klimawandel – Anpassungsstrategien für den Naturpark Südschwarzwald“ an. Wir wollen Grundlagen schaffen, die es den Menschen im Naturpark ermöglichen, sich sehr frühzeitig auf diese Veränderungen einzustellen, zu sensibilisieren und Anpassungskonzepte zu entwickeln. Klimaveränderung muss sich dabei aber nicht immer negativ auswirken. Es gibt neben Verlierern auch Gewinner.

Anhand von sechs land- und forstwirtschaftlichen Betrieben mit unterschiedlichen Betriebszweigen werden die Auswirkungen der Klimaveränderung bis zum Jahr 2100 auf das Format des Ackerschlagens und der Waldparzelle heruntergebrochen. Es werden Einzelmaßnahmen entwickelt und zu einem betrieblichen Gesamtkonzept zusammengefasst. Den Betrieben werden damit hilfreiche Informationen an die Hand gegeben, die sowohl die nahe als auch die ferne Zukunft konkreter werden lassen und somit wichtige Impulse für die betriebliche Steuerung sein können.

An dieser Stelle gilt mein besonderer Dank den land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, ohne deren Unterstützung diese Untersuchung nicht möglich gewesen wäre. Weiter den Mitgliedern der Facharbeitsgruppe und dem Projektbeirat, die wichtige Diskussionspartner und Ideengeber im Projekt waren. Schließlich sei der Fa. UNIQUE gedankt, die wie gewohnt durch hohe fachliche Kompetenz und großes Engagement das Projekt mit zum Erfolg geführt hat.



Roland Schöttle, Geschäftsführer Naturpark Südschwarzwald

Feldberg, im April 2016

1 Hintergrund und Zielsetzung

Der Naturpark Südschwarzwald ist mit rund 400.000 Hektar Fläche einer der größten Naturparke Deutschlands. Erwärmung und die Änderung anderer Klimafaktoren werden auch für die Region des Südschwarzwaldes mit gravierenden Auswirkungen für die Landschaft und die Landnutzung verbunden sein. Für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, den Naturschutz und auch den Tourismus werden sich die Wirtschaftsbedingungen ändern. Insbesondere werden gravierende Auswirkungen für die Landwirtschaft erwartet, die heute in den überwiegend hoch gelegenen Gebieten unter schwierigen Bedingungen, wie lange Winterperioden oder steile Hangneigungen, produziert. Das charakteristische und strukturreiche Landschaftsbild des Südschwarzwaldes, bestehend aus extensiv genutzten Weideflächen, artenreichen Schnittwiesen, Feldgehölzen und Wald, wird auch durch die Klimafolgen stark betroffen sein.

Mit dem Naturparkplan wurde ein Instrument für die Region geschaffen, den ländlichen Raum „nachhaltig, landschaftsverträglich und zukunftsorientiert weiter zu entwickeln“ (Roth et al. 2003, S. 9). Zum Zeitpunkt der Erstellung des Plans, Anfang der 2000er Jahre, waren Demographie, Rückgang der aktiven Landwirte, Naturschutz und Verhustung dominierende Themen im Südschwarzwald. Der Klimawandel war bei weitem noch nicht so stark in die fachliche und öffentliche Diskussion getreten. Die Übertragung der Forschungsergebnisse aus den ersten beiden KLIMOPASS-Phasen (u.a. Nothdurft 2014; Collin und Hartebrodt 2013) und den bereits vorliegenden Klimaanpassungsstrategien für Baden-Württemberg (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2015; Unseld 2013) auf den Naturpark besitzt eine hohe Relevanz für dessen zukünftige Arbeit und strategische Ausrichtung. Der Naturpark Südschwarzwald versteht sich auch als eine auf der Fläche, gemeinsam mit den Betrieben und Kommunen agierende Organisation. Strategien müssen daher immer auch von der betrieblichen Ebene her entwickelt und auf diese übertragen werden. Aus dem Blickwinkel der Handlungsfelder Boden, Naturschutz, Wald, Landwirtschaft kann so eine integrierte Klimaanpassungsstrategie für den Naturpark Südschwarzwald aufgebaut werden.

Konkretes Ziel des Projektes „Landschaft im Klimawandel - Anpassungsstrategien für den Naturpark Südschwarzwald“ ist die Entwicklung einer Klimaanpassungsstrategie für die einzigartige Landschaft des südlichen Schwarzwalds. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf der Landwirtschaft. Es werden Erkenntnisse aus den Handlungsfeldern Boden, Naturschutz, Wald, Landwirtschaft auf den Naturraum und den dortigen land- und forstwirtschaftlichen Betrieben übertragen.

Die Wirkung des Projekts liegt auch in der Unterfütterung des neuen Planungsprozesses. Die Komponente des Klimawandels, die damit verbundenen Gefährdungen und mögliche Chancen sollen herausgearbeitet und Anpassungsmaßnahmen aufgezeigt werden. Dabei steht nicht kurzfristiger Aktionismus im Vordergrund, sondern das Einleiten eines auf die Dynamik des Klimawandels zugeschnittenen Anpassungsprozesses. Als Dachorganisation ist der Naturpark Südschwarzwald für eine einzigartige Landschaft zuständig, und er verkörpert wie kaum eine andere Institution die Verantwortung für die Handlungsfelder in einem ausgewogenen Kontext von Naturschutz und Bewirtschaftung.

2 Stand der Forschung

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) hat die aktuellsten Daten zu Prognosen der Klimaentwicklung im Projekt „zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg“ bearbeitet und publiziert (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 2013). Nachfolgend sollen einige grundsätzlichen und verständnisrelevanten Aspekte in der Debatte um Klimaanpassung erläutert werden.

Klimaszenarien und Klimaprojektionen

Dem Bericht liegen sogenannte **Klimaprojektionen** zugrunde. Eine Klimaprojektion gibt Antwort auf die zunächst einfach klingende Frage: „Wie sieht das Klima in der Zukunft aus?“ Abgeleitet werden Klimaprojektionen aus den sogenannten **Klimamodellen**. Klimamodelle sind, verkürzt ausgedrückt, sehr komplexe Rechenmodelle, die diese Klimavorhersagen für einen bestimmten Zeitraum ermitteln. Es werden globale und regionale Klimamodelle unterschieden.

Für diese Berechnungen müssen bestimmte Annahmen getroffen werden. Das sind u.a. Annahmen zum Wirtschaftswachstum, zum Rohstoffverbrauch, zum Technologiefortschritt. Ein bestimmtes Bündel von Annahmen wird in einem **Klimaszenario** zusammengefasst. Die LUBW hat für ihre Berechnungen das sogenannte Szenario A1B verwendet. Das ist ein von vielen Wissenschaftlern erarbeitetes und international anerkanntes Szenario. Es geht von einem raschen Wirtschaftswachstum, der raschen Einführung von neuen Technologien, einer ausgewogenen Nutzung verschiedener Energiequellen und einem kulminierenden und anschließend rückläufigem Bevölkerungswachstum aus. Für dieses Szenario werden die globalen CO₂-Emissionen berechnet, anhand derer wiederum bestimmte Klimaeffekte wie die Temperatursteigerung abgeleitet werden.

Für Baden-Württemberg wurden, ausgehend von dem mittleren Klimaszenario A1B, verschiedene Klimamodelle herangezogen und zu einem **Modellensemble** gebündelt. Ein Ensemble ist die Bündelung verschiedener Rechenmodelle auf der Basis der Annahmen aus einem Szenario. Der Vorteil des Ensemble-Ansatzes liegt in der größeren Verlässlichkeit durch die Verwendung mehrerer Modelle.

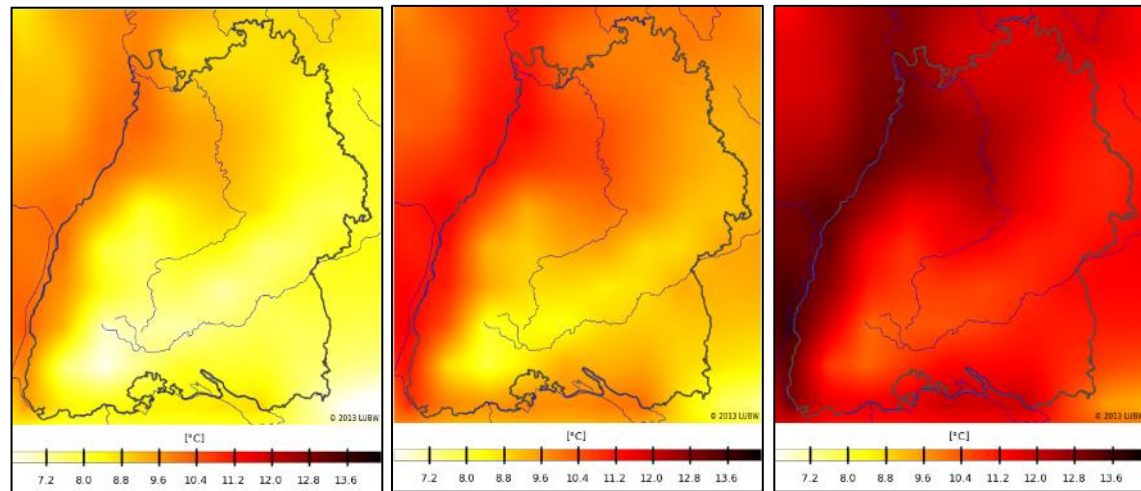
Betrachtet werden in den Modellen rund 50 Klimakennzahlen. Das sind z.B. Temperatur-Mittelwerte, Anzahl der Frosttage, Anzahl der Tropentage, Jahresniederschlag etc. Damit die Klimaprojektionen vergleichbar sind, wurden die Ergebnisse auf ein 25x25 km Raster bezogen. Dies geschieht für drei Zeiträume: „Ist-Zustand“ (tatsächlich sind es vergangenheitsbezogene Werte für die Zeitraum 1971 – 2000), „nahe Zukunft“ (2021 – 2050) und „ferne Zukunft“ (2075 – 2100). Werden nun errechnete Werte aus der Vergangenheit (also Ist-Zustand) mit den künftigen Werten der nahen/fernen Zukunft in Beziehung gesetzt, so leitet sich daraus die **Stärke des Klimasignals** ab, das in drei Stufen eingeteilt wird (hoch, mäßig, gering). Eine große Differenz führt zu einem starken Klimasignal und umgekehrt.

Beispiele: ausgewählte Prognosewerte für Baden-Württemberg

Für das bessere Verständnis der im Weiteren genutzten Daten werden beispielhaft für Baden-Württemberg einige Prognosewerte vorgestellt.

Ermittelt wurde eine Erhöhung der durchschnittlichen Temperatur um 1,1° C bis 2050 und um 3,0° C bis 2100 (vgl. Abbildung 1). Des Weiteren wird eine Vorverlegung des Vegetationsbeginns von ca. ein bis zwei Wochen als realistisch angesehen.

Abbildung 1: Prognosen der Jahresmitteltemperatur in Baden-Württemberg

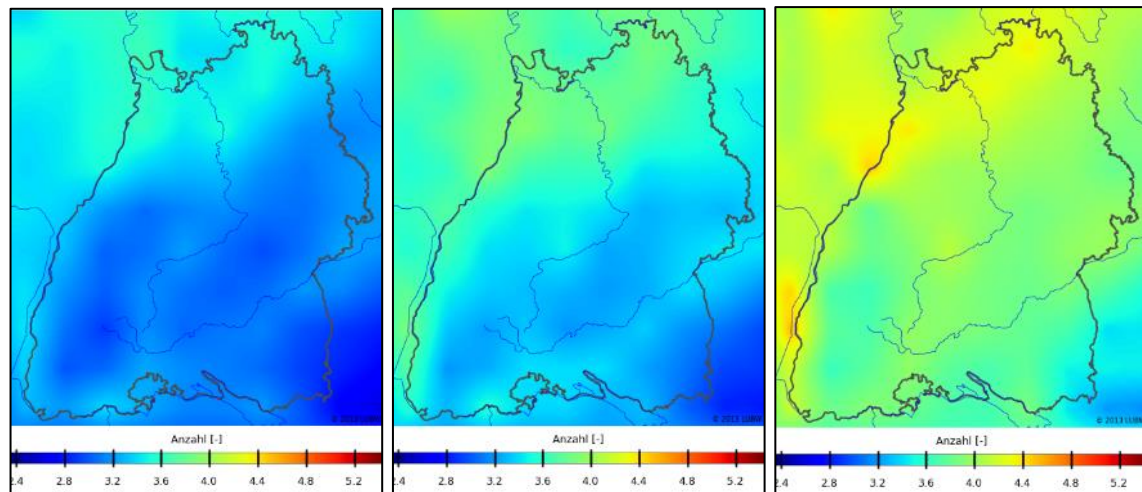


Links: Ist-Zustand (1971–2000), Mitte: Nahe Zukunft (2021–2050), rechts: Ferne Zukunft (2071–2100)

Die Projektionen der für alle Landnutzungsarten wichtigen Kenngröße „Klimatische Wasserbilanz“ liegen für das Wuchsgebiet Schwarzwald auch als Monatswerte vor. Hierdurch wird der projizierte Jahresverlauf der klimatischen Wasserbilanz analysierbar. In der nahen Zukunft ergibt sich voraussichtlich eine Erhöhung der monatlichen klimatischen Wasserbilanz für Januar bis Juni und für September bis Dezember und eine Verringerung in den Sommermonaten Juli bis August. Zudem gehen die Prognosen von einer Zunahme der Anzahl der Trockenperioden voraus (Abbildung 2).

Aus diesen Faktoren kann z.B. die allgemeine Anpassungsmaßnahme abgeleitet werden, die Wasser-Rückhaltefähigkeit von Flächen mit adäquaten Methoden und an geeigneten Standorten zu erhalten, wiederherzustellen und vor allem zu stärken, um die Defizite der Sommermonate mit den Überschüssen der Wintermonate auszugleichen.

Abbildung 2: Prognostizierte Anzahl der Trockenperioden in Baden-Württemberg pro Jahr



Links: Ist-Zustand (1971–2000), Mitte: Nahe Zukunft (2021–2050), rechts: Ferne Zukunft (2071–2100)

Einschätzung der unterstellten Werte

Die Ensemblebetrachtung der LUBW beruht, wie oben beschrieben, auf dem mittleren Szenario „A1B“ der IPCC-SRES-Szenarien (Erläuterung IPCC siehe Kasten). Die derzeitige Entwicklung der weltweiten Emissionen deutet eher darauf hin, dass dieses Szenario nicht mehr mit der realen Entwicklung übereinstimmt. Es scheint zu moderat für die derzeitige Entwicklung. Ohne in eine Klimahysterie zu verfallen, muss für die Folgebetrachtungen dieser Untersuchung davon ausgegangen werden, dass die herangezogenen Werte für die Klimakennzahlen sich in Richtung einer Verschärfung der Klimawirkungen entwickelt haben.

Organisationen im Zusammenhang mit dem Klimawandel

International wichtiges Gremium bei Fragen der Klimaforschung ist das **Intergovernmental Panel on Climate Change**, kurz IPCC. Das ist ein von den Vereinten Nationen ins Leben gerufene Organisation, die einen aus einer wissenschaftlichen Perspektive die Erkenntnisse zur Klimaforschung zusammenträgt und die potentiellen Umwelt- und sozioökonomischen Auswirkungen beleuchtet. Das IPCC gibt regelmäßig Berichte heraus, in der neue Erkenntnisse eingearbeitet und Modelle aktualisiert werden. Die neueste Veröffentlichung ist der 5. Sachstandsbericht, (IPCC 2014).

Quelle: <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>

In Baden-Württemberg hat der Ministerrat im Mai 2010 das Forschungsprogramm **"Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)"** beschlossen. Das Programm hat das Ziel, den Klimawandel mit seinen Folgen sowie die Möglichkeiten für Anpassungsmaßnahmen für Baden-Württemberg zu untersuchen.

Quelle: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/244199/>

3 Methodenansatz

Der Projektansatz baute auf Fallstudien auf. Die Betrachtung der örtlichen Ebene erfolgte unter Berücksichtigung von Ergebnissen der Klimaanpassungsforschung. Zusätzlich fand eine Beteiligung der Facharbeitsgruppen „Natur und Landschaft“ und „Landwirtschaft“ des Naturparks Südschwarzwald sowie der Austausch mit dem wissenschaftlichen Beirat und der Projektarbeitsgruppe statt.

Das Vorgehen entsprach weitgehend dem geplanten und im Projektantrag formulierten Ansatz (vgl. Anhang 1) und wird im Folgenden näher beschrieben.

3.1 Die Modellbetriebe

Um das gutachterliche Verfahren durchführen zu können, mussten Modellbetriebe ausgewählt werden, welche die typischen Bewirtschaftungsformen im Südschwarzwald widerspiegeln.

Auswahl repräsentativer Modellbetriebe

Ziel des ersten Schritts waren die Identifikation und Auswahl repräsentativer Modellbetriebe im Naturpark Südschwarzwald. Der Schwerpunkt der Betriebe liegt in der Land- und Forstwirtschaft. Die Betriebe sollten – soweit dies für ein Gebiet dieser Größenordnung machbar ist – einen repräsentativen Schnitt der Betriebstypen und Nutzungsarten des Naturparks Südschwarzwald widerspiegeln. Im Ergebnis konnten sechs land- und zum Teil forstwirtschaftliche Betriebe für die Zusammenarbeit gewonnen werden. Diese weisen sowohl regional breite Verteilung im Naturparkgebiet auf als auch ein differenziertes Bewirtschaftungsspektrum. Die Betriebe werden im folgenden Kapitel dargestellt.

Erfassung des Ist-Zustands der Modellbetriebe

Die Arbeit in den Modellbetrieben beinhaltete in der Startphase die Erstellung eines Betriebsspiegels zur Erfassung der derzeitigen Produktionsbedingungen sowie die Inventur der ausgewählten Flächen (Schläge und Bestände). Für die Analyse der Einzelflächen wurden die Daten verschiedener Fachverwaltungen oder privaten Organisationen genutzt und weiter bearbeitet.

3.2 Arbeitsgrundlagen, Karten und Bewertungsansatz

Zur Bearbeitung der kartographischen Verschneidungen stand eine Vielzahl an Eingangsdaten zur Verfügung. Diese mussten für die Analyse und Bewertung vorbereitet werden. Diese Bearbeitung fand unter Verwendung von geographischen Informationssystemen (GIS) statt, die eine flächentreue Datenzuordnung und späterer Ausgabe in Karten ermöglichten.

Technische Umsetzung in Karten und Modellierung

Das Modell zur Errechnung der Eingangsdaten für die Risikoeinschätzung wurde unter Verwendung einer Vielzahl an Software-Produkten erstellt. Insbesondere die Bearbeitung in dem Programm ArcGIS und die Kartenerstellung mithilfe der Atlas-Funktion des Programms Quantum GIS (QGIS) sind hervorzuheben. Ein Großteil der Modellierungen ist in der Programmiersprache Python (Version 2.7) unter der Entwicklungsumgebung Eclipse (Version 1.3.1) entstanden. Einige Analysen und Auswertungen, insbesondere die Flächenbewertung sind in MS-Excel erstellt worden.

Datengrundlage:

Als Grundlage der Berechnungen standen Daten aus unterschiedlichen Quellen zur Verfügung. Insbesondere Standorts-, Nutzungs- und Bestandesdaten waren hier von Interesse. Dieses Datenmaterial wurde dem Projektteam von der LUBW, dem LGL (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung), dem LGRB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) und der FVA-BW (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg) zur Verfügung gestellt. Eine genaue Darstellung der Datenquellen und Dateiformate gibt Tabelle 1 wieder.

Tabelle 1: Datengrundlage für die Berechnung der Klimaparameter, Standort, Baumrisikokarten, Nutzungen und Bodeneigenschaften

Datentyp	Datenquelle	Datenformat
Modellbetriebe, Naturpark Südschwarzwald, Flurstücke, Schläge, Naturschutzflächen	LGL, FVA, LUBW	Vektordaten
Karten Baumrisiko, Betriebsgutachten	FVA, Forsteinrichter	Raster, PDF, Tabellen.
Bodendaten (Bück50)	LGRB	Vektordaten
Klimadaten	LUBW	ASCII-Dateien
Reference grid	EEA: www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-1	1km grid, 10km grid
EU-DEM dataset: Digitales Geländemodell (DGM)	STRM (USGS): http://www.usgs.gov/	Raster 30x30km

Auf Basis dieser Sach- und Geodaten wurde eine GIS-basierte Analyse der räumlichen Beziehungen durchgeführt.

Die Klimadaten der LUBW wurden im ASCII-Datenformat an UNIQUE übergeben. Die enthaltenen Ergebnisse und Kennzahlen für die Auswertung der Klimaprojektionen und die Perzentile der berücksichtigten Werte konnten nun in ein GIS eingelesen werden. Als Perzentile der Klimaberechnung wurden das 15., das 50. und das 85. Perzentil ausgewählt. Hierbei handelt es sich jeweils um den Wert, bei welchem die Anzahl der Beobachtungen durch hundert geteilt wird und die jeweils genannte Anzahl von Hundert (bei 50. Perzentil z.B. 50 von 100 Teilen) sich unterhalb des gesuchten Wertes befindet. Diese Daten sind nach Modellperioden unterteilt: Ist (1971-2000), nahe Zukunft (2021-2050) und ferne Zukunft (2071-2100). Sämtliche Klimadaten sind als Raster in 25x25km oder 7x7km Auflösung vorhanden (vgl. Tabelle 2).

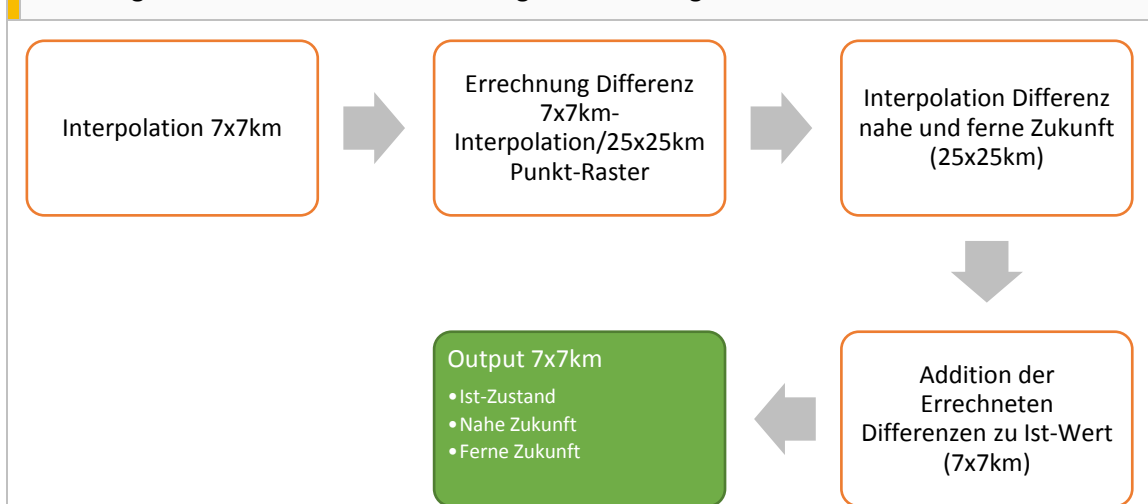
Tabelle 2: Ausgewählte Datenbestände und Berechnungsvariablen (Vorgabe der LUBW)

Meteorologische Kennzahlen (Klimaparameter):	Untergliederung der Klimaparameter	Berechnungsvariable (lt. LUBW)	Rasterauflösung [km]	Verfügbare Zeitreihen:
Globalstrahlung	<ul style="list-style-type: none"> - Perzentile - Absolute Werte - jährliche Werte - Übersichtsdaten 	Perzentile	-7x7	1971-2000
Niederschlag			-25x25	2021-2050
Temperatur				2071-2100
Wind				

Erhöhung der nativen Auflösung naher und ferner Zukunfts-Modelle:

Um das Datenmaterial so detailliert wie möglich bereitzustellen und eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde die geringere Auflösung der Zukunfts-Modelle von 25x25 km auf 7x7 km erhöht. Dieser Arbeitsschritt wurde für insgesamt 13 Variable durchgeführt. Ausgewählt wurden die Klimafaktoren Frosttage, Temperaturmittel, Tropentage, Beginn der Vegetationszeit sowie Niederschlag in den Sommer- und Wintermonaten.

Die Erhöhung der Auflösung erfolgte mittels Interpolation der 7x7 km Punkt-Daten des Ist-Zustands mittels Spline (vorgeschriebene Interpolationsmethode zur homogenen Schätzung nicht vorhandener Werte zwischen den als Punktdaten vorliegenden Messwerten) auf ein flächendeckendes Raster. Diese wurden auf das 25x25 km Punkt-Raster übertragen bzw. die Differenz an den nahen und fernen Zukunfts-Punkten zu den Interpolierten Werten des Ist-Zustandes. Daraufhin wurden die Differenz-Werte der nahen und fernen Zukunft in geringerer Auflösung interpoliert und zu den Werten des 7x7 km Layers addiert bzw. subtrahiert.

Abbildung 3: Arbeitsschritte zur Anhebung der Auflösung

Die Klimadaten der einzelnen Betriebe wurden anhand des Zentroids (geometrischer Mittelpunkt) aller Betriebsflächen aus einer erneuten Interpolation der neu entstandenen 7x7km Punkt-Raster extrahiert.

Die Klimarisiken wurden unter Verwendung von Microsoft-Excel, für jeden Betrieb gutachterlich durchgeführt (vgl. folgendes Kapitel).

Ein Großteil der betrieblichen Datenbestände lag in nicht georeferenzierter Form vor (Excel, Papierform, mündliche Aussagen). Diese Daten wurden im Rahmen des Projektes in Geodaten überführt, um eine lagebezogene Analyse zu ermöglichen.

3.3 Bewertung der Schläge und Bestände

Klimafolgen- und Gefährdungsbewertung

Um die einzelnen Flächen hinsichtlich ihrer Risikogefährdung und potenziellen klimatischen Entwicklungen zu beurteilen, war die Erarbeitung eines Systems nötig, das eine thematische Verschneidung der unterschiedlichen Eingangsdatenbestände ermöglicht. Im Zentrum der Bewertung stand eine Methodik, die auf einer Vereinheitlichung räumlicher Auflösungen und Zusammenführung unterschiedlicher Einflussfaktoren in ein Bewertungsschema bestand. Ziel war es, für die ferne Zukunft eine flächenbezogene Entwicklungsprognose abzugeben, die die Standortdaten und Klimadaten in Bezug auf die Bewertung der Klimawirkung /-gefährdung zusammenfasst.

Während der folgenden Betriebsbesuche wurde versucht, die konkreten Auswirkungen auf die land- und forstwirtschaftlichen Betriebe zu erfassen. Um in weiterer Folge Risikokarten in verständlichen und einheitlichen Bewertungsmustern zu erstellen, war eine Reduktion und Kombination vieler klimatisch bedeutsamer Faktoren auf einige wenige Faktoren wichtig. Schließlich wurden acht Variable festgelegt.

Für die Ertragskraft wurden zwei Variable bestimmt: die Auswirkungen auf die Ertragsleistung und die Auswirkungen auf die Produktqualität. In Bezug auf die Klimagefährdung wurden sechs Variable genutzt: darunter sind drei Faktoren mit Temperaturbezug (Durchschnittstemperatur, Spät-Frühfrost, Hitzetage), zwei Faktoren den Niederschlag betreffend (Trockenheit und Dürreperioden; Starkregen und Hagel) sowie einen Faktor in Bezug zu biotischen Schäden (Krankheitserreger, Insekten, Pilze).

Für die nachfolgenden Bewertungsbeispiele der beiden Waldflächen gibt Tabelle 3 die entsprechenden Eingangsparameter wieder.

Tabelle 3: Verwendetes Datenmaterial und thematische Verschneidung

	Kategorie	Beschreibung
Standortsdaten	a. Höhe	Höhe über Normal Null (m ü. NN.)
	b. Hangneigung	Hangneigung in Grad
	c. Exposition	Hangexposition - Strahlungsexposition
	d. Bodentyp	Beschreibung des Bodens
	e. Wasser	Klassifizierung der Nutzbaren Feldkapazität (NFK) auf einer Skala von 1 bis 5
	f. Nährstoffhaushalt	Klassifizierung der Kationen Austauschkapazität (KAK) auf einer Skala von 1 bis 5
Klimadaten	a. Frosttage	Anzahl der jährlichen Tage mit Temperaturen des Tagesminimums unter 0°C
	b. Temperaturmittel	Jahresdurchschnittstemperatur in jeweiliger Klimaperiode
	c. Tropentage	Anzahl der jährlichen Tage an denen das Temperaturmaximum über 30°C liegt
	d. Vegetationsbeginn	Der prognostizierte Vegetationsbeginn in Kalendertagen
	e. Niederschlag Sommer	Niederschlag in den Sommermonaten (Mai - Oktober)
	f. Niederschlag Winter	Niederschlag in den Wintermonaten (November - April)
Die beiden Datenbestände zu den Klima- und Standortdaten wurden miteinander thematisch verschnitten und in acht Bewertungskriterien eingeteilt, auf welchen die Risikobewertung und Evaluierung der Klimatauglichkeit beruht.		
Klimawirkung /-gefährdung	a. Produktivität	Veränderung der Produktivität
	b. Qualität der Produkte	Veränderung der Holzqualitäten (Biotisch/Abiotische)
	c. Verschiebung	Verschiebung des baumartenspezifischen Temperaturoptimums
	d. Spät-/Frühfrost	Risiko von Schäden/Produktionseinbußen durch verfrühte/verspätete Frostereignisse
	e. Hitzestress	Belastung der einzelnen Baumarten durch zu hohe Temperaturen
	f. Trockenheit	Belastung der einzelnen Waldbestände durch Trockenheit/ausbleibenden Niederschlag
	g. Starkregen/Hagel	Belastung der Blattoorgane durch Hagel oder Absterben von Wurzelorganen durch Sauerstoffarmut bei temporären Überflutungsereignissen
	h. Befallsdruck	Befallsdruck durch verstärkte/verminderte Aufkommen und Anzahl der Generationen von Schadinsekten

Für die Bewertung der acht Variablen wurde eine Bewertungsskala von -2 (starke negative Veränderung) über 0 (keine Veränderung) bis +2 (starke positive Veränderung) herangezogen. Auf Basis der Einzelbewertungen von Schlägen und Beständen wurde eine Risikoeinschätzung für die jeweilige konkrete Fläche getätigt. Die Bewertung erfolgte in einem Team von Forst- und Landwirtschaftsexperten. Zu beachten ist, dass nicht unbedingt alle Variable eines Bestandes in eine Richtung wirken. Eine längere Vegetationszeit kann die Produktivität erhöhen (positive Bewertung), gleichzeitig bergen Sommertrockenheit und biotische Faktoren jedoch hohe Produktionsrisiken (negative Bewertung).

Auf Basis der Sichtung aller Variablen wurde eine Risikobewertung der Bestände getätigt, welche ebenfalls auf einer Skala von -2 bis +2 rangiert. In der finalen Karte wurde die Risikobewertung in Form einer klassifizierten Farbskala (rot [-2 bis -0,5], gelb [-0,5 bis 0], grün [0 bis 2]) dargestellt. Nach der Bewertung erfolgte eine Rückkopplung der Ergebnisse mit den Bewirtschaftern. Ergab sich aus der Diskussion mit den Landwirten eine andere Beurteilung, dann wurden die Ergebnisse angepasst.

Im Folgenden sind vier Bewertungsbeispiele, je zwei für Wald und Grünland, exemplarisch angefügt (Tabelle 4 und Tabelle 5).

3.4 Diskussion von Anpassungsmaßnahmen

Die Anpassungsmaßnahmen wurden mit den Landwirten und mit dem Beirat diskutiert und durch Literaturrecherchen ergänzt. Klimaanpassungsstrategien wurden daher insbesondere für die einzelnen Nutzungsarten diskutiert (Schritt 4: Ableitung einer Klimaanpassungsstrategie). Für den Naturpark Südschwarzwald wurden Empfehlungen ausgearbeitet, die sich damit beschäftigen, wie sich wie der Naturpark sich als Dachorganisation und mit Fokus auf viele verschiedenen Handlungsfelder einen stärkeren Fokus auf das Thema Klima legen kann (Schritt 5: Ergebnis „Klimaanpassungsstrategie Landschaft“).

Tabelle 4: Exemplarisches Bewertungsbeispiel für zwei Waldbestände

Verwendete Bestandesdaten														
Bestand	Altersklasse		Haupt-Baumart		Fläche [ha]		dGz100 [Vfm/ha]*		Vorrat [Vfm/ha]					
BAh 35, Es 30; Fi 20, Ta 10, Er	IV		BAh		0,8		6		410					
Fi 100 (Fo, Bi, BAh, Ei)	III		Fi		0,7		11		330					
Jüngere Bestände, ein Laubholz- ein Fichten-dominierter Bestand mit geringen Mischanteilen.														
Eingehende Standortdaten														
Bestand	Höhe [m ü.N.N.]		Hang-neigung		Exposition		Bodentyp		Wasser-haushalt		Nährstoff-haushalt			
BAh 35, Es 30; Fi 20, Ta 10, Er	688		45°		SW		B(p)m-t		2		1,3			
Fi 100 (Fo, Bi, BAh, Ei)	730		45°		S		B(p)m-t		2		1,3			
Höhenlage rund 700m ü.N.N., damit montane Waldgesellschaften. Südliche bis südwestliche Exposition auf mesotrophen bis oligotrophen Braunerdestandorten.														
Verwendete Klimadaten														
Bestand	Frosttage [d]		Temp. Mittel [°C]		Tropentage [d]		Veg. Beginn [d]		Nieder-schlag Sommer [mm]		Nieder-schlag Winter [mm]			
	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***		
BAh 35, Es 30; Fi 20, Ta 10, Er	92	46	7	10	1	4	100	83	776	710	870	1041		
Fi 100 (Fo, Bi, BAh, Ei)	92	46	7	10	1	4	100	83	776	710	870	1041		
Starker Rückgang an Frosttagen; ein durchschnittlicher projizierter Temperaturanstieg von 3 °C; Vegetationszeit beginnt im Schnitt 17 Tage früher; Sommerniederschlag verzeichnet mit -60mm einen leichten Rückgang; Winterniederschlag wird voraussichtlich um 170mm zunehmen.														
Gutachterliche Bewertung für die ferne Zukunft (FZ 2071 bis 2100)														
Bestand	Verschiebung		Spät-/Frühfrost		Hitzestress		Trockenheit		Starkregen/Hagel		Befallsdruck		Risiko	
BAh 35, Es 30; Fi 20, Ta 10, Er	1		-1,5		0		-0,5		-0,5		-1		-0,3	
Fi 100 (Fo, Bi, BAh, Ei)	1		-0,5		-1,5		-1,5		0		-1,5		-0,6	
Verschiebung des Temperaturoptimums für alle Baumarten im positiven Bereich, da sich der Bestand in aktuell relativ gemäßiger Klimatönung befindet.														
Spät- und Frühfrostisiko wird zunehmen, insbesondere für Laubhölzer.														
Hitzestress in heißen Sommermonaten wird Fichte vermehrt treffen.														
Trockenheit: Wasserbilanz wird sich insbesondere auf südexponierten, mittel- bis flachgründigen Standorten negativ entwickeln. Dies trifft insbesondere die Fichte.														
Befallsdruck durch Insekten und Pilze wird erwartungsgemäß zunehmen, da Temperaturen und Luftfeuchte zunehmen werden, bei gleichzeitiger Reduktion von Frostereignissen.														

* dGz100: errechneter durchschnittlicher jährlicher Gesamtzuwachs je Hektar über 100 Jahre Bestandesalter [Vfm/a/ha]

** Ist: errechnete Klimadaten auf Basis 30 jähriger Messreihen von 1971 bis 2000

*** FZ (ferne Zukunft): projizierte Klimadaten auf Basis verschiedener Klimamodelle von 2071 bis 2100

Tabelle 5: Exemplarisches Bewertungsbeispiel für zwei Grünlandflächen

Verwendete Standortdaten														
Grünlandfläche	Höhe [m ü.N.N.]		Hangneigung		Exposition		Bodentyp		Wasserhaushalt		Nährstoffhaushalt			
Wiesen Tröndle	1013		2		S		Bm,t',t		2,3		2,3			
Wiesen Riebe	708		2		NW		AG		2,3		1,3			
Höhenlage rund 700 und 1000m ü.N.N.. Südliche und nordwestliche Exposition auf mittel- bis tief entwickelte Braunerde- und Auegleyböden.														
Verwendete Klimadaten														
Grünlandfläche	Frosttage [d]		Temp. Mittel [°C]		Tropentage [d]		Veg. Beginn [d]		Durchschnittsniederschlag [mm]		Anzahl Tage Starkregen			
	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***	Ist **	FZ ***		
Wiesen Tröndle	105	52	7,4	10,9	2	21,5	100	83	1313	1204	5,6	6,4		
Wiesen Riebe	101	67	7,0	9,2	0,8	7,7	101	91	940	1073	2,8	4,6		
Starker Rückgang an Frosttagen; ein durchschnittlicher projizierter Temperaturanstieg von 2-3 °C; Vegetationszeit beginnt 17-10 Tage früher; Durchschnittsniederschlag wird sich mit 109 mm mindern auf Betrieb Tröndle, und mit 133 mm auf Betrieb Wiese zunehmen. Der Niederschlag wird vor allem im Winter und Herbst zunehmen und im Sommer eher abnehmen. Starker Anstieg der Tage mit Starkregen.														
Gutachterliche Bewertung für die ferne Zukunft (FZ 2071 bis 2100)														
Grünlandfläche	Verschiebung		Spät-/Frühfrost		Hitzestress		Trockenheit		Starkregen/Hagel		Befallsdruck		Risiko	
Wiesen Tröndle	2		-1		0		-1		0		-1		-0,2	
Wiesen Riebe	2		-1		0		1		0		-1		0,2	
Produktivität wird erwartungsgemäß etwas zunehmen, bedingt durch erhöhte Temperatur, Vegetationszeit, und Niederschlag.														
Die Qualität wird durch erhöhtes Risiko auf Mäuse und Pilzbefall sowie Trockenheit im Sommer und mehr Nässe im Winter (vor allem auf Betrieb Riebe) negativ beeinflusst.														
Verschiebung des Temperaturoptimums wird für beide Grünlandflächen eine positive Auswirkung haben.														
Spätfrostisiko wird zunehmen.														
Hitzestress spielt keine wichtige Rolle, allerdings wird der Trockenheit im Sommer auf dem Betrieb Tröndle eine negative Auswirkung haben. Mit Auegley-Böden (viel Nässe) wird Trockenheit auf dem Betrieb Riebe positiv auswirken.														
Befallsdruck durch Mäuse und Pilze (Schneeschimmel) wird erwartungsgemäß zunehmen.														

4 Die Modellbetriebe im Überblick

4.1 Vom Betrieb zur Region: die Modellbetriebe

Klimagefährdung und Klimaanpassungsstrategien für Land- und Forstwirtschaft auf globaler oder auch Bundeslandebene sind vielfältig untersucht und beschrieben worden. Der Ansatz der vorgelegten Untersuchung war, Schlussfolgerungen und Empfehlungen für eine Region auf der Basis einer Untersuchung von Modellbetrieben abzugeben.

Grundlage für die Auswahl der Modellbetriebe waren Kriterien, die während der Sitzungen des wissenschaftlichen Beirats und der Projektarbeitsgruppe zu Projektbeginn im Jahr 2014 definiert wurden. Die Betriebe sollten jeweils mehrere der folgenden Nutzungsarten aufweisen

- Grünland (Weiden und Mähwiesen)
- Futterbau/Ackerbau
- Wald
- Sonderkulturen
- Landschaftspflege.

Daneben spielten folgende Faktoren zusätzlich eine Rolle:

- hohe Relevanz des Einkommens aus der Land- und Forstwirtschaft für das Familieneinkommen
- eine Gesamtbetriebsgröße von über 30 Hektar
- Aufnahmepotenziale für weitere Flächen (potenzieller „Auffangbetrieb“)
- eine weite naturräumliche Verteilung der Betriebe im Naturparkgebiet.

Mit Unterstützung der Projektarbeitsgruppe konnten sechs Betriebe für die Zusammenarbeit gewonnen werden. Einen Überblick über die Betriebe und deren Charakteristika gibt die nachstehende Tabelle 6.

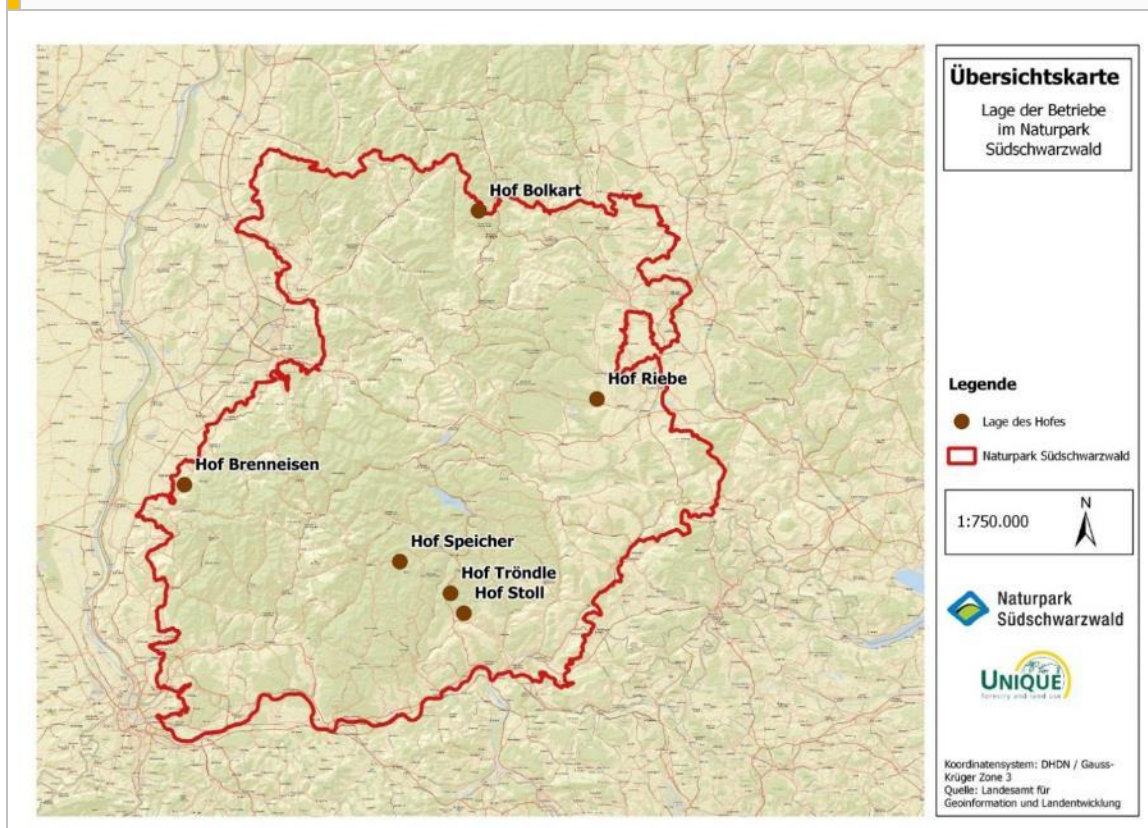
Tabelle 6: Modellbetriebe		
Betrieb	Ort	Betriebszweige
Bolkart	Schonach	Wald, Grünland, Mutterkühe, Christbäume
Tröndle	Höchenschwand	Wald, Grünland, Milchkühe, Ackerbau
Stoll	Küssaberg	Ackerbau, Sonderkulturen, Direktvermarktung (Beeren)
Speicher	Oberibach	Wald, Grünland, Mutterkühe
Brenneisen	Sulzburg	Obstbau, Weinbau
Riebe	Bräunlingen	Milchvieh, Ackerbau, Wald

4.2 Lage der Modellbetriebe im Naturpark Südschwarzwald

Die ausgewählten sechs Betriebe sind in Abbildung 4 aufgeführt. Das Betriebsspektrum ist breit und deckt die Vielzahl von Produktionsbereichen ab. Gleichzeitig sind die Betriebe räumlich über das Gebiet des Naturparks Südschwarzwald verteilt mit einer Konzentration von drei Betrieben im Raum Höchenschwand.

„Klimagefährdung und -anpassung“ war für die Betriebe zunächst ein eher abstraktes Thema. Durch die langen Betrachtungszeiträume („ferne Zukunft“) scheint es zunächst für anstehende Entscheidungen in der Betriebspraxis eine geringe Rolle zu spielen. Bei den Flächenbegängen und Diskussion wurde jedoch deutlich, dass die Betriebsleiter an einem intensiven Austausch zu klimarelevanten Themen im Rahmen des Projektes sehr interessiert waren. Die Sensibilität für das Thema Klimawandel konnte, nicht zuletzt durch den außergewöhnlich trockenen und warmen Sommer 2015, gestärkt werden.

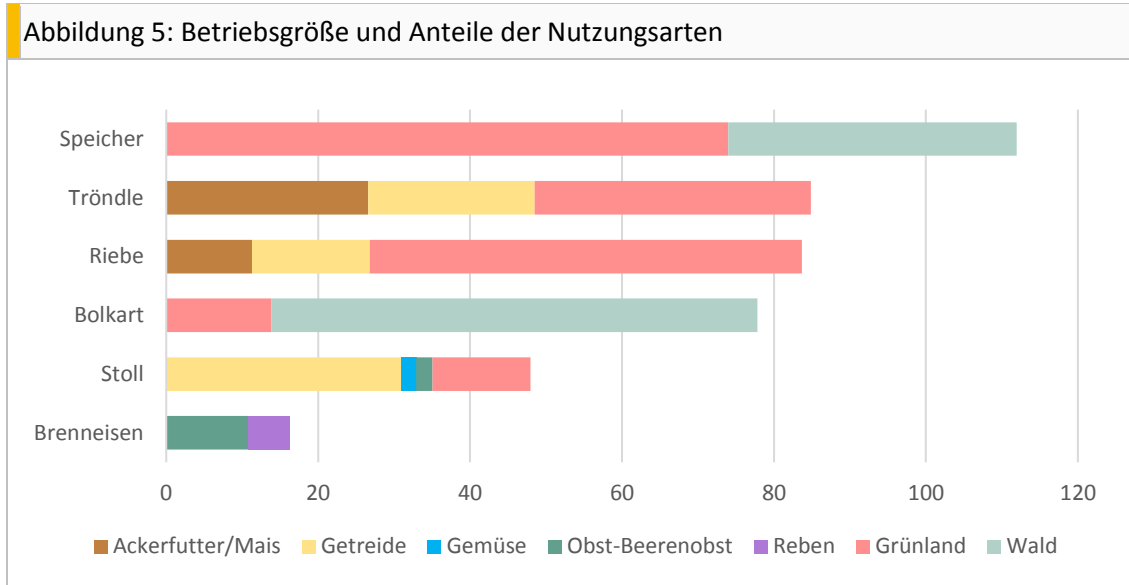
Abbildung 4: Lage der Modellbetriebe im Naturparkgebiet



4.3 Nutzungsarten der Modellbetriebe

Insgesamt wurden in den sechs Betrieben 431 Hektar Fläche untersucht. Die Betriebsgrößen schwanken dabei zwischen 16 Hektar (kleinster Betrieb - Brenneisen; Wein- und Obstbau) und 127 Hektar (Betrieb Speicher, Grünland und Wald). Die ausgewählten Modellbetriebe haben, wie bereits beschrieben, sehr unterschiedliche Zusammensetzungen an Landnutzungsflächen und unterschiedliche Betriebsstrategien (Nebenerwerb/Haupterwerb; Zulieferbetrieb zur eigenen Weiterverarbeitung/Handel; Rolle der Eigenleistung etc.).

Die ausführlichen Profile der sechs Modellbetriebe, deren Klimabetroffenheit und mögliche individuelle Anpassungsmaßnahmen werden in Anhang 2 vorgestellt.



Die Nutzungsarten verteilen sich auf die Fläche wie den folgenden Abbildungen und Tabellen dargestellt.

- Auf 8 % der Fläche werden Ackerfutter und Mais, auf 16 % der Fläche Getreide (Weizen, Dinkel, Gerste, Triticale) angebaut.
- Gemüse (Rhabarber) stellt 0,5 % der Flächen (auf diesen Flächen sind aus technischen Gründen auch die Erdbeerflächen hinzugerechnet worden).
- Obst und Beerenobst (Apfel, Birne, Zwetschge, Heidelbeeren,) stellen 3 % der untersuchten Fläche
- Die Rebfläche beträgt 1 %.
- Das Grünland stellt mit 48 % den Großteil der untersuchten Fläche. Es teilt sich in Weiden (15 %) und Mähwiesen/Mähweiden (33 %) auf.
- Waldflächen machen 24 % der Gesamtfläche aus, Weihnachtsbaumkulturen 0,1 %.

Abbildung 6: Verteilung der Nutzungsarten innerhalb der sechs Modellbetriebe

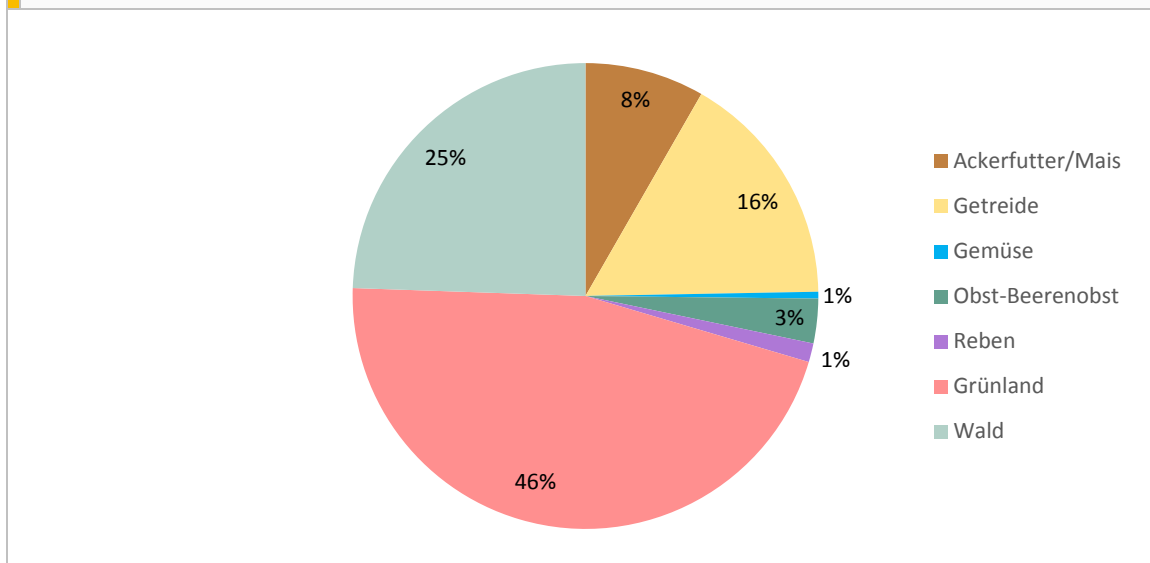


Tabelle 7: Verteilung der Flächen nach Nutzungsarten innerhalb der sechs Modellbetriebe

Nutzungsart	Betriebe und Flächenangaben [ha]						Gesamt
	Bolkart	Brenneisen	Riebe	Speicher	Stoll	Tröndle	
Ackerfutter/Mais	0,0	0,0	10,9	0,0	0,0	23,7	34,6
Getreide	0,0	0,0	15,5	0,0	30,9	21,9	68,4
Gemüse	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0
Obst-Beerenobst	0,0	10,7	0,0	0,0	1,5	0,7	12,9
Reben	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
Grünland	13,9	0,0	55,0	88,8	12,9	35,8	206,3
Wald	63,9	0,0	0,0	37,9	0,0	0,0	101,9
Weihnachtsbäume	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Gesamtfläche	78,1	16,2	81,4	126,8	47,3	82,1	431,7

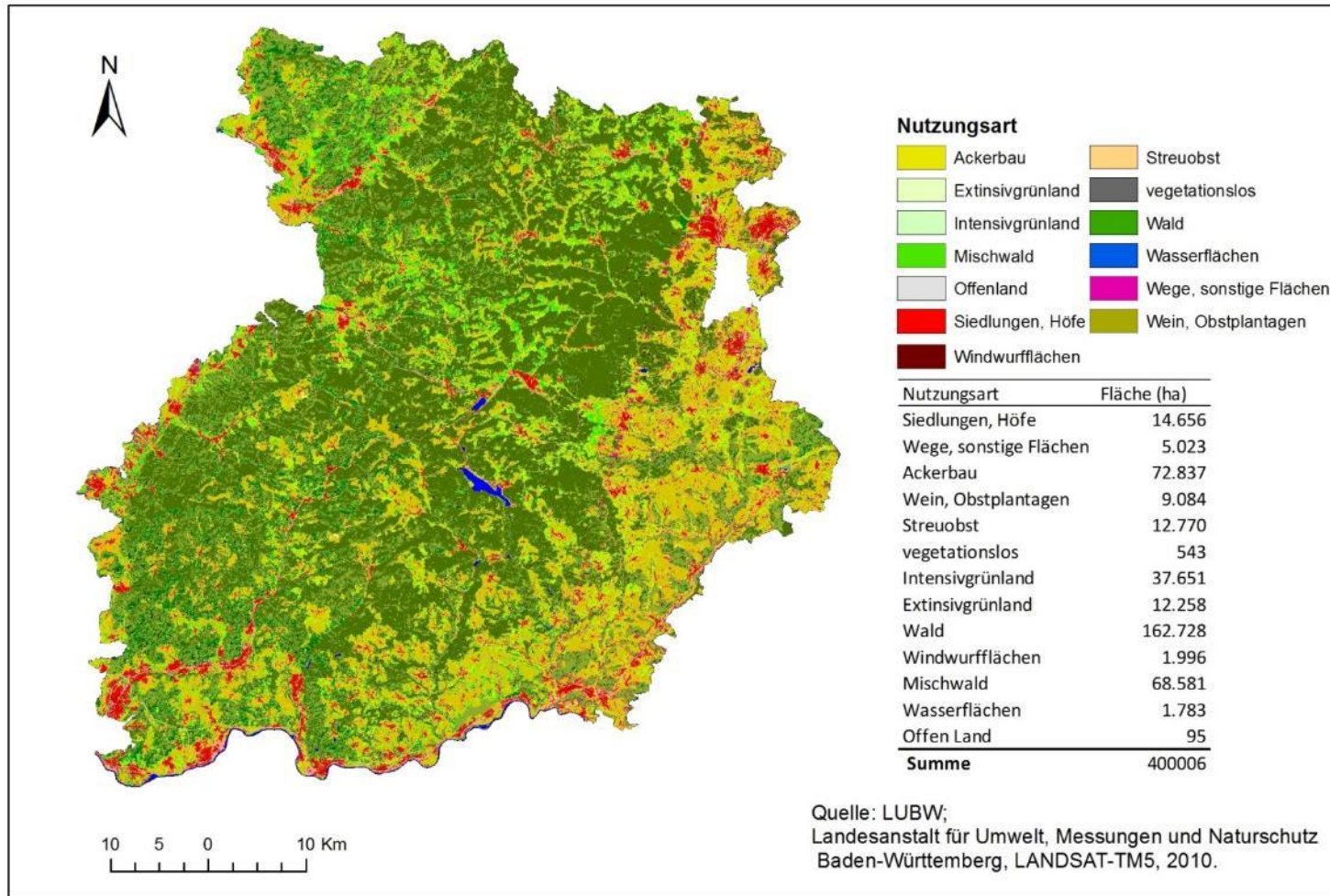
Ein Vergleich der Flächen der Modellbetriebe mit den Nutzungsklassifizierungen des Naturparkgebietes ergibt, dass ca. 0,1 % der Fläche des Naturparks Südschwarzwald (ohne Siedlungs- und Infrastrukturflächen sowie Blößen etc.) mit den analysierten Betrieben erfasst wurde (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Nutzungsarten im Naturparkgebiet und in den Modellbetrieben

Nutzungsart (NP)	Fläche (ha)	Betriebe/ha	Anteil
Ackerbau	72.837	108	0,15%
Obst-Beerenobst-Reben	21.854	18	0,08%
Wiese / Intensivgrünland	37.651	141	0,37%
Weide / Extensivgrünland	12.258	67	0,55%
Wald	231.309	102	0,04%
Summe	375.909	437	0,12%

Mit der Betriebsauswahl wurden die verschiedenen Nutzungsarten im Naturpark Südschwarzwald erfasst. Es wurde ein weites Spektrum möglicher Betriebstypen einbezogen. Die räumliche Verteilung der Betriebe im Naturparkgebiet ist breit gestreut. Ein Schwerpunkt liegt im Raum Höchenschwand. In die Untersuchung konnten unterschiedliche Höhenlagen und Standorte aufgenommen werden. Insgesamt konnte eine, soweit es für das extrem strukturreiche Gebiet des Naturparks Südschwarzwald möglich war, repräsentative Auswahl an Betrieben einbezogen werden.

Abbildung 7: Nutzungsarten im Naturpark Südschwarzwald



5 Ergebnisse von Klimabetroffenheit und Anpassungsstrategien

Auf Basis der Ergebnisse, die im Wesentlichen auf die Untersuchungen in den Modellbetrieben basieren, werden im Folgenden die Klimabetroffenheit vorgestellt und Anpassungsstrategien diskutiert.

5.1 Grünland, Milchvieh und Mutterkuhhaltung

5.1.1 Grünland: dominierende landwirtschaftliche Nutzung

Für vier der sechs Modellbetriebe ist die Grünlandbewirtschaftung ein wichtiger Teil des Betriebes. Betrieb Riebe bewirtschaftet die meisten Grünland Flächen (95 Hektar), Betrieb Speicher hat 76 Hektar Grünland, Betriebe Tröndle und Bolkart bewirtschaften die wenigsten Grünland Flächen (36 und 20 Hektar). Grünland wird durch die Nutzungsart unterschieden in: Wiesen (Nutzung für Heu- oder Silagegewinnung), Weiden (für den Weidegang zumeist für Rinder) und Mähweiden (für die Grundfutterwerbung und zum Weidegang).

Die Grünlandbewirtschaftung der Modellbetriebe wird zwischen 700 und 1100 m ü.NN betrieben. Die Böden sind zumeist mittel bis tief entwickelte (podsolige) Braunerden, zu wenigen Prozenten Gleyböden, im Osten auch Pelosole und Rendzinen (Hof Riebe) in sehr unterschiedlicher Exposition und Geländelage (von Talmulde bis Kuppe). Es überwiegen ebene bis schwach geneigte Lagen (<10° Neigung). Weiden besitzen vereinzelt bis 40° Hangneigung.

Für die Milchviehbetriebe Tröndle und Riebe, aber auch für die Betriebe mit Mutterkuhhaltung (Speicher und Bolkart), sind Wiesen und Mähweiden zur Grundfuttergewinnung sehr wichtig, da Futterkosten einen hohen Kostenfaktor in der Milchvieh- und Mutterkuhhaltung darstellen. Höhenlage und Hangneigung bestimmen wie die Flächen bewirtschaftet werden können und wie die Bewirtschafter auf mögliche Störungen und Schäden (z.B. durch Mäuse, Schneeschimmel, Erosion, Trittschäden) reagieren können. Düngung und regelmäßige Bewirtschaftung durch Mähen und/oder Beweiden sind auf vielen Flächen wichtig, um ein rasches Zuwachsen der Flächen und eine Verschlechterung der Futterqualität und damit der Beweidungsattraktivität für Rinder zu verhindern.

Für alle Betriebe, mit Ausnahme der Betriebe Bolkart und Stoll, stellt das Grünland zusammen mit der Milchvieh- oder Mutterkuhhaltung die wichtigste Einkommensquelle dar. Die Arbeit wird meistens in Eigenleistung erbracht und beträgt zwischen 20 % (Betrieb Bolkart) und 75 % (Betrieb Riebe) des gesamten Arbeitseinsatzes.

Abbildung 8: Grünlandfläche des Betriebs Bolkart (vorn Mitte ein Quellhorizont mit Seggenbewuchs)



Abbildung 9: Extensive Weideflächen (Betrieb Speicher)



Abbildung 10: Der Milchviehstall mit 156 Kuhplätze wurde in 2010 gebaut (Betrieb Tröndle)



5.1.2 Klimarisiken für Grünland und Viehhaltung

Prognosen der Klimaentwicklung

Die nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für die vier Grünland und Viehhaltungs-Betriebe. Dabei kann der Hof Bolkart die mittleren Bedingungen am besten repräsentieren. Die nachfolgende Tabelle fasst die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für den Hof Bolkart zusammen.

Tabelle 9: Klimaprognose - Hof Bolkart - Schonach

Klimaparameter	„Ist-Zustand“ (1971 - 2000)	„Nahe Zukunft“ (2021 – 2050)	„Ferne Zukunft“ (2071 – 2100)	Qualität Klimasignal
Durchschnittstemperaturen (°C)	7,1	8,3 (+ 18%)	10,2 (+ 44%)	Gut
Beginn der Vegetationsperiode (Tage nach dem Jahresbeginn)	100	92 (- 8 T.)	83 (- 17 T.)	Gut
Anzahl Frosttage (Temperaturminimum <0°C)	92	69 (-25%)	46 (- 50%)	-
Durchschnittsniederschlag (mm) / Jahr	1646	1733 (+ 5%)	1836 (+ 12%)	Sehr mäßig
Sommer - Niederschlag (mm)	776	766	710	Sehr mäßig

Tabelle 9: Klimaprognose - Hof Bolkart - Schonach

	(%)	(- 1)	(- 9%)	
Winter - Niederschlag (mm)	870	933 (+ 7%)	1041 (+ 20%)	Sehr mäßig
Klimatischer Wasser-Bilanz (mm) (≈Niederschlag – Evapotranspiration)	1263	1326 (+ 5%)	1383 (+ 10%)	Mäßig – sehr mäßig
Anzahl Tage ohne Niederschlag	207	207 (~ 0%)	207 (~ 0%)	Mäßig
Anzahl Tage Starkregen (> 25mm / Tag)	12	13 (+ 9%)	13 (+ 10%)	Mäßig – sehr mäßig

Allgemeine Klimarisiken

Höhere mittlere Temperaturen und eine längere Vegetationszeit, in Kombination mit einem CO₂-Düngeeffekt (Steigerung der Photosynthese und Minderung der Transpiration mit höherem CO₂-Gehalt), können ohne Sommertrockenheit zu einer höheren Flächenproduktivität führen. Studien gehen von 10 % bis 20 % aus (Flaig, 2008, in: Herausforderung Klimawandel). Allerdings spielen die Artenmischung des Grünlands, die Nutzung und die Lage eine wichtige Rolle. Tiefgründige Böden und ein gleichmäßiger Niederschlag in der Vegetationsperiode fördern die Ertragsleistung. Allerdings kann eine Zunahme von tiefwurzelnden, konkurrenzkräftigen Unkräutern bei gleichzeitiger Abnahme wasserbedürftiger Weidelgräser die Futterqualität verringern.

Spätfrost kann im Grünland, vor allem mit sonnigem und windigem Wetter, zum „Frosttrockentod“ führen: durch entsprechende Lufttemperaturen und Sonneneinstrahlung wird eine Photosyntheseleistung angeregt, Wasser verdunstet bei allerdings noch gefrorenem Boden. Die Folge durch die ausbleibende Bodenwasseraufnahme der Pflanze sind Frostschäden. Spätfrostschäden im Grünland führen bei dem Betrieb Speicher oft zu fehlendem Aufwuchs und verursachen Ertragsverluste.

Sommertrockenheit beeinflusst den Grünlandertrag ebenfalls negativ. Traditionelle Grünlandgebiete können dadurch ihre Standortgunst verlieren. Der trockene Sommer 2015 hat zum Beispiel beim Betrieb Tröndle den Grünlandertrag um 30 % reduziert. An manchen Standorten war zwar die Mengenleistung noch ausreichend, aber die Qualität wurde erheblich reduziert. Eine Beobachtung ist, dass Wurzelunkräuter, wie zum Beispiel der Ampfer, durch die niederschlagsärmere Sommer zunehmen werden.

Starkregen behindert den Weidegang, da bei zu viel Nässe in höherem Maße Trittschäden auftreten und in Folge der Grünlandertrag negativ beeinflusst wird.

Abbildung 11: Schneeschimmelbefall im Grünland (Betrieb Bolkart)



In der Rinderhaltung können Hitze und hohe Luftfeuchtigkeit („Hitzestress“) die Futteraufnahme und Milchleistung bis zu 20 % reduzieren. Auch in Mittelgebirgslagen steigt durch die Zunahme der Tropentage die Möglichkeit von Hitzestress. Dieser Hitzestress kann auch erhebliche Folgen für den Erfolg der Reproduktion haben (Verband der Landwirtschaftskammern, 2012). Ursächlich hierfür sind temperaturlingebundene Fruchtbarkeitsstörungen. In der Futtermittellversorgung können insgesamt höhere Temperaturen und auch Hitzetage zur Austrocknung von Silagen an den Öffnungsstellen führen.

Für die Gesundheit des Milchviehs resultieren künftige Gefahren aus Klimawandel in Verbindung mit der Globalisierung. Vor allem für Vektor-übertragene Krankheiten (also Krankheiten die von Gnitzen, Mücken und Zecken übertragen werden), die in wärmeren Klimazonen von Bedeutung sind, wird eine höhere Verbreitung vorausgesagt. Auch einheimische Vektoren werden vom Klimawandel profitieren, mit mehr Tochterpopulationen, kürzeren Reifephasen und kürzeren Inkubationszeiten. Abhängig von Jahreszeit und Populationsdynamik können Mäuse große Schäden im Grünland verursachen, bedingt durch ein Absterben oder eine Schwächung von Pflanzen. Feuchte Witterung, Temperaturen zwischen 0° C und 8° C und Bedeckung können den Befall von Rasengräsern mit Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) begünstigen.

Konkrete Klimarisiken der Modellbetriebe

In den Gesprächen mit den Landwirten wurde für jede Nutzungsart eine Netzdarstellung der Klimabetroffenheit entwickelt. Diese umfasst sechs Faktoren: drei Faktoren besitzen Temperaturbezug, zwei Faktoren betreffen den Niederschlag und ein Faktor nimmt Bezug auf

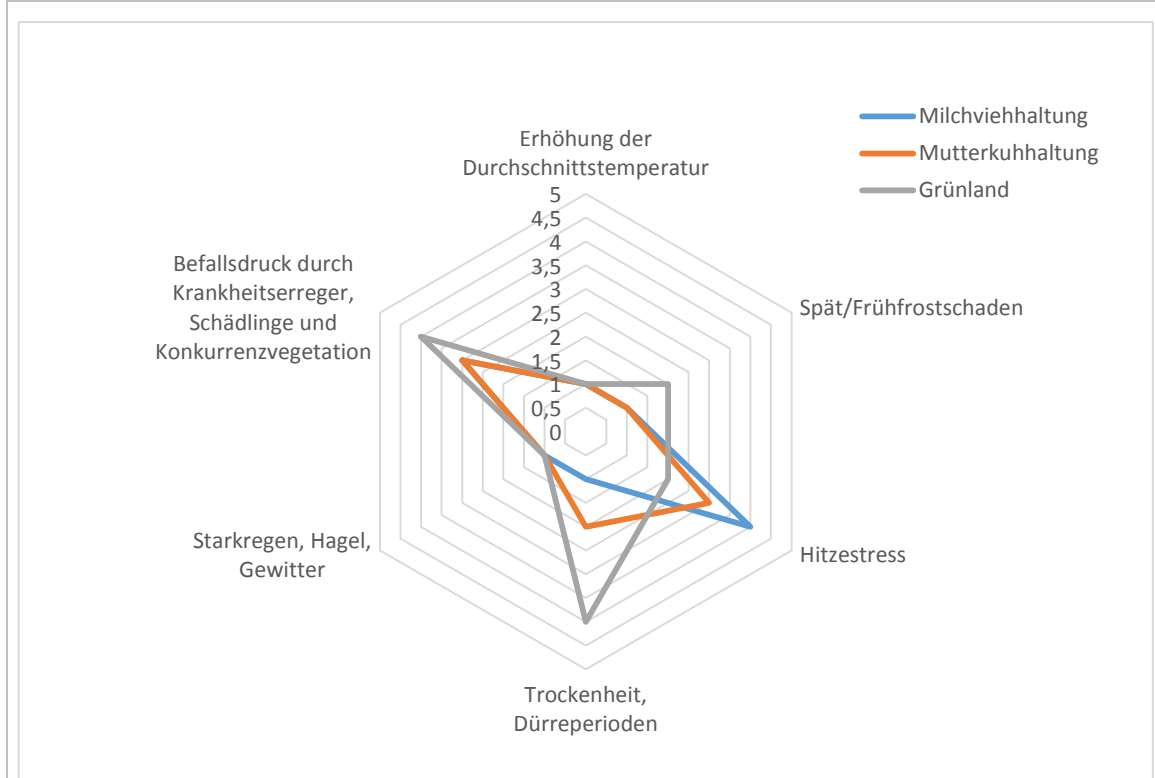
die biotischen Faktoren. Diese Faktoren werden in einer Skala von 1 (keine Relevanz) bis 5 (hohe Relevanz) dargestellt.

In 2010 wurde auf dem Betrieb Tröndle ein neuer Kuhstall mit 156 Kuhplätze und 2x8 Fischgrat Melkstand gebaut. Der Stall hat einen offenen Dachfirst und teilweise offene Seitenwände wodurch ein angenehmes, dem natürlichen Klima angepasstes, Klima im Stall entsteht. Auch der Mutterkuhstall von Herrn Speicher hat einen offenen Dachfirst. Der Stall des Betriebs Riebe wurde 1997 mit 45 Kuhplätzen gebaut, in 2012 wurde der Stall mit 35 Kuhplätze erweitert. Die Erweiterung von 2012 hat auch einen offenen Dachfirst und offene Seitenwände. Der Mutterkuhstall des Betriebs Bolkart wurde einfach gebaut, ist offen, mit Tiefstreu und Auslauf.

Für das Grünland der Modellbetriebe bieten vor allem Spätfrost, Trockenheit und Dürreperioden sowie Schädlinge und Konkurrenzvegetationen hohe Risiken für Ertrag und Qualität (vgl. Abbildung 12). Für die Viehhaltung ergeben sich, in Bezug auf die Grünlandbewirtschaftung, bei Milchvieh- und Mutterkuhhaltung ähnliche Risikobereiche. Diese liegen beim Hitzestress sowie bei einem zunehmenden Befallsdruck durch biotische Störfaktoren.

In der Milchvieh- und Mutterkuhhaltung beeinflussen künftig vor allem Hitzestress und eine Zunahme der Krankheiten die Milchleistung, das Wachstum und die Fruchtbarkeit negativ. In der Mutterkuhhaltung haben – da Weidegang ein wichtiger Teil der Bewirtschaftung ist – Trockenheit und Dürreperioden eine höhere Relevanz als in der Milchviehhaltung.

Abbildung 12: Klimarisiken für Grünland und Rinderhaltung

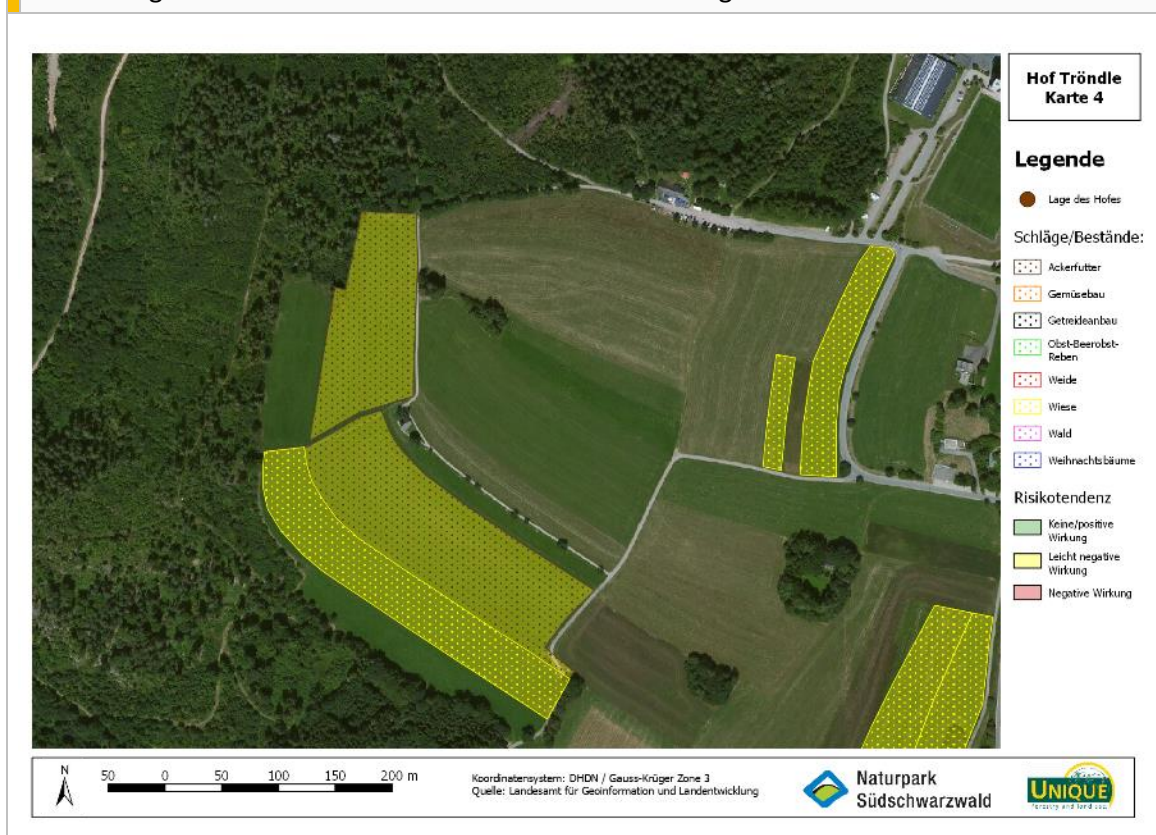


Exemplarische Bewertungen aus den Betrieben

Für alle Schläge und Bestände wurde eine Bewertungsanalyse nach dem in der Methodik beschriebenen Vorgehen durchgeführt. Die folgenden zwei Karten zeigen die Ergebnisse der Klimagefährdungsanalyse der fernen Zukunft für ausgewählte Grünlandflächen der Betrieben Tröndle und Riebe.

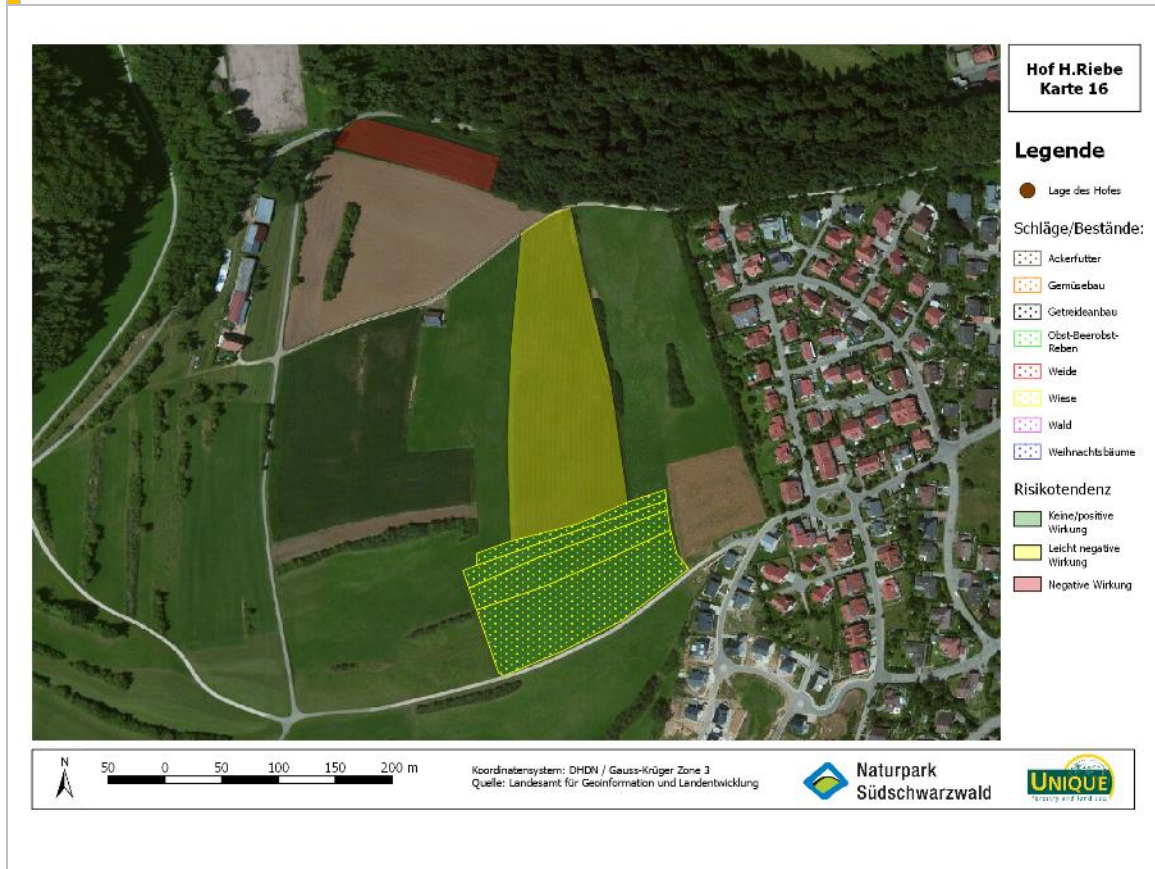
Die Wiesen des Tröndle-Betriebs liegen auf ungefähr 900 m Höhe, der Boden ist mittel- bis tiefgründig und hat einen durchschnittlichen Wasser- und Nährstoffhaushalt. Die Wiesen wurden für die ferne Zukunft als leicht gefährdet bewertet. Ausschlaggebend für diese Einschätzung waren die Risiken durch Spätfrost, Trockenheit, Schneeschimmel und Mäusebefall.

Abbildung 13: Beispiel einer Gefährdungsanalyse im Grünland (Betrieb Tröndle). Gelbe Markierung der Flächen deutet auf eine leichte Gefährdung für die ferne Zukunft



Im Fall des Betrieb Riebe sind die Grünlandflächen zwar ebenfalls durch Spätfrost, Schneeschimmel und Mäuse gefährdet. Allerdings führt eine zunehmende Trockenheit im Sommer bei den zur Vernässung neigenden Wiesen auf Gleyböden zu einer positiven Beurteilung der zukünftigen Ertragskraft. Diese Einschätzung basiert auch auf konkreten Erfahrungen des Landwirts mit dem trockenen Sommer 2015.

Abbildung 14: Beispiel einer Gefährdungsanalyse im Grünland (Betrieb Riebe). Grüne Markierungen deuten auf eine positive Entwicklung für die ferne Zukunft



Risikobewertung des Grünlands

Die Gesamtschau der bewerteten Flächen für die Betriebe ergab, dass bei den durch Nässe geprägten Wiesen- und Weideflächen des Betriebs Riebe größtenteils keine negativen bzw. positive klimabedingte Effekte erwartet werden (vgl. Abbildung 15 und Abbildung 16). Gleiches gilt für die Weideflächen des Betriebs Bolkart. Bei den anderen Betrieben führen die oben angeführten Argumente zu einer Beeinträchtigung des Ertrags, beziehungsweise zu höheren Risikoeinschätzungen. Einige wenige Grünlandflächen weisen durch ihre Lage und Standorteigenschaften auf hohe Klimarisiken in der fernen Zukunft hin.

Abbildung 15: Klimatische Gefährdungsprognose der Wiesenflächen

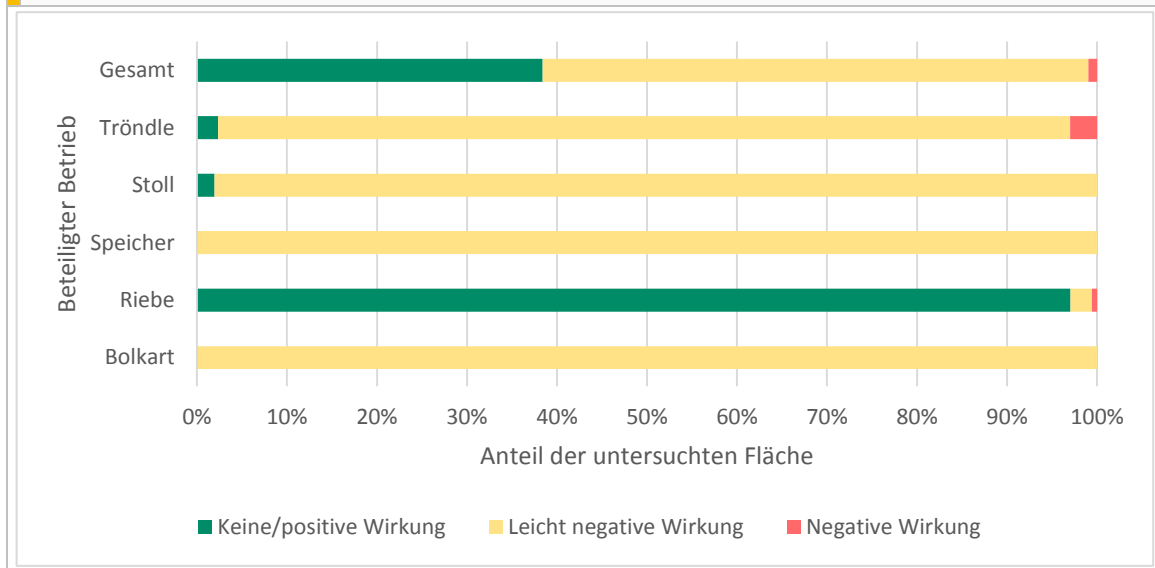
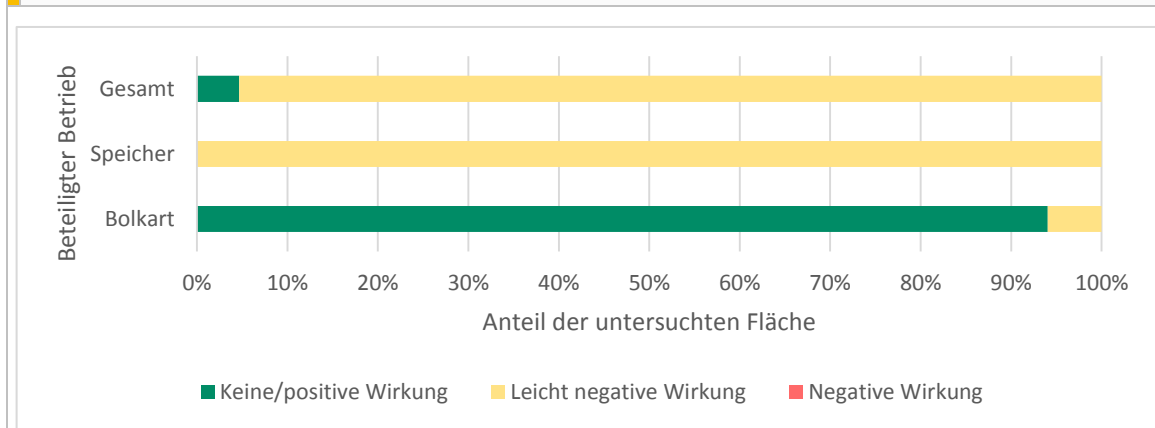


Abbildung 16: Klimatische Gefährdungsprognose der Weideflächen



5.1.3 Anpassungsstrategien für Grünland, Milchvieh- und Mutterkuhhaltung

Im Folgenden werden im Wesentlichen die Klimaanpassungsstrategien wiedergegeben, die auch mit den Landwirten und dem Beirat als für die konkreten Flächen passend diskutiert wurden, vorgestellt.

Um den möglichen Futtermangel während der Sommertrockenheit auszugleichen, wird empfohlen Futterreserven anzulegen (Flaig, 2013). Die Landwirte der Modellbetriebe hatten auch für den kritischen Sommer 2015 keine Futterprobleme. Dies basiert auf die Überbevorratung von Futterreserven aus dem Jahr 2014. Die Ursache dafür ist ein erkennbares Vorsichtsverhalten („im Zweifel lieber etwas mehr“) der Betriebe. In einem Fall führte die Futterknappheit zu einem Abstocken des Tierbestands (Reduzierung des Jungviehs durch Verkauf von 100 Tieren).

Als Maßnahmen zur Sicherung der Futterqualität zählen Maßnahmen, die eine Erwärmung von Futtermischungen verhindern. Stabile Silagen, häufigeres Mischen, eine saubere und kühle Lagerung des Futters sowie Futtertischhygiene sind weitere Maßnahmen, die helfen, Futterqualität zu erhalten.

Um Hitzestress auch im Mittelgebirgsregionen beim Milchvieh zu verhindern, wird empfohlen im Stall Belüftungssysteme einzubauen. Die Luft sollte frei anströmen und zirkulieren können.

Beim Weidegang sind (Not)Wasserverfügbarkeit und Schattenangebote wichtig. Der Weidegang sollte an Temperaturverläufe und Sonneneinstrahlung angepasst werden - beziehungsweise, die Tiere sollten die Möglichkeit haben, sowohl Unterstände (Sommer, Wind, Regen), als auch sonnenexponierte Stellen (Winter, Frühjahr) aufsuchen zu können. Tränken oder Wasserstellen sollten immer auch mit attraktiven Futterangeboten in Zusammenhang gebracht werden.

Um Schneeschimmel zu verhindern, sollte im Herbst ein Reinigungsschnitt gemacht werden, damit die Grasnarbe besser durchlüftet wird und schneller abtrocknen kann. Ein erhöhtes Risiko von Mäuseschäden macht eine häufigere Nachsaat von Grasnarben notwendig.

5.2 Ackerbau

5.2.1 Ackerfutter, Mais und Getreide: die Rolle des Ackerbaus bei den Modellbetrieben

Getreide und Silo Mais werden von drei der sechs Modellbetriebe auf insgesamt 100 Hektar angebaut. Der Betrieb Stoll baut Dinkel und Weizen (Abbildung 17) u.a. auch für die eigene Broterzeugung an. Triticale wird von den Betrieben Stoll und Riebe als Rohstoff für deren Biogasanlage genutzt. Hauptziel des Anbaus von Getreide und Mais für alle drei Betriebe ist allerdings die Deckung des Futterbedarfs für Milchvieh (Eigenbedarf auf Betriebe Tröndle und Riebe) und Pferde (Verkauf auf Betrieb Stoll).

Bei der Bedeutung für das landwirtschaftliche Einkommen variiert in den Modellbetrieben der Ackerbau von unter 20 % (Betrieb Stoll, Betrieb Tröndle für Biogas) bis zu 95 %, wenn der Anbau von Ackerfutter und Getreide mit den Einnahmen aus Milch- und Schlachtvieh addiert werden (Betrieb Riebe).

Die Flächen für den Anbau von Ackerfutter, Mais und Getreide liegt zwischen 350 und 900 m, im Mittel auf 750 m üNN. Die Böden sind mittel bis tief entwickelte (podsolige) Braunerden (Hof Tröndle), Pelosole und Pararendzinen (Hof Riebe und Stoll) in unterschiedlicher Exposition und zumeist auf Mittel-Oberhängen und Kuppen. Es überwiegen ebene bis schwach geneigte Lagen (<10° Neigung).

Abbildung 17: Getreideflächen (Betrieb Stoll)



5.2.2 Klimabetroffenheit im Ackerbau

Prognosen der Klimaentwicklung

Die nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für die drei Ackerbau-Betriebe. Dabei repräsentiert der Betrieb Stoll die trocken-wärmeren Bedingungen der drei Betriebe. Die nachfolgende Tabelle fasst die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für den Betrieb Stoll zusammen.

Tabelle 10: Klimaprognose - Betrieb Stoll - Weilheim

Klimaparameter	„Ist-Zustand“ (1971 - 2000)	„Nahe Zukunft“ (2021 – 2050)	„Ferne Zukunft“ (2071 – 2100)	Qualität Klimasignal
Durchschnittstemperaturen (°C)	7,5	8,8 (+ 17%)	10,8 (+ 44%)	Gut
Beginn der Vegetationsperiode (Tage nach dem Jahresbeginn)	97	94 (- 3 T.)	85 (- 12 T.)	Gut
Anzahl Frosttage (Temperaturminimum <0°C)	90	67 (-26%)	41 (- 54%)	-
Durchschnittsniederschlag (mm) / Jahr	1300	1364 (+ 5%)	1241 (- 5%)	Sehr mäßig
Sommer - Niederschlag (mm)	599	586 (- 2%)	529 (- 12%)	Sehr mäßig
Winter - Niederschlag (mm)	703	739 (+ 2%)	716 (+ 2%)	Sehr mäßig

Tabelle 10: Klimaprognose - Betrieb Stoll - Weilheim

Klimatischer Wasser-Bilanz (mm) (≈Niederschlag – Evapotranspiration)	794	820 (+ 3%)	808 (+ 2%)	Mäßig – sehr mäßig
Anzahl Tage ohne Niederschlag	226	226 (~ 0%)	218 (- 3%)	Mäßig
Anzahl Tage Starkregen (> 25mm / Tag)	8	10 (+ 14%)	9 (+ 7%)	Mäßig – sehr mäßig

Allgemeine Klimarisiken

Auch in höheren Lagen können wegen höherer mittlerer Temperaturen in der fernen Zukunft vermutlich weniger hitze- und trockentolerante Sorten und Kulturen angebaut werden. Mit steigenden Durchschnittstemperaturen während der Vegetationsperiode wird die Kornfüllungsphase verkürzt. Deswegen können höhere Temperaturen, im Gegensatz zum Grünland oder Wald, nicht unbedingt in höhere Erträge umgesetzt werden. Längere Wärmeperioden im Winter können dazu führen, dass, bedingt durch eine nicht ausreichende Vernalisation des Getreides, die Blühinduktion fehlt.

Bei Hitzestress kann Getreide mit einer Notreife reagieren: die noch verfügbaren Ressourcen werden in die Körner gesteckt, die damit schneller reif werden, aber deutlich weniger Ertrag bringen. Die Produktqualität des Getreides kann allerdings, verursacht durch einen höheren Eiweißgehalt, besser sein.

Starkregen und Hagel können in Reihenkulturen wie Getreide zu Bodenerosion, Staunässe und Überflutung führen. Die Befahrbarkeit der Böden und die Bewirtschaftung der Flächen werden dadurch erschwert.

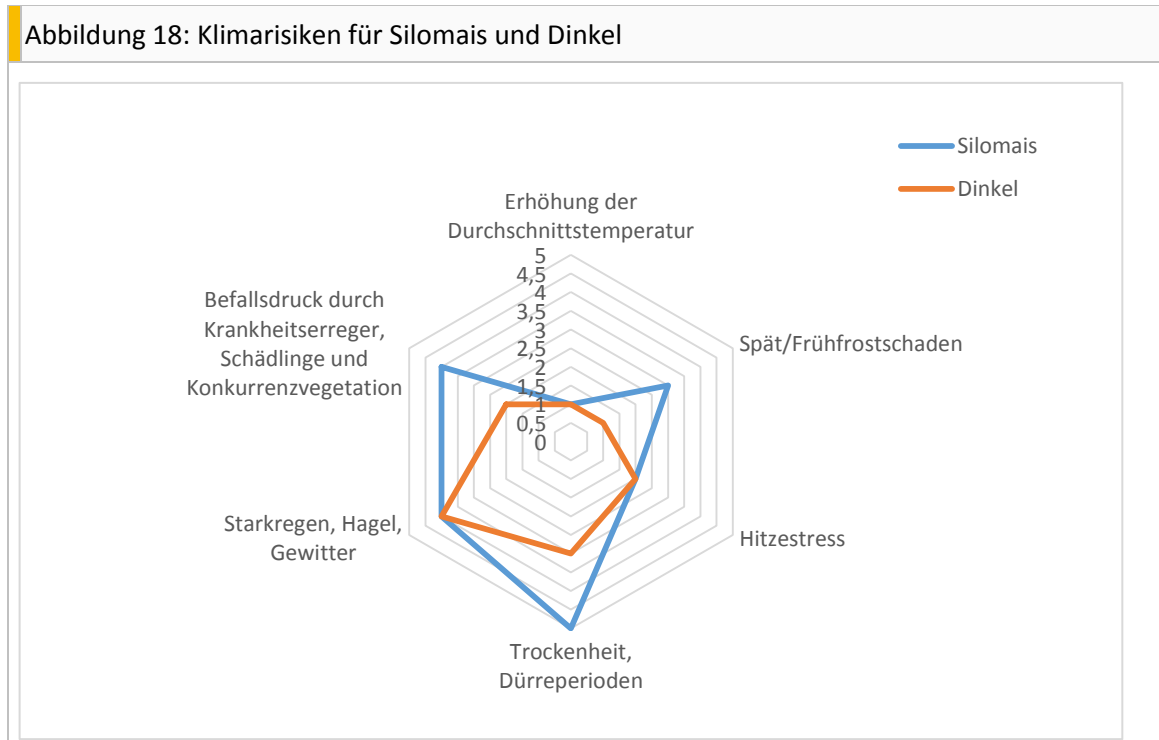
Eine Verlängerung der Vegetationsperiode begünstigt das Auftreten weiterer Generationen von Schaderregern (z.B. Kleiner Frostspanner) und eine Zunahme des Unkrautartenspektrums. Im milderen und feuchten Winter werden das Wachstum und die Verbreitung der Pilze nicht unterbrochen. Diese können dadurch früh auftreten und sich ausbreiten. Beispiele sind Echter Mehltau, Fusarium, Gaeumannomyces und Halmbruch. Auch Herbstkeimer, wie der Ackerfuchsschwanz, können sich durch milde Winterwitterung weiter entwickeln. Damit erlangen sie im Frühjahr ein fortgeschrittenes Entwicklungsstadium, wodurch sie schwerer bekämpfbar sind.

Konkrete Klimarisiken der Modellbetriebe

Für Dinkel ist es vor allem wichtig die Winterfeuchte zu behalten und gegen Erosion (Starkregen) zu schützen. Auf längere Trockenheit reagiert Dinkel mit einer Notreife, wodurch der Ertrag sinkt. Als Vorteile des Dinkels in den Beispielbetrieben wurde die relative Unempfindlichkeit für Krankheiten genannt. Zudem kommt Dinkel auch mit mageren Böden gut zurecht und hält extreme Wetterbedingungen gut aus.

Mais kann als C4-Pflanze Hitze gut ertragen. Trockenheit kann allerdings den Ertrag erheblich reduzieren. Spätfrost und Hagel (Erosion) sind bei Mais hohe Risikofaktoren für Ertrag und Qualität.

Die Ergebnisse der Diskussion mit den Landwirten speziell zu Mais und Dinkel werden in Abbildung 18 dargestellt. Deutlich wird daraus die risikoärmere Einschätzung des Dinkels gegenüber dem Mais.



Exemplarische Bewertungen aus den Betrieben

Im Betrieb Stoll haben höhere Durchschnittstemperaturen und ein früherer Vegetationsbeginn positive Auswirkungen auf die Ertragsleistungen von Sommerhafer und Wintertriticale (vgl. Abbildung 19). Die Flächen sind allerdings leicht gefährdet wegen der Trockenheit im Sommer: der Boden ist relativ flach und zudem erosionsgefährdet. Auch Starkregen hat deswegen eine potenziell negative Auswirkung auf beide Kulturen. In der Abbildung führt dies bei allen Flächen zu einer leicht negativen Risikobeurteilung, für einen Schlag sogar zu einer hohen Risikobeurteilung.

Im Fall des Betriebs Tröndle wurden Flächen als stark gefährdet beurteilt (vgl. Abbildung 20). Nässe im Winter erhöht die Spätfrostgefahr. Hitzetage und Trockenheit auf relativ flachen Böden können zur Notreife führen. Eine Zunahme von Starkregenereignissen und die Gefahr eines erhöhten Befallsdrucks durch Pilze bei der Wintergerste führen zu dieser Einschätzung.

Abbildung 19: Überwiegend leicht gefährdete Flächen (gelb) bei Sommerhafer und Wintertriticale (Betrieb Stoll) für die ferne Zukunft

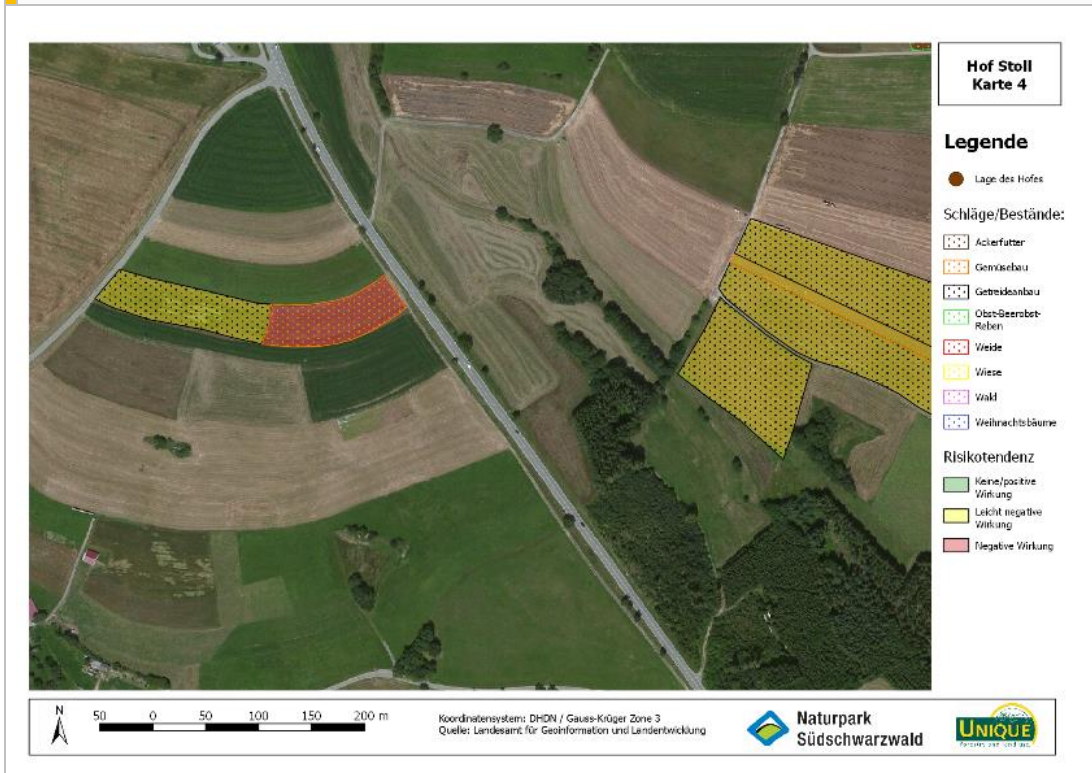
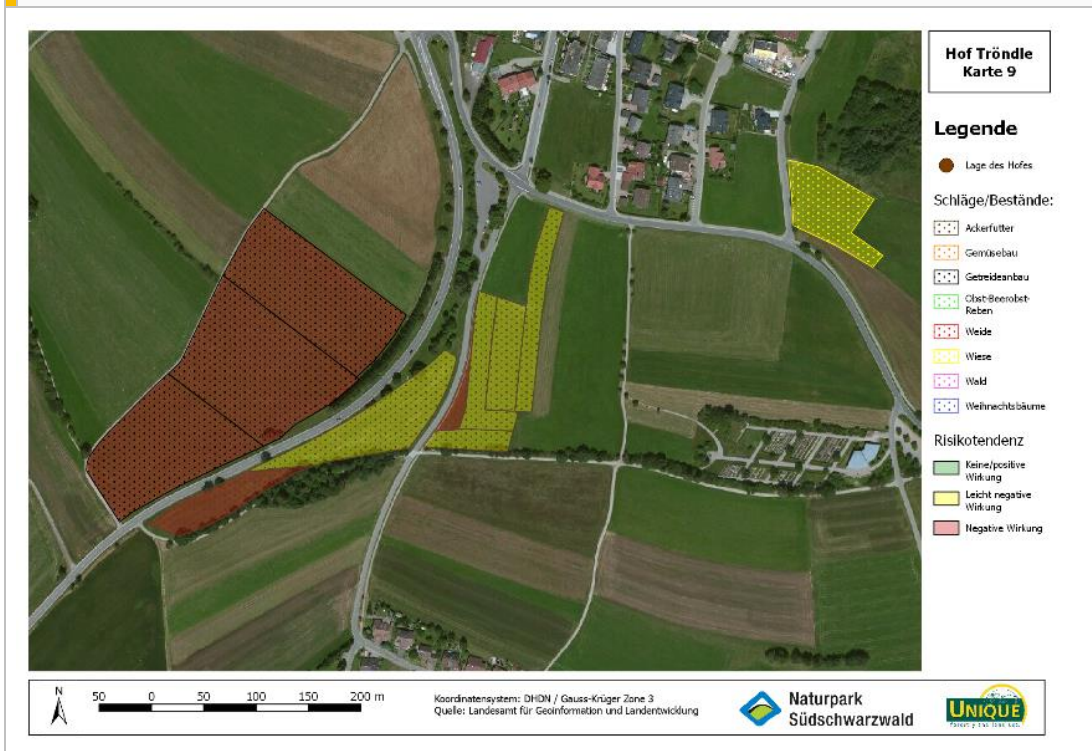


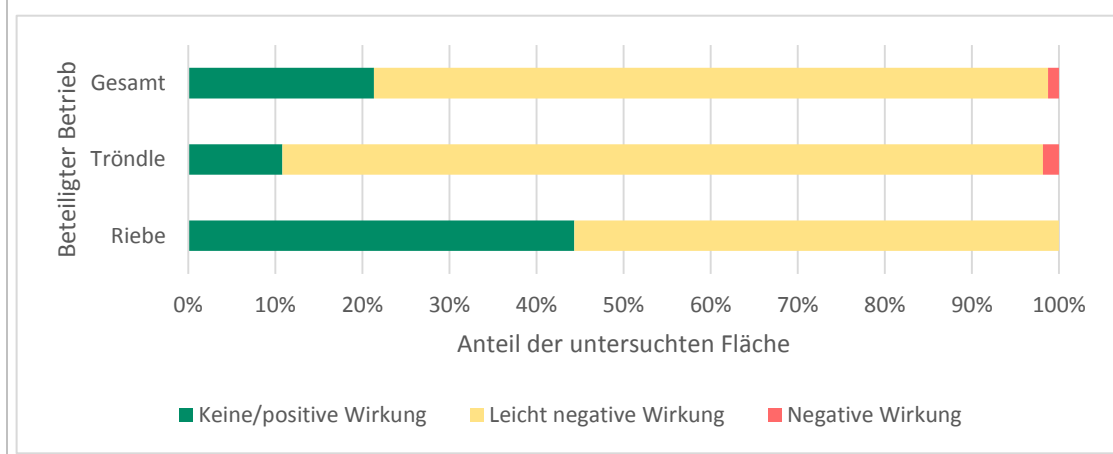
Abbildung 20: Stark gefährdete (rot) und leicht gefährdete (gelb) Wintergerste (Tröndle) für die ferne Zukunft



Risikobewertung von Ackerfutter, Mais und Getreide

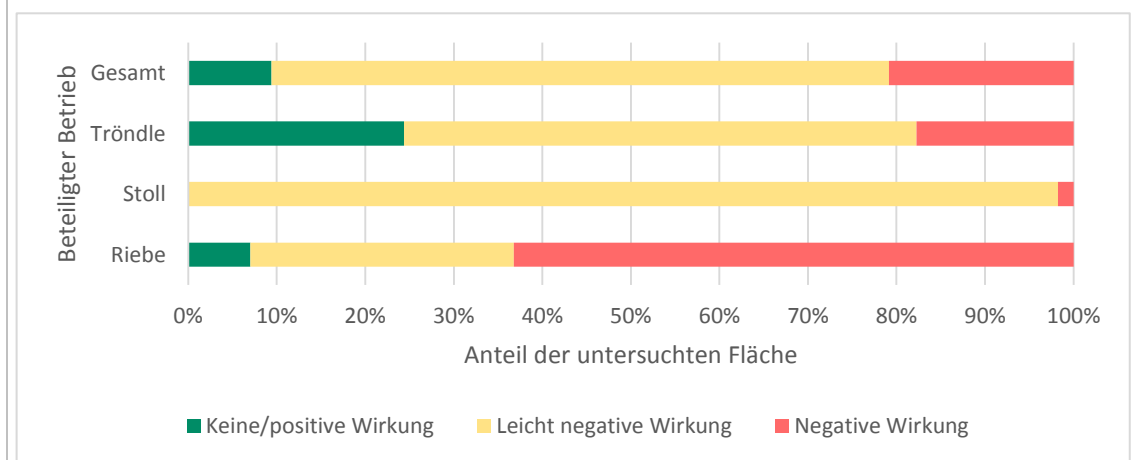
Für Ackerfutter und Mais ergibt die Gefährdungsprognose ein Bild, das rund 70 % der Flächen bei einer leichten Gefährdung einstuft und rund 30 % der Flächen ohne Auswirkungen oder auch mit positiven Auswirkungen sieht (Abbildung 21). Die Argumente sind für den Betrieb Riebe vergleichbar mit denen im Grünland: nassere Standorte werden durch die Sommertrockenheit tendenziell positiver eingestuft und eine längere Vegetationsperiode und höhere Temperaturen führen zu Ertragssteigerungen.

Abbildung 21: Gefährdungsprognose bei Ackerfutter und Mais (ferne Zukunft)



Im Gegensatz zum Ackerfutter und Mais erfährt das Getreide eine kritischere Bewertung. Dies wird vor allem erklärt durch zunehmende Nässe im Winter bei flachen Böden, Spätfrostrisiken, Hitzetage im Sommer (mögliche Notreife) und eine Zunahme in Starkregen. Unterschiede zwischen Betrieben werden durch unterschiedliche Böden, Getreidearten und Flächencharakteristiken erklärt. Ein hoher Anteil (ca. 60 % bei dem Betrieb Riebe und ca. 20 % bei dem Betrieb Tröndle) fallen in die Kategorie einer deutlich negativen Bewertung (Abbildung 22).

Abbildung 22: Gefährdungsprognose bei Getreide (ferne Zukunft)



5.2.3 Anpassungsstrategien im Ackerbau

Bei Reihenkulturen wie Mais muss der Schutz von Erosion und Humuszehrung beachtet werden: Konservierende Bodenbearbeitung und Zwischenfrüchte sind dafür mögliche Maßnahmen (Flaig, 2013). Diversere Fruchtfolgen mit möglichst langer Bodenbedeckung werden empfohlen, um Risiken durch größere Variabilität des Klimas zu reduzieren (Flaig, 2013). Funktionierende Drainage kann Staunässe verhindern und ein Abtrocknen der Flächen befördern.

Um die Vorwinterentwicklung zu begrenzen und damit die Gefahr von Spätfrost zu reduzieren, ist eine spätere Aussaat von Wintergetreide eine mögliche Maßnahme zur Risikoeindämmung. Um die Winterfeuchte auszunutzen ist eine frühere Aussaat von Sommergetreide möglich (Flaig, 2013). Die Befahrbarkeit der Felder ist in beiden Fällen allerdings nässebedingt möglicherweise schwieriger.

Bewässerung von Kulturen ist eine Anpassungsmaßnahme für trockenere Sommer und mögliche Dürreperioden. Bewässerung ermöglicht in der Regel höhere Erträge und bessere Produktqualität. Die Wirtschaftlichkeit der Investition muss allerdings beachtet werden. In der Diskussion mit den Landwirten wurde deutlich, dass Genehmigungsverfahren eine fast unüberwindbare Hürde bei Bewässerungsvorhaben darstellen.

5.3 Obstbau und Sonderkulturen

5.3.1 Hohe Diversität im Obstbau: Äpfel, Birne, Beerenobst

Betriebe Stoll und Brenneisen bauen verschiedene Obstsorten an (vgl. Abbildung 23 und Abbildung 24). Betrieb Stoll: Heidelbeeren, Erdbeeren, Himbeeren, Brombeeren und Aronia. Betrieb Brenneisen: Äpfel, Birnen, Zwetschgen und Pfirsiche. Alle Obstsorten werden beim Betrieb Stoll über Direktvermarktung (auch als Saft oder in Kuchen) abgesetzt. Im Betrieb Brenneisen geht das Obst in den Einzelhandel in der Region (> 80 %); die übrigen Mengen fließen in den Großhandel und werden über den Hofladen verkauft. Durch die Direktvermarktung trägt das Obst ca. 30% zum Einkommen von Betrieb Stoll bei, bei dem Betrieb Brenneisen werden rund 80% des landwirtschaftlichen Einkommens aus dem Obstverkauf Erlöst. Arbeit wird in beiden Betrieben sowohl in Eigenleistung als auch mit Dienstleistern (Erntehelfer, Fahrer) erbracht.

Die Flächen für den Obstbau und Sonderkulturen (Beerenobst, Gemüse) liegen zwischen 270 bis 350 m üNN im Betrieb Brenneisen am Westrand des Naturparks und 700 - 900 m üNN im Betrieb Stoll im Südosten. Die Böden sind häufig tiefgründige Parabraunerden und Pararendzinen (Betrieb Brenneisen) sowie mittel bis tief entwickelte Braunerden und Pararendzinen (Betrieb Stoll). Die Exposition ist sehr unterschiedlich ebenso die Geländelage. Es sind ebene bis schwach geneigte Lagen (<10° Neigung).

Abbildung 23: Obst mit Tropfbewässerung (Betrieb Brenneisen)



Abbildung 24: Heidelbeerflächen auf mittel- bis tiefgründigen Braunerde und 850 m Höhe (Betrieb Stoll)



5.3.2 Klimabetroffenheit im Obstbau und bei Sonderkulturen

Prognosen der Klimaentwicklung

Die nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für die zwei Obstbau- und Sonderkultur-Betriebe. Dabei repräsentiert der Betrieb Brenneisen die trockenwärmeren Bedingungen der beiden Betriebe. Die nachfolgende Tabelle fasst die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für den Betrieb Brenneisen zusammen.

Klimaparameter	„Ist-Zustand“ (1971 - 2000)	„Nahe Zukunft“ (2021 – 2050)	„Ferne Zukunft“ (2071 – 2100)	Qualität Klimasignal
Durchschnittstemperaturen (°C)	9,5	10,8 (+ 13%)	12,7 (+ 33%)	Gut
Beginn der Vegetationsperiode (Tage nach dem Jahresbeginn)	84	79 (- 5 T.)	71 (- 13 T.)	Gut
Anzahl Frosttage (Temperaturminimum <0°C)	58	34 (- 42%)	31 (- 48%)	-
Durchschnittsniederschlag (mm) / Jahr	945	963 (+ 2%)	1046 (+ 11%)	Sehr mäßig
Sommer - Niederschlag (mm)	538	522 (- 3%)	449 (- 17%)	Sehr mäßig
Winter - Niederschlag (mm)	406	483 (+ 19%)	596 (+ 47%)	Sehr mäßig
Klimatischer Wasser-Bilanz (mm) (≈Niederschlag – Evapotranspiration)	832	862 (+ 4%)	871 (+ 5%)	Mäßig – sehr mäßig
Anzahl Tage ohne Niederschlag	236	244 (+ 3%)	241 (+ 2%)	Mäßig
Anzahl Tage Starkregen (> 25mm / Tag)	3,9	4,7 (+ 21%)	5,0 (+ 31%)	Mäßig – sehr mäßig

Allgemeine Klimarisiken

Höhere Durchschnittstemperaturen können im Obstbau positive Auswirkungen haben, da der Anbau von wärmebedürftigen Arten und Sorten bessere Voraussetzungen vorfindet. Sowohl der frühere Anfang, als auch die Verlängerung der Vegetationsperiode bieten Chancen für eine frühere Ernte und Marktbelieferung.

Die Zunahme der Hitzetage kann im Obstbau zu vermehrtem Hitzestress führen. Erhebliche Qualitätseinbußen werden durch Sonnenbrand verursacht. Fruchtdeformationen und schlechte Lagerfähigkeit sind die Folge.

Auswinterung und Spätfröste können zur Spätfrostschäden führen. Eine früh einsetzende Blüte erhöht bei einigen Obstbäumen das Spätfrostisiko.

Durch höhere mittlere Temperaturen nimmt die Wasserverdunstung aus Boden und Pflanze zu und damit wird die Vulnerabilität gegenüber Trockenheit insgesamt erhöht. Vor allem (relativ) flachwurzelnde Obstsorten wie Heidelbeeren und Äpfel sind stärker gefährdet. So hat die Trockenheit in Zusammenhang mit den hohen Temperaturen im Sommer 2015 beim Betrieb Brenneisen zur Entwicklung einer dritten Generation des Apfelwicklers, zu Fruchtfall und

Sonnenbrand geführt. Damit verbunden waren erhebliche Ertragsverluste. Einige Kulturen, wie Aronia (Betrieb Stoll), werden voraussichtlich mehrere Jahre benötigen, um sich wieder zu erholen und auf ein normales Produktionsniveau zu kommen.

Steigende Temperaturen und eine Zunahme der Luftfeuchte werden voraussichtlich zu einer erhöhten Hagelneigung führen. Starkniederschläge und Hagel führen im Obstbau zu erheblichen Schäden an Früchten und Pflanzen. Fruchtschäden reduzieren die Produktqualität und verursachen Probleme bei der Vermarktung. In Bezug auf den Pilzbefall bieten mildere und feuchtere Winter gute Entwicklungsbedingungen. Entwicklungszyklen werden nicht unterbrochen. Schon früh in der Vegetationsperiode können Schadpilze daher epidemisch auftreten.

Eine Verlängerung der Vegetationsperiode begünstigt das Auftreten weiterer Generationen von Schaderregern (z.B. drei Generationen Apfelwickler, Traubenwickler) und eine Zunahme des Unkrautartenspektrums. Der außergewöhnlich warme Sommer 2015 hat allerdings gezeigt, dass mehr Hitzetage im Sommer auch positive Auswirkungen haben können, da die Fortpflanzung der Kirschessigfliege verhindert wurde. Pilze, die kühl-feuchte Bedingungen lieben, werden im Sommer eher abnehmen.

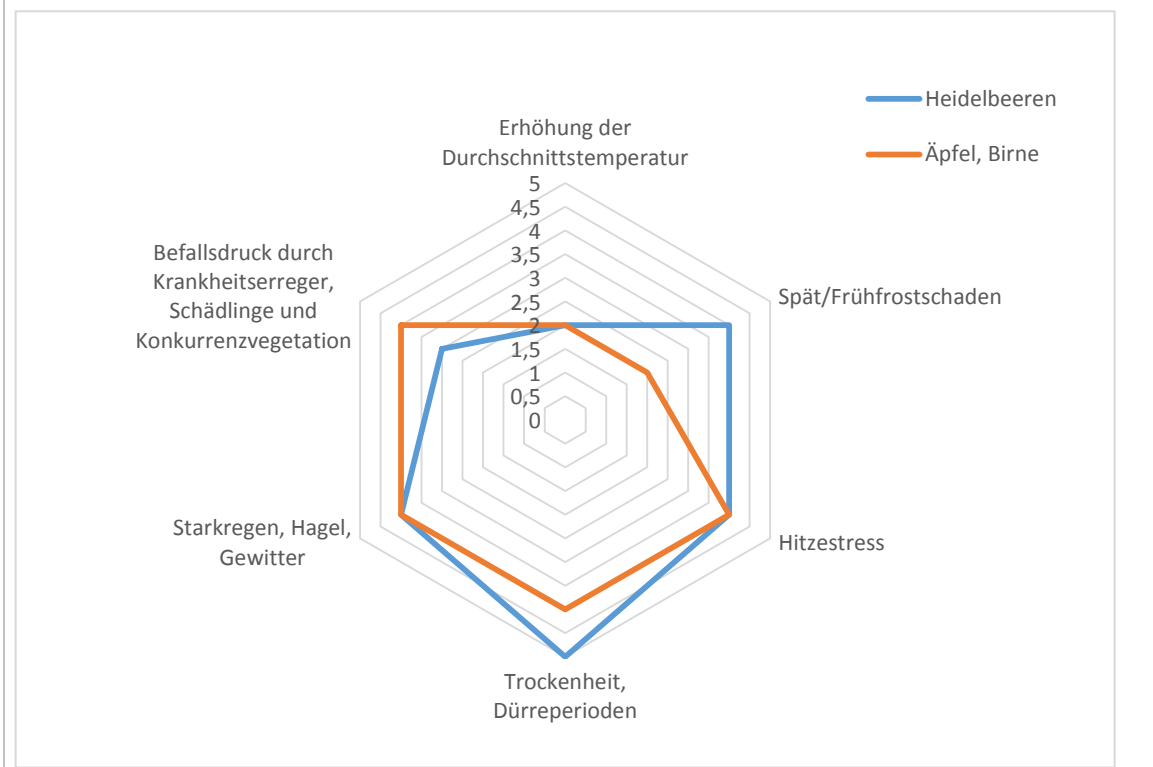
Konkrete Klimarisiken der Modellbetriebe

Heidelbeeren besitzen eine hohe Toleranz gegenüber Nässe. Sie ertragen nach Aussage der Betriebsleiter mehrere Wochen andauernde Phasen mit überstehendem Wasser. Allerdings ist wegen des flachen Wurzelwerks der Heidelbeeren die Trockenheit ein großes Risiko. Durch den früheren Start der Vegetationsperiode wird das Risiko auf Spätfrost erhöht. Starkregen und Hagel bieten zudem ein hohes Risiko für Fruchtschäden.

Milderes Wetter bedingt eine frühere Blüte, was wiederum generell bei Obst die Gefahr von Spätfrostschäden mit sich bringt. Zudem ist eine Zunahme bzw. eine Verschiebung von Krankheiten und Schädlingen erkennbar. Beispiele sind Feuerbrand und der Asiatische Marienkäfer. Äpfel sind relativ flachwurzeln und damit sensitiv gegenüber Trockenheit. Hitzestress kann zu Sonnenbrand führen und verursacht heute bereits häufig Schäden. Starkregen und Hagel können auch für Äpfel und Birnen ein Risiko auf Fruchtschäden bilden. Bei den Heidelbeeren führte die Kirschessigfliege zu hohen Schäden im Jahr 2014, wogegen deren Ausbreitung durch die lange Wärmeperiode in 2015 stark rückläufig war und keine Schäden eingetreten sind.

Als Diskussionsergebnis mit den Landwirten wurde eine sehr ähnliche Gefährdungsdiskussion gegenüber Klimarisiken bei Heidelbeeren und Äpfel/Birnen festgestellt (vgl. Abbildung 25)

Abbildung 25: Klimarisiken für Heidelbeeren und Äpfel/Birnen



Exemplarische Bewertung aus dem Betrieb Stoll

Heidelbeeren im Betrieb Stoll sind stark gefährdet, vor allem wegen des flachen Wurzelwerks, welches hohe Risiken für Ertragsverluste durch Hitzestress und Trockenheit birgt. Der extrem heiße Sommer 2003 hat zudem gezeigt, dass Pflanzen sehr lange brauchen, um sich von Schäden zu erholen. Mit dem früheren Vegetationsbeginn nimmt auch das Risiko von Spätfrostschäden zu. Eine Zunahme von Starkregenereignissen bei ebenfalls erhöhtem Befallsdruck durch Krankheitserreger und Schädlingen (zum Beispiel der Kirschessigfliege), führt bei Beerenobst zu einer starken Gefährdung (vgl. Abbildung 26).

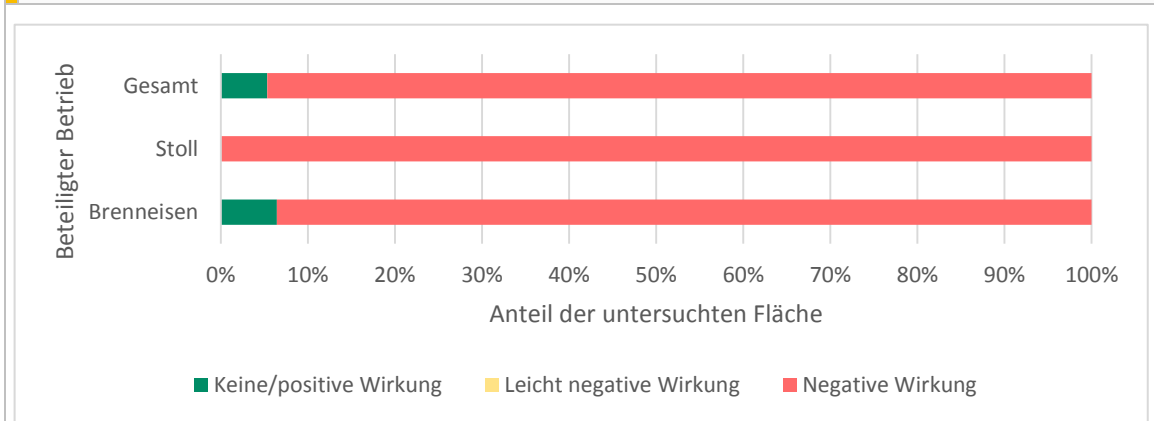
Abbildung 26: Stark gefährdete Beerenobstflächen (Betrieb Stoll) für die ferne Zukunft



Risikobewertung bei Obst/Beerenobst

Die Betriebe Stoll und Brenneisen erzeugen im Wesentlichen Äpfel, Birnen, Zwetschgen und Beerenobst. Die Bewertung aller Flächen ergab für einen sehr geringen Flächenanteil keine negative Klimagefährdung. Der Hauptteil der Flächen von deutlich negativen Wirkungen durch die prognostizierten Änderungen bedroht. Frostschäden, Trockenheit, Hagel- und Starkregenereignisse sowie biotische Faktoren führen zu einer sehr kritischen Einschätzung.

Abbildung 27: Gefährdungsprognose für Obst/Beerenfrüchte für die ferne Zukunft



5.3.3 Anpassungsstrategien im Obstbau und bei Sonderkulturen

Die wichtigsten Klimarisiken im Obstbau bieten Spätfrost, Hitzestress und Trockenheit sowie Starkregen. Um Spätfrostschäden zu verhindern, können Frostkerzen eingesetzt werden. Frostkerzen – die Nutzung von Feuerstellen auf Gas um die lokalen Temperatur zu erhöhen – bieten eine relativ günstige und einfache Möglichkeit Frost lokal (an den Blütenknospen) zu verhindern. In der Nachbarschaft des Betriebs Brenneisen wird diese Methode mit Erfolg angewendet. Eine andere mögliche Maßnahme ist kontinuierliche Beregnung der Knospen und Blüten. Hierfür ist allerdings ausreichend Wasser notwendig und der Investitionsbedarf ist deutlich höher (Flaig, 2013).

Weitere Anpassungsmaßnahmen für höhere Durchschnittstemperaturen und möglichen Hitzestress und Trockenheit sind Sortenwechsel (Anbau von Sorten mit höheren Temperaturanspruch und Trockenheitstoleranz). Hagelnetze können genutzt werden um Schäden durch Sonnenbrand und Hagel zu vermeiden. Zudem können Bewässerung und Kühlung genutzt werden, um Schäden durch Trockenheit und Hitzestress zu reduzieren. Windschutz (zum Beispiel anhand natürliche Abgrenzung der Flächen) kann ebenfalls die Auswirkung der Trockenheit und Hitze erheblich reduzieren. Drainage kann eine Maßnahme sein um Staunässe zu vermeiden und das Abtrocknen der Flächen befördern.

5.4 Weinbau

5.4.1 Ein Modellbetrieb mit Weinbau

Reben werden nur im Betrieb Brenneisen am Westrand des Naturparks angebaut. Insgesamt fünf Hektar Rebfläche bewirtschaftet der Betrieb. Rund zehn Traubensorten werden angebaut. Die Trauben werden über die Winzergenossenschaft konventionell vermarktet. Der Auswahl von Sorten wird durch die Winzergenossenschaft vorgegeben. Ungefähr 35 % der Arbeitszeit wird für den Anbau von Reben eingesetzt, dabei tragen die Reben nur mit 10 % zum Einkommen bei. Die Rebflächen liegen zwischen 270 bis 350 m üNN auf vorwiegend schwach bis 20° geneigten Lagen in südlicher bis südwestlicher Exposition. Die Böden sind Pararendzinen und Parabraunerden aus Löss.

5.4.2 Klimabetroffenheit bei Weinbau

Prognosen der Klimaentwicklung

Die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für den Weinbau-Betrieb Brenneisen als dem Betrieb mit den trocken-wärmsten Bedingungen wurden bereits vorgestellt.

Allgemeine Klimarisiken

Höhere mittlere Temperaturen können für Weinbau Chancen bieten, da der Anbau von Sorten mit höheren Temperaturansprüchen (z.B. Syrah) umfassender als bisher möglich wird. Höhere Frühjahrstemperaturen fördern allerdings die Bildung von Reservestoffen und damit die Entwicklung von kompakten Trauben, die eine erhöhte Fäulnisanfälligkeit haben.

Bei Junganlagen kann Hitzestress zu Wachstumsdepressionen führen, da die Wurzeln noch nicht ausreichend tief entwickelt sind.

Spätfrost kann zu Erfrierungen der Rebknospen und damit zu einem reduzierten Austrieb führen. Besonders bei früh austreibenden Sorten können die Schäden hoch sein. Sobald die Blüten offen sind, ist auch die Gefahr des Erfrierens bei Spätfrost sehr hoch.

Weinreben sind Tiefwurzler und deswegen widerstandsfähig gegenüber Trockenheit. Wichtig ist der Zeitpunkt, zu der Trockenheit auftritt, aber auch deren Dauer und Intensität. Trockenheit während der Blüte reduziert die Anzahl der Beeren. Tritt Trockenheit spät in der Saison auf, senkt diese eher das Gewicht der Trauben und bedingt Ertragsverluste.

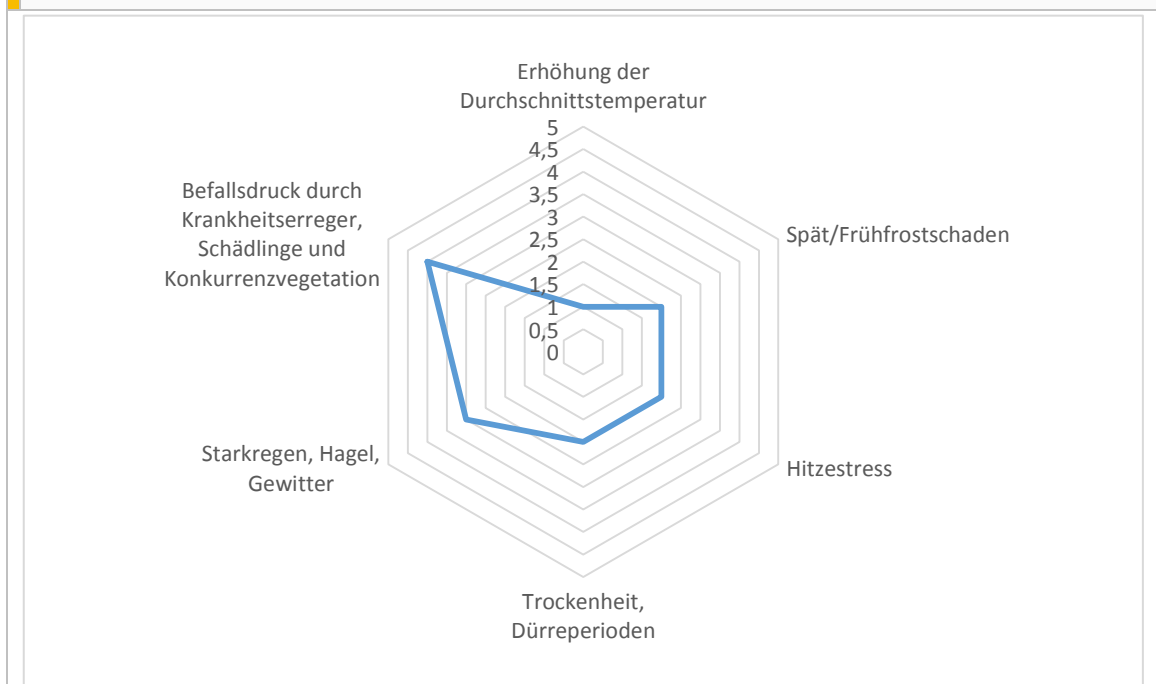
Hagel führt zur Schäden an den Früchten und besitzt starke negative Folgen für Ertrag und Qualität. Starkregen und Gewitter fördern den Falschen Mehltau. Die Essigmücke kann bei schnellem Wachstum der Reben und kleinen Verletzungen an den Reben schnell verbreitern und Schäden verursachen. Generell sind frühe Rebensorten (früher Reife) mehr von Wespen und anderen Insekten gefährdet als späte Sorten.

Konkrete Klimarisiken

Die Diskussion mit dem Betrieb Brenneisen ergab, dass auch hier die Betroffenheit durch Spätfrost bei einem früheren Start der Vegetationsperiode als ein gewisser, aber nicht zu starker Risikofaktor eingestuft wird. Sonnenbrand kommt manchmal vor, aber grundsätzlich können Reben Hitzetage gut überstehen. Auch Trockenheit bietet durch die tiefen Wurzeln kein hohes Risiko. Starkregen wird in der Zukunft häufiger vorkommen und kann damit potenziell zu größeren Schäden führen. Die längere Vegetationsperiode und früherer Vegetationsbeginn fördern Insekten- und Pilzbefall.

Die Ergebnisse der Diskussion mit Herrn Brenneisen und exemplarische Flächen werden in den folgenden Abbildungen dargestellt.

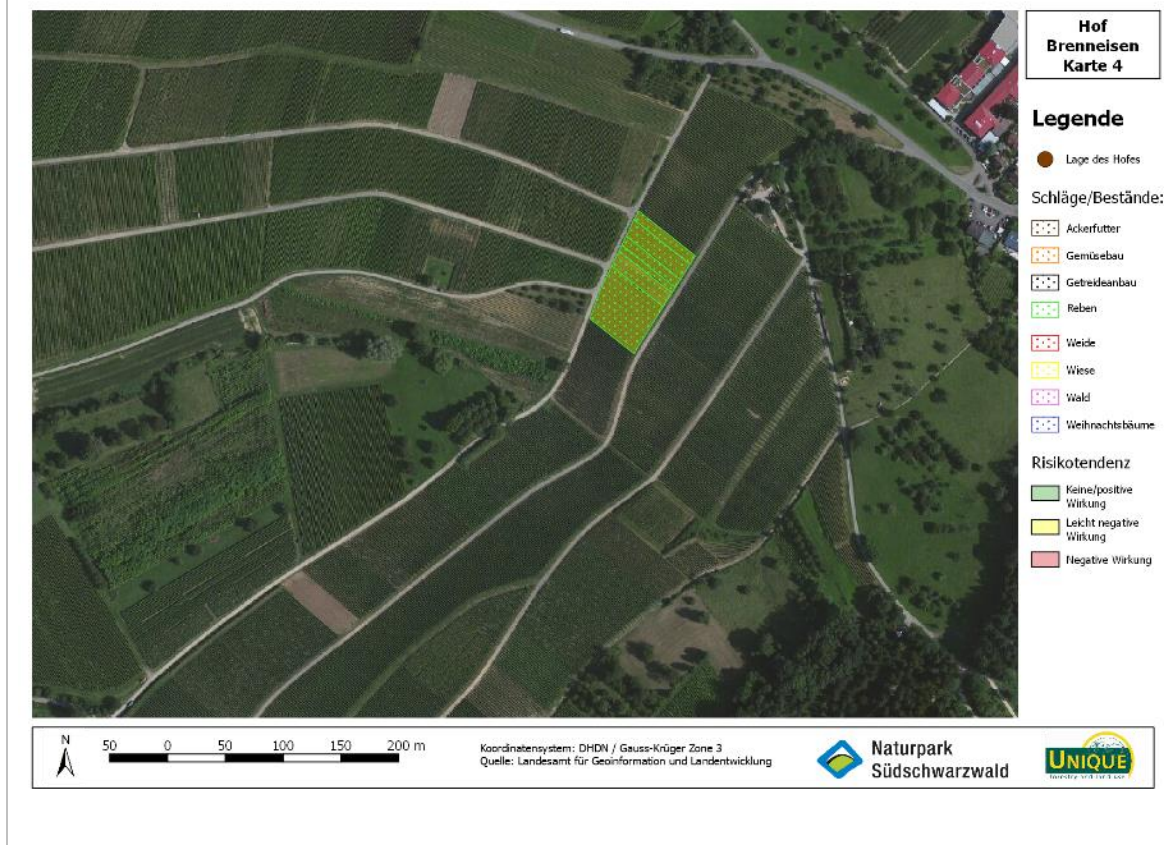
Abbildung 28: Klimarisiken für den Weinbau für die ferne Zukunft



Risikobewertung beim Weinbau

Es wurden alle Rebflächen des Betriebs Brenneisen analysiert. Im Ergebnis wurden die Flächen mit einer leichten Risikoeinschätzung klassifiziert. Insbesondere die Resistenz der Reben bei trockenen Perioden und auch die Möglichkeit des Sortenwechsels, machen die Reben in der Beurteilung der Klimagefährdung weniger anfällig als andere Nutzungen.

Abbildung 29: leicht gefährdete Rebflächen auf Betrieb Brenneisen für die ferne Zukunft



5.4.3 Anpassungsstrategien Weinbau

Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau sind nur begrenzt und viele der möglichen Anpassungsmaßnahmen im Weinbau stimmen mit Anpassungsmaßnahmen im Obstbau überein. Höhere Durchschnittstemperaturen begünstigen den Anbau von anderen Sorten (zum Beispiel bestimmter Rotweine). Neben Sortenwechsel ist auch Standortwechsel eine mögliche Anpassungsmaßnahme. Bewässerung von Junganlagen kann die Vulnerabilität gegenüber Trockenheit reduzieren. Hagelschutzsysteme können eine Lösung gegen Sonnenbrand, Hagel, aber auch gegen Spätfrost bieten. Die längere Vegetationsperiode begünstigt Krankheitserreger und Schädlinge und fordert deswegen intensivere Bewachung. Höhere Durchschnittstemperaturen werden auch das Bodenleben beeinflussen, weswegen auf den Humusgehalt geachtet werden muss. So hat Herr Brenneisen in 2015 Kompostwirtschaft entwickelt um den Humusgehalt auf den betriebseigenen Flächen zu verbessern und eine gesunde Mikroflora zu realisieren.

5.5 Waldbewirtschaftung

Die untersuchten waldbewirtschaftenden Betriebe (Bolkart, Speicher, Tröndle) besitzen Waldflächen in montanen Höhenstufen mit Schwerpunkt auf Nadelholz. Für die Betriebe Bolkart und Speicher wurden die Betriebsgutachten für die Waldflächen für die Analyse herangezogen.

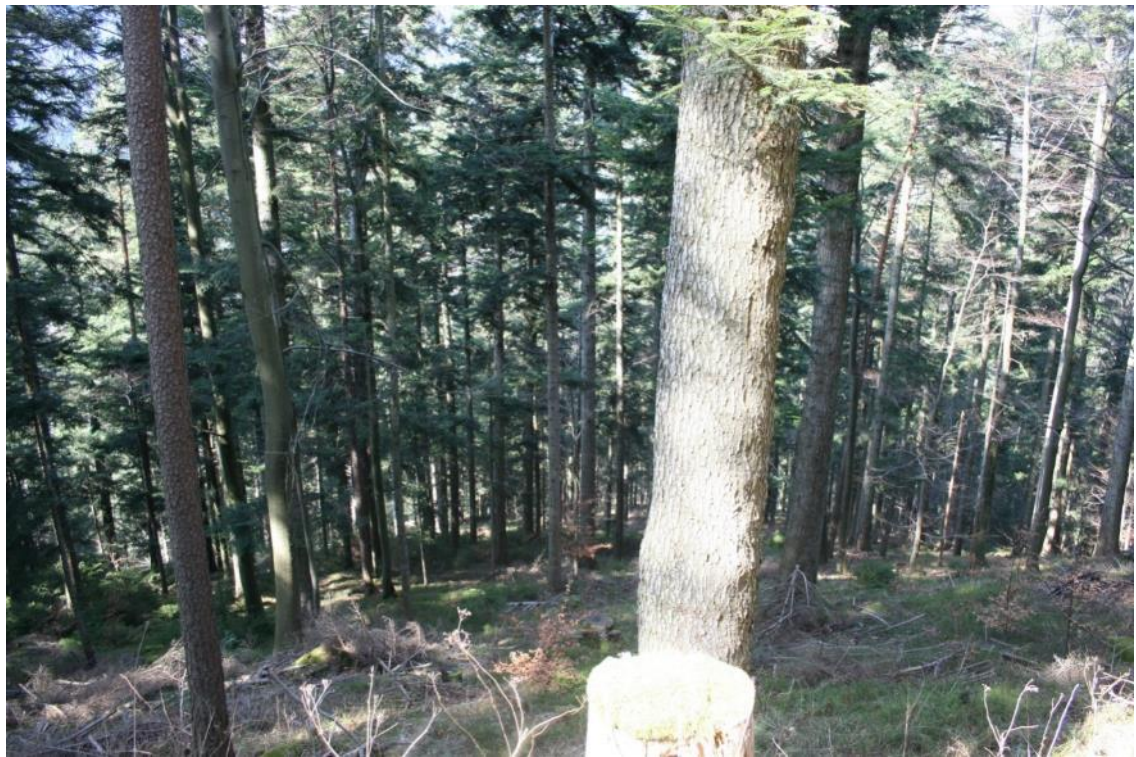
5.5.1 Wald in den Modellbetrieben mehr als nur komplementär zur Landwirtschaft

Forstbetrieb Bolkart

Die Waldflächen liegen in 700 - 900 m Höhe überwiegend in nordwestlicher, aber auch in südöstlicher Exposition auf mittel bis mäßig tief entwickelten podsoligen Braunerden, in mittelsteilen bis steilen Hanglagen.

Der Betrieb Bolkart bewirtschaftet eine Gesamtwaldfläche von 66,2 Hektar Wald. Im überwiegenden Teil (49,7 Hektar) wird er in Form eines Altersklassenwaldes bewirtschaftet. Die für den bäuerlichen Privatwald im Schwarzwald übliche Bewirtschaftungsform des Plenterwaldes wird in diesem Betrieb auf 12,1 Hektar der Fläche umgesetzt. Darüber hinaus wird eine kleine Fläche als Niederwald bewirtschaftet (0,5 Hektar).

Abbildung 30: Typischer montaner Tannen-Fichten-Wald (Betrieb Bolkart)



Im Altersklassenwald liegt der Schwerpunkt in den Klassen III bis VI, wobei sich der größte Teil im Altersbereich von 40 bis 60 Jahren bewegt. Der Holzvorrat beträgt 325 m³/ha bzw. 16.129 m³ auf der Gesamtfläche. Die Baumartenzusammensetzung wird mit 71 % klar von der Fichte dominiert, gefolgt von der Tanne mit 21 %. Den Rest stellen die Baumarten Kiefer, Eiche, Erle, Birke, Rotbuche und Bergahorn.

Die in Plenterwaldbewirtschaftung befindlichen Waldbestände setzen sich etwa gleichrangig aus Fichte und Tanne zusammen, wobei Tanne die führende Baumart ist. Auch hier ist eine geringe Beimischung von Kiefer vorzufinden. Die Flächengröße der Bestände ist relativ klein (< 1 ha) und mit unterschiedlicher Altersstruktur.

Forstbetrieb Speicher

Die Waldflächen liegen in 1.000 - 1.100 m Höhe überwiegend in sehr unterschiedlicher Exposition und Geländelage auf zumeist mittel bis tief entwickelten podsoligen Braunerden, in mittel-steilen Hanglagen. Auf kleiner Fläche kommen Gleye und Hochmoore vor.

Die Familie Speicher bewirtschaftet insgesamt 42 Hektar Wald (davon 38 ha Holzbodenfläche). Hier werden die Flächen als Altersklassenwald (34,2 ha) in Kombination mit einem Femelwald (4,4 ha) auf einer Gesamtfläche von 38,6 ha bewirtschaftet. In Femelwäldern wird in unregelmäßigen Abständen der Schirm in "Gruppengröße" von 0,1 bis 0,3 ha aufgelockert, um eine Ansammlungs- und Aufwachsen von Naturverjüngung in den Gruppen zu ermöglichen.

Abbildung 31: Typischer Femelwald des Forstbetriebes der Familie Speicher. Gut zu sehen ist der Verjüngungskegel aus Fichte und Tanne unter dem benachbarten Altholzschirm.



Im Altersklassenwald dominieren Bestände zwischen 100 und 140 Jahren. Der Holzvorrat beträgt 391 m³/ha beziehungsweise 15.094 m³. Im Altersklassenwald dominiert die Fichte (47 % des Vorrats), gefolgt von der Tanne (36 %) mit einem kleineren Teil beigemischter Buche (17 %). Damit entspricht die Waldgesellschaft in weiten Bereichen des einen typischen montanen Fichten-Tannen-Buchenwalds.

Der durch Femelwirtschaft gekennzeichnete Anteil des Wirtschaftswaldes der Familie Speicher setzt sich im Gegensatz zum Altersklassenwald hauptsächlich aus Tanne (55 % des Vorrats),

gefolgt von Fichte (35 %) und einer Beimischung von Buche zusammen. Auch hier kann man von einem typischen Fichten-Tannen-Buchenwald sprechen, jedoch mit Tanne als dominierender Baumart. In dem Betrieb sind die Flächenstrukturen mit unter einem Hektar durchschnittlicher Bestandesgröße klein. Die Baumartenzusammensetzung ist sehr homogen. Die zahlreichen kleinen Bestände unterscheiden sich in erster Linie durch Exposition, Wüchsigkeit und Alter.

Für die zwei Betriebe haben die Erträge aus der Forstwirtschaft einen wichtigen Einkommenseffekt im Erwerbseinkommen aus Land- und Forstwirtschaft. Für den Betrieb Bolkart sind diese sogar bedeutender als das Einkommen aus der Grünlandbewirtschaftung und Mutterkuhhaltung. Beide Betriebe bringen bei der Waldwirtschaft Eigenleistungen im Sinne eines Einkommenseffektes mit ein. Das Maß der Eigenleistungen ist indes rückläufig; die Betriebe beziehen zunehmend Dienstleister für Fäll- und Rückearbeiten ein. Hierbei spielt die Infrastruktur im Wald eine wichtige Rolle. Die Instandhaltung und der maschinengerechte Ausbau der LKW-fähigen Wege sind für die Holzbringung und das Aushalten von marktgerechten Sortimenten sehr wichtig. Daher legen beide Betriebe einen hohen Wert auf eine gut instandgesetzte Wegeinfrastruktur.

5.5.2 Klimabetroffenheit bei der Waldwirtschaft und Infrastruktur

Prognosen der Klimaentwicklung für die beiden Forstbetriebe

Forstbetrieb Bolkart - Schonach

Die nachfolgende Tabelle fasst die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für den Hof Bolkart zusammen.

Tabelle 12: Klimaprognose - Hof Bolkart - Schonach

Klimaparameter	„Ist-Zustand“ (1971 - 2000)	„Nahe Zukunft“ (2021 – 2050)	„Ferne Zukunft“ (2071 – 2100)	Qualität Klimasignal
Durchschnittstemperaturen (°C)	7,1	8,3 (+ 18%)	10,2 (+ 44%)	Gut
Beginn der Vegetationsperiode (Tage nach dem Jahresbeginn)	100	92 (- 8 T.)	83 (- 17 T.)	Gut
Anzahl Frosttage (Temperaturminimum <0°C)	92	69 (-25%)	46 (- 50%)	-
Durchschnittsniederschlag (mm) / Jahr	1646	1733 (+ 5%)	1836 (+ 12%)	Sehr mäßig
Sommer - Niederschlag (mm)	776	766 (- 1%)	710 (- 9%)	Sehr mäßig
Winter - Niederschlag (mm)	870	933 (+ 7%)	1041 (+ 20%)	Sehr mäßig
Klimatischer Wasser-Bilanz (mm) (≈Niederschlag – Evapotranspiration)	1263	1326 (+ 5%)	1383 (+ 10%)	Mäßig – sehr mäßig
Anzahl Tage ohne Niederschlag	207	207 (~ 0%)	207 (~ 0%)	Mäßig
Anzahl Tage Starkregen (> 25mm / Tag)	12	13 (+ 9%)	13 (+ 10%)	Mäßig – sehr mäßig

Forstbetrieb Speicher - Oberibach

Die nachfolgende Tabelle fasst die wichtigsten prognostizierten Klimaänderungen für den Hof Speicher zusammen.

Tabelle 13: Klimaprognose - Hof Speicher - Oberibach

Klimaparameter	„Ist-Zustand“ (1971 - 2000)	„Nahe Zukunft“ (2021 – 2050)	„Ferne Zukunft“ (2071 – 2100)	Qualität Klimasignal
Durchschnittstemperaturen (°C)	6,0	7,3 (+ 22%)	9,4 (+ 57%)	Gut
Beginn der Vegetationsperiode (Tage nach dem Jahresbeginn)	109	103 (- 6 T.)	93 (- 16 T.)	Gut
Anzahl Frosttage (Temperaturminimum <0°C)	109	84 (- 23%)	54 (- 51%)	-
Durchschnittsniederschlag (mm) / Jahr	1733	1748 (+ 1%)	1629 (- 5%)	Sehr mäßig
Sommer - Niederschlag (mm)	756	742 (- 2%)	661 (- 13%)	Sehr mäßig
Winter - Niederschlag (mm)	970	1031 (+ 6%)	1031 (+ 6%)	Sehr mäßig
Klimatische Wasser-Bilanz (mm) (≈Niederschlag – Evapotranspiration)	1020	1053 (+ 3%)	1025 (~ 100%)	Mäßig – sehr mäßig
Anzahl Tage ohne Niederschlag	213	214 (~ 100%)	208 (- 2%)	Mäßig
Anzahl Tage Starkregen (> 25mm / Tag)	15,0	16 (+ 11%)	15 (+ 4%)	Mäßig – sehr mäßig

Klimafolgen für die Forstbetriebe (ferne Zukunft)

Aus den oben angeführten Klimaprognosen lassen sich Chancen und Risiken für die beiden Forstbetriebe ableiten.

Für die montanen Lagen beider Betriebe (700 bis 1,100 m ü. NN) sind die bestimmenden Klimafaktoren eine höhere mittlere Temperaturen (+ 2,5 - 3,0 °C), ein früherer Beginn (um 13 - 14 Tage) und damit eine längere Vegetationszeit sowie ein „CO₂ - Düngeneffekt“. Letzterer ergibt sich aus der Steigerung der Photosyntheseleistung bei einem höheren CO₂-Gehalt. Diese Effekte würden, unter Vernachlässigung der Gefahren durch Sommertrockenheit oder sonstige abiotische und biotische Schäden, zu höherer Flächenproduktivität führen. In den Mittelgebirgslagen wären höhere Bonitäten auf tiefgründigen Böden und bei günstiger Exposition die Folge.

In den Klimaprognosen wird eine leichte Verschiebung der Niederschlagsmengen vom Sommer (Niederschlag - 9% bzw. - 13%) in das Winterhalbjahr (+6% bzw. +20%) vorausgesagt. In Verbindung mit der Temperaturerhöhung ergibt sich im Sommer eine Zunahme von Trockenheitsphasen (insbesondere auf flachgründigen Böden und in südexponierter Lage). Durch ungenügende Füllung des Bodenwasserspeichers kommt es zu Stresssituationen im ausgehenden Sommer. Im Trockenjahr 2003 nahm der Radialzuwachs dabei um bis zu 50 % ab.

Trockenheitsempfindliche Baumarten wie Fichte, in geringerem Umfang Tanne und Buche, sind stärker gefährdet. Robuster dagegen sind Douglasie, Kiefer und Eiche. Für trockenheitsanfällige Baumarten, wie insbesondere die Fichte, sind bestimmte Standorte wie Oberhanglagen, Süd-Südwestexposition, flachgründige Böden oder Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität problematisch. Andere Baumarten der montanen Zone, wie z.B. Kiefer, Tanne, Douglasie, Buche, Ahorn sind im Vergleich weniger empfindlich. Aber auch bei diesen Baumarten kommt es Hitze- oder Wassermangel-bedingt zu Stress und Wachstumseinbußen in diesen Zeiten. Der Waldschutzbericht für 2015/2016 weist nach dem trockenen Spätsommer/Herbst 2015 eine im Vergleich zum Vorjahr vierfach höhere Fläche an Trockenschäden für Baden-Württemberg aus (Delb 2016).

Hitzeempfindliche Baumarten, wie insbesondere Fichte, sind an steilen Hängen und in südexponierten Lagen benachteiligt (Wachstumseinbruch). Andere Baumarten der montanen Zone sind weniger empfindlich (Tanne, Douglasie, Buche, Ahorn). Hitze- und Trockenheitsresistenz hängen dabei stark zusammen.

Bei den biotischen Schaderregern können sich die Entwicklungszyklen für Schadinsekten, insbesondere Borkenkäfer, verkürzen und die Entwicklungsperiode verlängern. Im Jahr 2015 waren zwei Tochtergenerationen des Buchdruckers voll ausgebildet, eine dritte Generation hatte sich Ende Oktober zu Jungkäfern entwickelt (Delb 2016). Die Eignung der Fichte sinkt daher.

Spätfrostschäden können durch die früheren Beginn der Vegetationsperiode zunehmen. Frostempfindliche Baumarten wie Tanne und Buche sind dadurch eventuell häufiger von Frostschäden betroffen. Da sie als Schlusswaldbaumarten auf Freiflächen nicht angebaut werden, ist die Gefährdung aber eher gering.

Pilze profitieren von erhöhter Temperatur bei hohen Niederschlägen insbesondere im Winter und der verringerten Frosthäufigkeit. Erkrankungen der Buche sind bereits in Verbindung mit warm-feuchten Winterperioden verstärkt zu beobachten. Insbesondere die bleibende Aktivität von Pilzen in den Wintermonaten in denen speziell sommergrüne Laubbaumarten keine oder kaum metabolische Aktivitäten aufweisen könnte deren Abwehrmechanismen umgehen und so zu Vitalitätseinbußen führen. Auch das Auftreten bisher unbekannter, thermophiler Pilzarten könnte eine zusätzliche Belastung darstellen (Petercord et al., 2009).

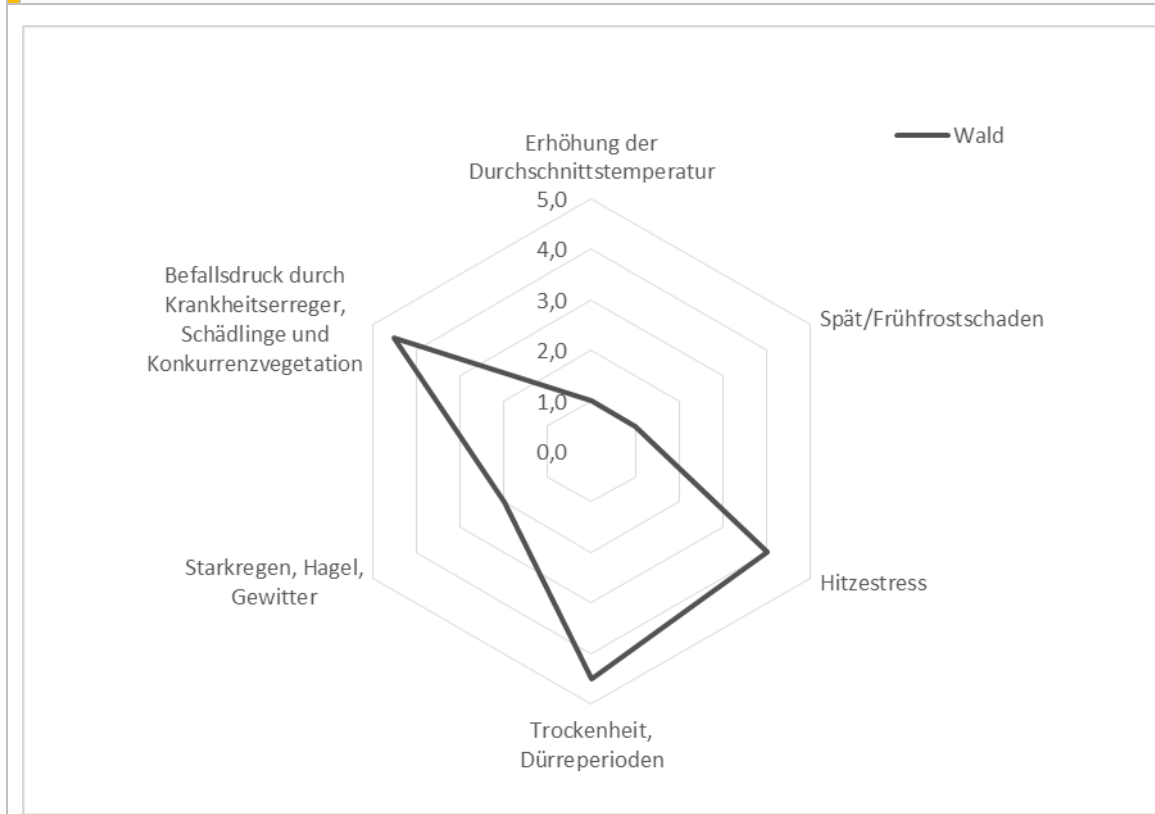
Der individuelle Standort ist von größerer Bedeutung für die klimatisch bedingten Risiken wie bisher. Dabei spielen die Faktoren der Wasserspeicherkapazität und –durchlässigkeit des Bodens im Zusammenspiel mit der Geländelage und Exposition die entscheidende Rolle. So sind besonders flachgründige Böden auf Kuppenlagen und in südlicher Exposition besonders risikobehaftet.

Konkrete Klimarisiken der Modellbetriebe

In der Diskussion mit den Betrieben wurden sechs Risikofaktoren für die Waldbewirtschaftung diskutiert und bewertet (vgl. Abbildung 32). Dabei wurde insbesondere die Trockenheit in Verbindung mit Hitzestress als Gefahr identifiziert. Ein steigender Befallsdruck durch Schädlinge resultiert entweder durch Vorschäden (z.B. Vitalitätsschwächung aus Trockenperioden) oder durch vermehrtes Auftreten von Schädlingen (z.B. höhere Anzahl an Tochtergenerationen des Borkenkäfers). Starkregenereignisse wird nicht direkt eine gefährdende Wirkung für den Wald

unterstellt, jedoch können sie durch die Schäden an Wegen und Durchlässen die Bewirtschaftung beeinträchtigen.

Abbildung 32: Klimarisiken für die Waldwirtschaft



Risikobewertungen von einzelnen Waldbeständen beider Betriebe

Die einzelnen Waldbestände der zwei Modellbetriebe wurden hinsichtlich der Klimarisiken bewertet. Diese Beurteilung wurde kartographisch umgesetzt, indem die Bewertungskriterien in eine finale Skala von drei Risikoklassen überführt wurden:

- stark negativer Trend (rot),
- leicht negativer Trend (gelb)
- positiver Trend (grün)

(vgl. Abbildung 33 bis Abbildung 36).

Insbesondere Dürreperioden, der oftmals damit verbundene Hitzestress und biotische Kalamitäten stellen das größte zu erwartende Risiko für die Waldflächen der betroffenen Betriebe dar. Daher sind speziell südlich oder westlich exponierte Bestände auf flachgründigen Böden und Oberhängen anfällig.

Abbildung 33: Fläche mit leichter Klimagefährdung (gelb) (Betrieb Bolkart) für die ferne Zukunft

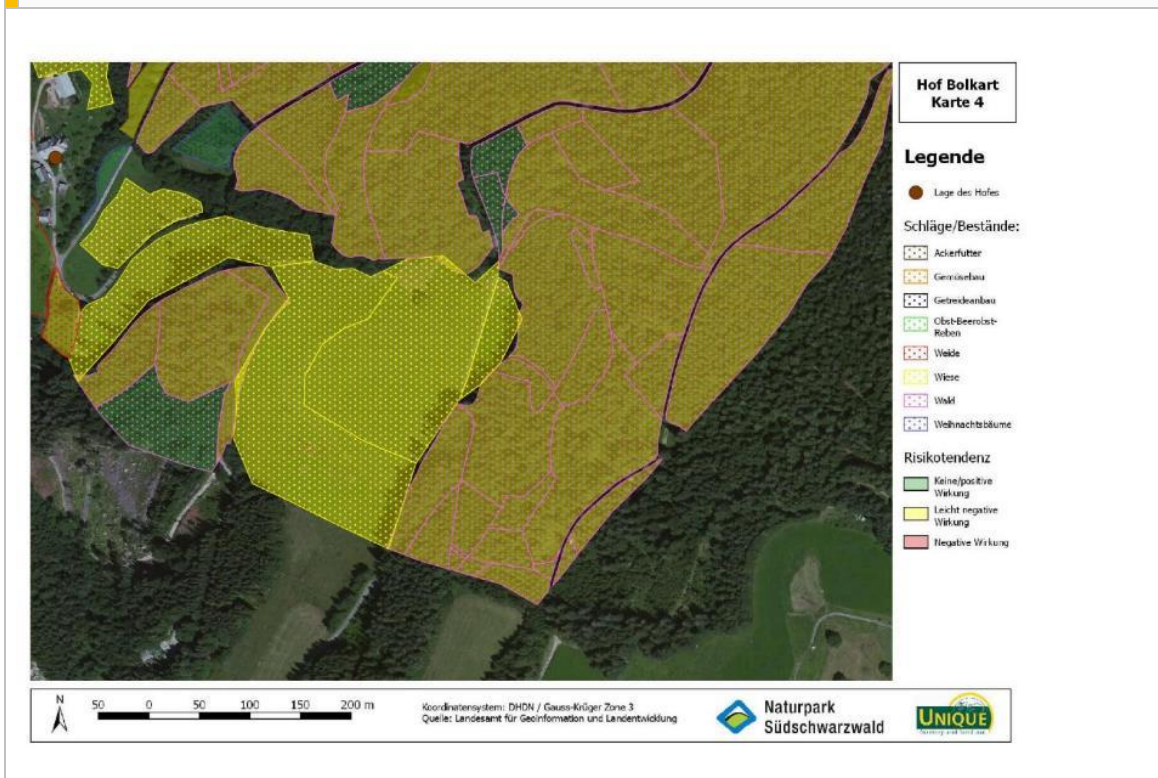


Abbildung 34: Flächen mit leichter & starker Klimagefährdung für die ferne Zukunft (nahe Hofgebäude) (Betrieb Bolkart)

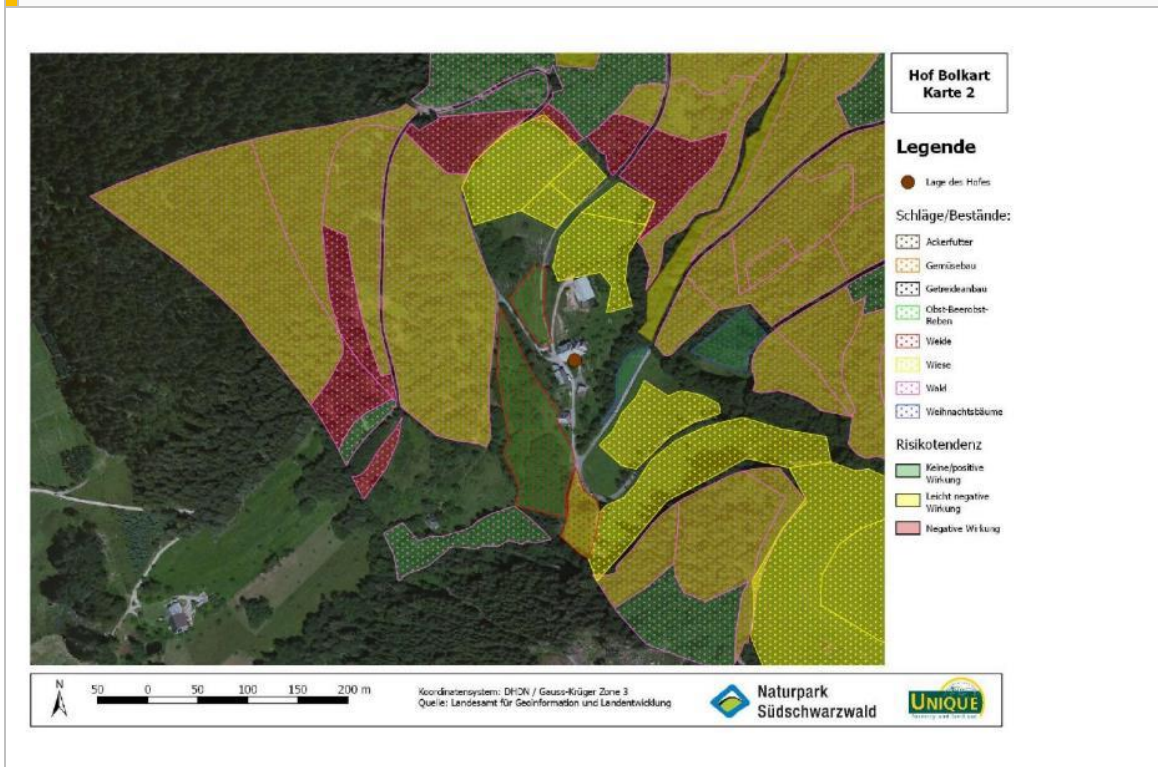


Abbildung 35: Waldfläche mit positiver Klimawirkung für die ferne Zukunft (Betrieb Speicher)

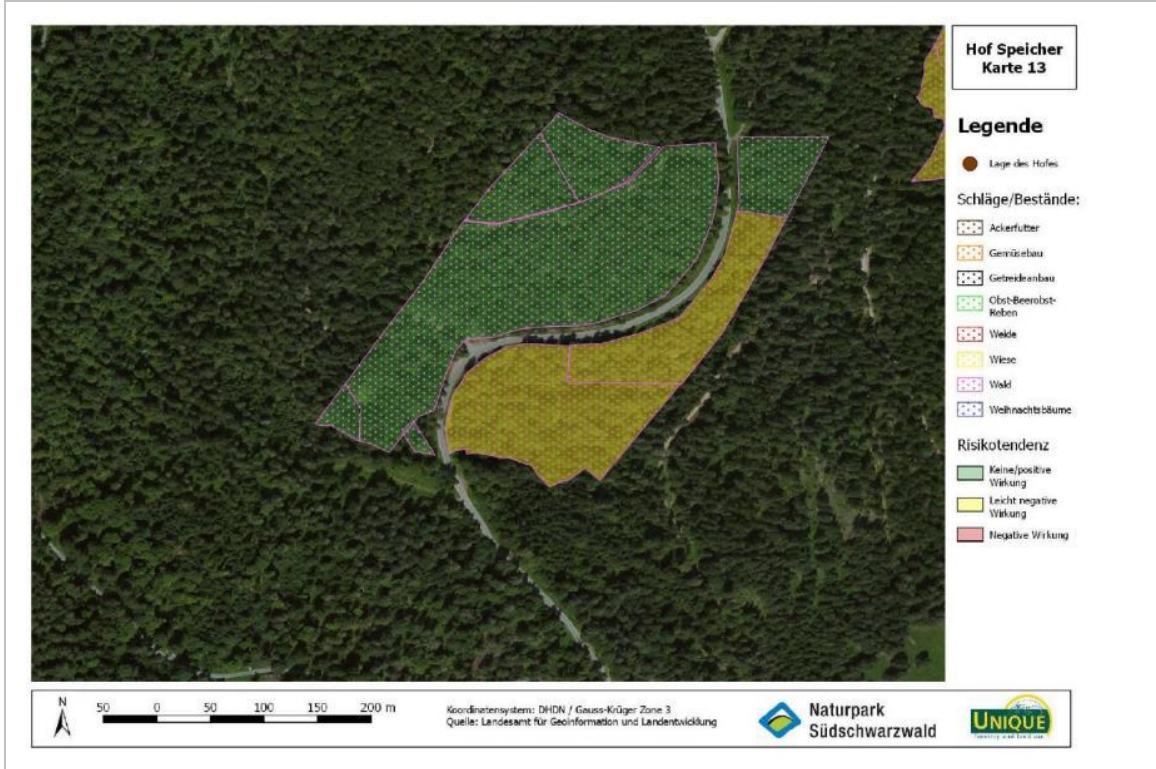
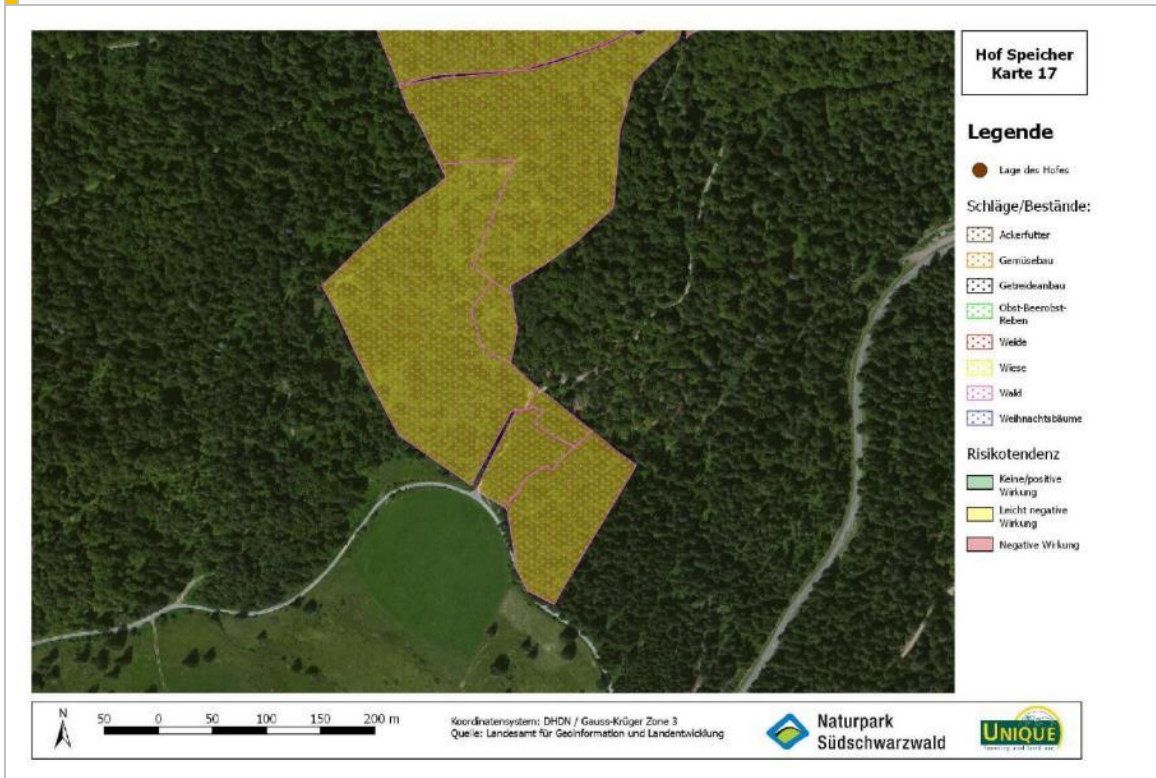


Abbildung 36: Waldfläche mit leicht negativer Klimagefährdung für die ferne Zukunft (Betrieb Speicher)



Die Risikobewertung der Betriebe mit forstlicher Ausrichtung hat unterschiedliche Ergebnisse hervorgebracht. In der Gesamtgefährdung durch klimatische Veränderungen im Wirtschaftswald hat sich der Betrieb Speicher tendenziell als etwas resistenter herausgestellt. Die Flächen der Familie Speicher sind tendenziell eher auf gut wasserversorgten Standorten in Mulden oder Talsenken zu finden. Außerdem ist die Baumartenzusammensetzung teilweise besser an die Standorte angepasst. Das Risiko für den Betrieb Bolkart liegt in erster Linie in den eher an Oberhängen gelegenen, trockenen und teilweise sandigen Standorten. Hier wird von allen Waldstandorten am ehesten mit Stresssituationen, verursacht durch Trockenheit und Hitze gerechnet werden müssen. Speziell solche Bestände, die in einer südlichen bis südwestlichen Exposition in oberen Hangteilen liegen, sind kritisch. Mit der robusten und bereits vorkommenden Kiefer ist hier eine Baumart vorzufinden, die künftig verstärkt ihren Platz dort haben sollte.

5.5.3 Waldbauliche Anpassungsstrategien

Um die Klimawandelauswirkungen zu minimieren und die Anpassung des Ökosystems Wald zu unterstützen, ist ein Maßnahmenkatalog mit einer Vielzahl an Optionen vorgeschlagen und diskutiert worden. Diese waldbaulichen Konzepte dienen insbesondere dazu, rechtzeitig mit Anpassungsmaßnahmen in Beständen mit erhöhtem Risiko zu beginnen und damit die Gewährleistung und Erfüllung der Waldfunktionen für die Betriebsinhaber und die Gesellschaft auch in Zukunft im Gebiet des Naturparks Südschwarzwald sicherzustellen.

Baumartenwahl und -mischung

Erhöhte Temperaturen, CO₂-Konzentrationen und extreme Witterungsereignisse beeinflussen die Baumarten unterschiedlich stark. Dies gilt ebenso für die gesamte Flora und Fauna im Waldökosystem. Damit ändern sich die Konkurrenzverhältnisse im Klimawandel.

Einige Arten werden produktiver und vitaler werden (z. B. Traubeneiche, Douglasie), während andere überwiegend an Konkurrenzkraft verlieren (insbesondere Fichte). Infolge dessen verschieben sich die Areale, insbesondere an ihren klimatischen Trockengrenzen. Daraus resultieren für die verschiedenen Baumarten unterschiedliche Risiken und Chancen:

- Die Veränderung des Niederschlagsregimes kann bei Baumarten, welche auf hohe Boden-feuchte angewiesen sind oder flach wurzeln, im Sommer auf flachgründigen Standorten zu Wasserstress führen.
- Besonders deutlich werden sich in den kollinen und submontanen Randlagen des Naturparks die Wuchsbedingungen der wirtschaftlich wichtigsten Baumart Fichte verschlechtern.
- Durch die klimatische Erwärmung, verbunden mit längeren Vegetationszeiten, können wärmeliebende Baumarten in höhere Lagen vordringen, weil sie konkurrenzstärker werden. Werden diese Baumarten (z. B. Traubeneiche) gezielt in höheren Lagen gepflanzt, bewirken sie eine Risikominderung für Waldeigentümer.

Konkurrenzveränderungen und Arealverschiebung betreffen nicht nur Bäume, sondern alle Arten des Ökosystems. Infolge wird sich die Biodiversität der Waldökosysteme verändern.

Fichte

Die Baumart mit der größten Verbreitung im Naturpark bevorzugt kühle und frische-feuchte Standorte und ist wenig trockenheits- und hitzetolerant. Die Hauptwirtschaftsbaumart ist vom Klimawandel besonders betroffen.

Buche und Tanne

Die bedeutendsten natürlichen Baumarten im Naturpark bevorzugen mildes Winter- und kühles, feuchtes Sommerklima. Die Konkurrenzkraft wird daher in den höheren Lagen eher zunehmen. In Tieflagen und auf trockeneren Standorten oder Regenschattengebieten wird die Konkurrenzkraft tendenziell abnehmen, wenn nicht andere Bodenwasserquellen vorhanden sind.

Stiel- und Traubeneiche

Stiel- und Traubeneiche sind typische Baumarten des Tief- oder Hügellandes und so der kollinen Randbereiche des Naturparks im Westen und Süden. Beide können tiefe Bodenschichten gut erschließen und besitzen auch bei Grund- oder Stauwassereinfluss eine gute Konkurrenzkraft. Beide Baumarten sind auch an wärmere Klimate angepasst. Insbesondere die Traubeneiche wird ihre Konkurrenzkraft im Klimawandel im Verhältnis zu anderen Baumarten vergrößern und auch in höhere Zonen des Naturparks eine klimastabile Mischbaumart werden.

Kiefer

Als Baumart der sehr nährstoffarmen und trockenen Böden wird die Kiefer durch die Folgen des Klimawandels ihren Stellenwert beibehalten oder ausbauen, da sie auch mit höheren Temperaturen und Trockenheit gut zurechtkommt.

Aufgrund der dargestellten unterschiedlichen Sensitivitäten der Baumarten gegenüber Änderungen von Temperatur, Niederschlag und Extremereignissen kann von einer Verschiebung der Verbreitung der Baumarten im gesamten Naturpark ausgegangen werden.

Mischbestände fördern

Um einen möglichst resistenten und resilienten Wald zu entwickeln, ist insbesondere die Baumartenwahl und –vielfalt ein starker Hebel. Hierzu gibt es mehrere Handlungsoptionen (Bürgi & Brang, 2001; Spittlehouse & Steward, 2004; Miller et al., 2007). Auf Baden-Württemberg bezogen bietet die Waldentwicklungstypenrichtlinie (WET-Richtlinie) umfangreiche Empfehlungen für die Praxis (Landesbetrieb Forst Baden-Württemberg 2014). Die Betriebsgutachten der Betriebe Bolkart und Speicher weisen viele dieser Vorschläge für die Bestandesbehandlung aus. Grundsätzlich kann die Empfehlung ausgesprochen werden, auch für kleinere Betriebe durch Betriebsgutachten den Fokus auf langfristig klimastabile Bestände zu lenken.

Zu empfehlen ist ein verstärktes Herausarbeiten von klimastabilen Baumarten. Hier sind es in den beiden Modellbetrieben insbesondere die Förderung der Weißtanne, Douglasie und Kiefer in Mischung mit der Fichte und ein ausreichender Anteil von 20-30% an Laubhölzern (Buche, Bergahorn, Vogelbeere). In den montanen Schwarzwaldlagen sollte aufgrund der prinzipiell positiven Ausgangssituation (ausreichende Niederschläge) verstärkt auf die Produktion von Nadelholz mit hoher Klimaplastizität gesetzt werden, um auch in Zukunft den Bedarf an Bauholz

bedienen zu können. Außerdem wurden einige spezifische Vorgehensweisen für die beteiligten Betriebe entwickelt und diskutiert.

- An den Bachläufen (Schluchtwaldgesellschaft) fördern von Ahorn, Esche und Erle.
- Bestehende Buchenbestände soll in gemischte Laub- Nadelholzmischbestände umgebaut werden. Die Buchenbestände oder-anteile sind in beiden Betrieben für die Brennholzversorgung wichtig.

Ungleichaltrigkeit und mehrschichtiger Bestandesaufbau

Mehrschichtige und ungleichaltrige Strukturen erlauben eine rasche Reaktion auf mögliche Schadereignisse zu jedem Zeitpunkt, da ein kompletter Ausfall einer Fläche hierdurch vorgebeugt wird. Der Boden auf den steilen Hängen ist so dauerhaft bestockt und vor Erosion besser geschützt. Bereits im Rahmen von Durchforstungsmaßnahmen können diese strukturellen Maßnahmen begonnen werden, insbesondere aber in der Phase der Hauptnutzung.

Angepasste Hiebsarten

Hiebsarten sollen so angepasst werden, dass die Lichtsituation für alle gewünschten klimastabilen Baumarten (z.B. Douglasie und Kiefer) gerecht zu werden.

Herkunftswahl

In Zukunft wird die Forstpflanzenzüchtung vermehrt besser an klimatische Bedingungen und Wärme- und Trockenheitsresistentere Herkünfte bereitstellen. Diese sollen gezielt bei Verjüngung der Bestände in kleinen Gruppen oder gezielt als neue Mischbaumart beachtet und auch gepflanzt werden.

Reduktion der Umtriebszeit

Kürzere Umtriebszeiten erlauben eine raschere Anpassung der Bestockung in der entsprechend nachfolgenden Generation. Im Nadelholz kommt der Effekt der Erhöhung der Bestandesstabilität hinzu (Reduktion der Sturmwurfgefahr durch niedrigere Baumhöhen).

Intensive Bestandespflege und Vermeidung instabil dichter Bestockungen

Hohe Holzvorräte in überdichten Beständen entsprechen einem hohen Kapital, jedoch einem Risikokapital, das im Falle eines Schadereignisses auch rasch verloren gehen kann. Jungbestandespflege und Durchforstungseingriffe haben zahlreiche positive Wirkungen und erlauben eine flexible Anpassung der Bestände:

- niedrigerer Wasserverbrauch
- Einnahmen aus Holzverkauf
- Steuerungsmöglichkeit der Baumartenmischung und Selektion der vitalsten und besten Bäume
- Verringerung der Umtriebszeit für bestimmte Zieldurchmesser

Bildung größerer Bewirtschaftungseinheiten

Insbesondere bei Privatwaldbetrieben mit sehr kleinen Flächen (< 5 Hektar), kann ein Zusammenschluss mit anderen Betrieben in Fragen der Bewirtschaftung Möglichkeiten der Risikominimierung und Vorteile bei der Holzvermarktung eröffnen.

Vermeidung von Verbiss- und Fegeschäden

Wildverbiss gefährdet den Waldumbau entscheidend, da für den Aufbau klimaplastischer Wälder eine breite Baumartenpalette und die Nutzung seltener oder gebietsfremder Baumarten bedeutsam sind. Diese müssen sich natürlich oder bei Pflanzung auch ohne Schutz verjüngen lassen, um klimastabile Mischbestände mit einer hohen Anzahl von Baumarten mit geringen Geldaufwänden zu ermöglichen. Ein effektives Wildmanagement und eine erfolgreiche Jagd sind daher in Zukunft noch mehr als bisher Schlüsselfaktoren für den Aufbau klimaplastischer Wälder und für die Wirtschaftlichkeit von Forstbetrieben.

Der Verbiss durch Schalenwild spielt in den Modellbetrieben insbesondere bei der Verjüngung wichtiger klimastabiler Baumarten wie Tanne und Douglasie eine wichtige Rolle. Der Ausfall eher seltener Baumarten durch den bevorzugten Verbiss verstärkt den negativen Effekt. Aktuell kommen in beiden Betrieben Fichte und Weißtanne noch ohne spezielle Schutzmaßnahmen zur Reduktion des Wildverbisses aus. Die eingebrachte Douglasie benötigt Einzelschutz, da sie verstärkt durch Verbiss und Fegeschäden gefährdet ist.

Monitoring biotischer Schaderreger

Viele biotische Schaderreger (Insekten, Pilze, Mikroorganismen) im Waldökosystem profitieren von höherer Wärme (Insekten), höherer Luftfeuchte (Pilze) oder der Vitalitätsverringern der Wirtsbäume (z. B. Borkenkäfer). Hinzu kommt, dass bereits bekannte Organismen, die bisher keine Virulenz haben, eine solche durch die Klimawandelfolgen entwickeln können und bislang auf wenige Standorte beschränkte Schaderreger (z. B. Eichenprozessionsspinner) sich auch in höhere Lagen ausbreiten können.

Die Intensivierung des Monitoring von biotischen Schaderregern im Zusammenspiel aller Waldbesitzer mit den Forstbehörden ist notwendig, um eine rasche Reaktion zu ermöglichen und großflächigen Ausfällen vorzubeugen. In Zusammenarbeit mit den unteren Forstbehörden sollte ein Monitoring von Insekten- und Pilzschäden auch im Kleinprivatwald intensiver durchgeführt werden.

Wegeinfrastruktur

Waldmanagement im Klimawandel kann eine intensivere Bewirtschaftung mit der Notwendigkeit einer verbesserten Zugänglichkeit der Waldbestände bedeuten, z. B. im Zusammenhang mit Forstschutz und Katastrophenmanagement. Daher ist eine gut entwickelte und unterhaltene forstliche Infrastruktur wichtig, insbesondere was Waldstraßen angeht. Schwankungen im Wasserhaushalt von Waldstandorten und Waldgewässern werden im Klimawandel bedingt durch häufigere Starkregenfälle und Trockenphasen zunehmen. Folge davon ist, dass Anzahl, Bauart und Dimension der Wasserableitungen und Durchlässe im Waldstraßenbau überprüft werden müssen, um die Funktionsfähigkeit der Erschließung zu sichern und Wasser den Waldbeständen zukommen zu lassen.

Der Wegezustand der beiden Betriebe ist aktuell gut; die Bewirtschafter sorgen für eine gute Erschließung (und Feinerschließung). Mittelfristig ist der Stabilität der Wege inkl. der Wasserabführung ein wichtiger Faktor bei den zunehmend auftretenden Starkregenereignissen.

Bodenschutz und Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts

Der Klimawandel erfordert auch eine Anpassung von Waldarbeit und Forsttechnik. Angesichts von wärmeren und feuchteren Wintern ist die Bodenverdichtung durch Forstmaschinen zu vermeiden. Bei Holzernte in Hanglagen ist der Erosionsschutz zu verbessern. Aufgrund weniger verfügbarer Arbeitstage im Jahr (weniger Frosttage, weniger Schnee, mehr nasse Böden, mehr Starkregen) ist die Arbeitsorganisation der Holzernte anzupassen und zu flexibilisieren.

Vermehrte Trockenphasen und Starkregenfälle sind im Klimawandel zu erwarten. Es gilt den Wasserrückhalt im Boden und Gelände zu verbessern. Durchlassbauten in forstlichen Wegenetzen und bei Straßen im Wald sind Hauptursache für die Einschränkung der Durchgängigkeit der Waldgewässer. Gleichzeitig verändern Waldwege, Maschinenwege und Straßen im Wald die natürliche Entwässerung von Hängen.

Weitere Probleme können im Bereich von Einengungen und Beeinträchtigungen der Bachauen in Waldtälern durch den Einfluss von Bach parallel laufenden Waldwegen bestehen. Dabei kann eine größere Naturnähe von Waldgewässern mit verbesserter Wasserrückhaltung in der Waldfläche verbunden werden.

5.6 Naturschutz

Der Naturpark engagiert sich seit Jahren, durch Landschaftspflegemaßnahmen und die Schaffung von halboffenen Weidesystemen für das Landschaftsbild, die Biodiversität und die für den Naturschutz wertvollen Offenlandbiotop. Bewusst werden auch Wald und durch Sukzession verbuschte Bereiche in bewirtschaftete Flächen einbezogen. Dabei muss sich für den im Südschwarzwald ganz überwiegend im Nebenerwerb tätigen Landwirt eine ökonomische und vom Arbeitszeiteinsatz leistbare Bewirtschaftungssituation ergeben. Der Naturpark Südschwarzwald hat an der Entwicklung und Verbreitung von tiergerechten und ökonomisch tragfähigen Offenhaltungssystemen gearbeitet. In diesem Kontext sind für den Naturpark ganzheitliche, auf die Landschaft und deren naturschutzfachliche Bedeutung sowie dessen Bewirtschaftung bezogene Ansätze von höchster Bedeutung.

5.6.1 Klimafolgen für den Naturschutz

Klimawandel beeinflusst Biodiversität und damit Naturschutz, weil Lebensräume sich in einer bislang nicht gekannten Dynamik verändern: Temperaturzunahmen, Änderungen der Niederschlagsverhältnisse, Zunahmen von Sommertrockenheit sowie extreme Witterungsereignisse wirken auf die Lebensräume im Offenland und im Wald.

Konkurrenzveränderungen und Arealverschiebung betreffen nicht nur die Vegetation in Land- und Forstwirtschaft, sondern alle Arten des Ökosystems. Risiken bestehen insbesondere für derzeit bereits seltene und gefährdete Arten, deren Wärme- und Trockenheitstoleranz gering ist (z. B. Arten der borealen Klimate, sub-alpine Arten und Moore), aber auch für Arten, die im

Klimawandel durch konkurrenzstärkere Arten oder einwandernde Arten verdrängt werden (z. B. hochmontane und subalpine Reliktarten).

Weiser dafür, dass die Auswirkungen des Klimawandels bereits spürbar sind, sind beobachtete Arealverschiebungen, vor allem bei mobilen Insekten- und Vogelarten. Mehrere Studien zu Klimafolgen für Biodiversität, Naturschutz und die Folgen für Schutzgebietskonzepte liegen vor. Sie analysieren die möglichen Arealverschiebungen von Arten und Biozönosen, die Veränderungen in der Zusammensetzung von Lebensraumtypen oder Schutzgebieten und die Einwanderung neuer bisher gebietsfremder Arten. Dabei lassen sich „Klimagewinner“ und „Klimaverlierer“ ausmachen (Petermann et al. 2007; Schlumprecht 2013; MULNV 2009).

Zu erwarten ist, dass die beschriebenen Folgen besonders auf Arten mit engem ökologischen Toleranzbereich und einer Anpassung an kühle und boreale Klimate (z.B. Moore, hochmontane und subalpine Arten) wirken. Schlumprecht 2013 stellt eine Auswertung der ökologischen Zeigerwerte nach Ellenberg und der Gefährdungssituation (nach der Roten Liste Pflanzen Baden-Württembergs) für Pflanzenarten mit speziellen Temperatur- und Feuchteansprüchen vor, die insbesondere für den Naturpark Südschwarzwald bedeutsam sind: Die absolute Zahl an Pflanzen, die sehr kühle Temperaturbedingungen anzeigt, ist zwar relativ niedrig im Vergleich zum Gesamtarteninventar in Baden-Württemberg. Jedoch sind die Anteile gefährdeter Arten mit diesen Ansprüchen sehr hoch. Dies gilt auch für Arten, die sehr nasse Standorte bevorzugen. Bei erhöhten Temperaturen dürften Pflanzenarten mit diesen ökologischen Ansprüchen voraussichtlich eine starke zusätzliche Gefährdung durch den Klimawandel erfahren. Wie genau diese Veränderungen die Schutzwürdigkeit von Arten und Lebensräumen betreffen, kann noch nicht sicher prognostiziert werden. Die Herausforderung besteht darin, dass Naturschutz im Naturpark Südschwarzwald sich auf diese neue Dynamik einstellt und Effekte auf aktuelle Schutzgebiete und ihre besonders schutzwürdigen Güter eingeschätzt werden können.

5.6.2 Fokussierung auf FFH-Gebiete im Untersuchungsraum

Die Frage nach den Naturschutz relevanten Flächen in den Modellbetrieben wurde unterschieden nach Naturschutzgebieten, gesetzlich geschützten Biotopen (sog. § 32a-Biotope) und Natura 2000-Flächen. Eine kurze Zusammenfassung der naturschutzrelevanten Flächen kommt zu folgendem Ergebnis:

- Die Betriebe Brenneisen und Stoll weisen nach eigenen Angaben keine Flächen in diesen Schutzgebietskategorien auf. Bewirtschaftungseinschränkungen gibt es bei Landschaftselementen oder auf Flächen mit freiwilligen Schutzleistungen (Demeter "Biodiversitätsflächen").
- Für die Pflege von rund sechs Hektar von 32a-Biotopen erhalten die Betriebe Bolkart, Tröndle und Riebe eine Förderung aus der Landschaftspflegeleitlinie („LPR-Verträge“).
- FFH-Flächen in größerem Umfang besitzt v.a. der Betrieb Speicher; in geringerem Maße auch der Betrieb Riebe. Einen Überblick gibt Tabelle 14. Aufgrund der Bedeutung der FFH-Flächen werden diese herausgehoben besprochen.

Gesetzliche Grundlage von Natura 2000 stellen die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie; Richtlinie 92/43/EWG zur „Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen“) und die Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 79/409/EWG über die „Erhaltung der wildlebenden Vogelarten“) dar. Ziel der FFH-Richtlinie ist es, einen „günstigen

Erhaltungszustand der natürlichen Lebensräume und wildlebender Tier- und Pflanzenarten“ zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Mit der FFH-Richtlinie werden die Mitgliedsstaaten verpflichtet, die Erhaltungszustände von Arten und Lebensraumtypen zu überwachen. Für die Überwachung und Berichterstattung sind die Länder zuständig.

Die Ausweisung eines FFH-Gebietes löst ein Verschlechterungs- und Störungsverbot für das Schutzgebiet als Ganzes aus. Hierfür bedarf es im Prinzip keiner weiteren rechtlichen Konkretisierung. Sobald Managementpläne erstellt werden, gehen diese dem allgemeinen Verschlechterungs- und Störungsverbot vor. Rechtlich verbindlich sind die Maßnahmen in den Managementplänen für Flächen in der Hand öffentlicher Träger (also i.d.R. Land und Kommunen), nicht aber für Flächen in privatem Eigentum. Als Kompensation für die Bewirtschaftungseinschränkungen (z.B. eingeschränkte Baumartenwahl) können die Eigentümer z.T. eine pauschale Kompensationszahlung beantragen. Grundsätzlich, so eine juristische Einschätzung, stehen Änderungen oder Erweiterungen der Nutzung nicht grundsätzlich einem Verschlechterungs- oder Störungsverbot entgegen (Paschke 2012). Nicht vollständig rechtlich geklärt scheint die Tatsache, inwiefern eine Verschlechterung auf einer Teilfläche eines FFH-Gebiets, also z.B. in einem Waldbestand oder auf einer Wiesenfläche, Folgewirkungen für das gesamte FFH-Gebiet besitzt. Komplizierend kommt hinzu, dass die Änderungen von Klimafaktoren zukünftig erhebliche Beeinträchtigungen auf die Erhaltungszustände von hoch vulnerablen Lebensraumtypen haben werden (z.B. Moore). Mit der vorliegenden Untersuchung können diese Fragestellungen weder rechtlich geklärt noch aus naturschutzfachlicher Sicht tiefgreifend behandelt werden. Im Folgenden sollen einige Abschätzungen zur Gefährdung der Lebensraumtypen durch Klimaparameter durchführen.

5.6.3 FFH-Flächen in den Betrieben Speicher und Riebe

FFH-Lebensraumtypen wurden nur in zwei der sechs Modellbetriebe ausgeschieden. Die beiden Betriebe besitzen zusammen rund 80 Hektar FFH-Flächen, wobei der überwiegende Anteil im Betrieb Speicher liegt. Mit rund 74 Hektar liegen dort fast zwei Drittel der Betriebsfläche in FFH-Gebieten. Im Betrieb Riebe liegen nur ca. 5 ha in der FFH-Gebietskulisse. Beide FFH-Gebiete sind durch die typischen Offenland- und Wald-Lebensraumtypen der jeweiligen Region geprägt. In Ibach sind es Borstgrasrasen (6230) und Berg-Mähwiesen (6520) sowie montane bodensaure Fichtenwälder (9410). In Bräunlingen insbesondere feucht, magere Pfeifengraswiesen (6410) und ebenfalls Berg-Mähwiesen (6520).

Tabelle 14: FFH-Flächen der beiden Betriebe Speicher und Riebe

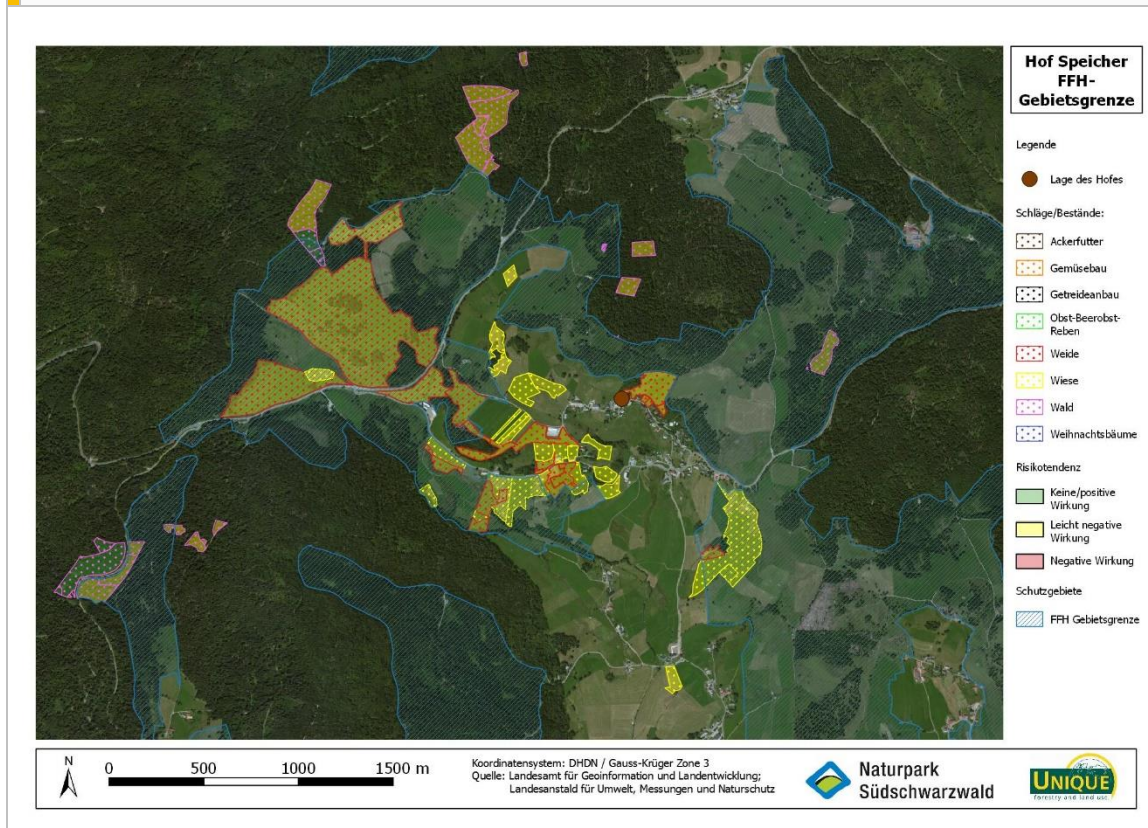
Betrieb	FFH-Fläche [ha]	Anteil Betriebsfläche	Flächenmäßig bedeutende Lebensraumtypen in den FFH Gebieten
Speicher	73,7	64 %	FFH-Gebiet Oberer Hotzenwald (8214-343) <ul style="list-style-type: none"> • 6230 Artenreiche Borstgrasrasen (190 ha, 10%) • 9410 Bodensaure Nadelwälder (177 ha, 9,4%) • 6520 Bergmähwiesen (88 ha, 4,7%) • 91D0 Moorwälder (56 ha, 3%) 7110, 7120, 7140, 7150, 7230 Hoch-, Übergangs- u. Nieder-Moore (ca. 55 ha, 2,9%) • (weitere LRT zu 100%)
Riebe	5,1	6 %	FFH-Gebiet FFH-Gebiet „Baar, Eschach und Südschwarzwald“ (7916-311)¹ Flächenmäßig bedeutende LRTs: <ul style="list-style-type: none"> • 6510 Magere Flachland-Mähwiesen (ca. 190 ha) • 6520 Berg-Mähwiesen (ca. 50 ha) • 9160 Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder (Unterhölzer Wald) (ca. 120 ha) • 5130 Wacholderbestände auf Zwergstrauchheiden oder Kalkrasen (ca. 70 ha) • (weitere 10 LRT)

¹ Ein Managementplan liegt nicht vor. Die Angaben sind daher vorläufig.

Betrieb Speicher

Ein Großteil des Betriebs Speicher liegt im FFH-Gebiet „Oberer Hotzenwald“ (FFH-Gebiet: 8214-343), Teilgebiet „Kohlhütte-Lampenschweine“ (RP Freiburg 2010). Charakterisiert wird das Gebiet um Ibach als "Hochflächenlandschaft im Granit- und Gneisgebiet des Hotzenwaldes. Geprägt ist die Landschaft hier insbesondere von ausgedehnten landesweit bedeutsamen Weidfeldern, die in einem Wechsel mit den umgebenen Waldflächen stehen, was nicht zuletzt den typischen Charakter des Südschwarzwaldes ausmacht. Außerdem enthalten sind Hoch- und Übergangsmoorflächen, extensiv genutzte Bergwiesen und Waldgesellschaften zusammengesetzt aus naturnahen Buchen-Tannenwäldern, Nadelmischwäldern und vereinzelt Moorwäldern. Aus dem Übergang dieser Flächen und die vielen Bachläufe, Auen und Feuchtwiesen stellen Lebensräume mit herausragender Bedeutung für den Naturschutz dar." Der Obere Hotzenwald zählt aus Sicht des Naturschutzes zu einer naturschutzfachlich sehr hochwertigen Region Baden-Württembergs (RP Freiburg 2010).

Abbildung 37: FFH-Gebiet um Ibach und Betriebsflächen Betrieb Speicher



Drei der am häufigsten vorkommenden Lebensraumtypen wurden für Flächen im Betrieb Speicher kartiert. Es sind dies:

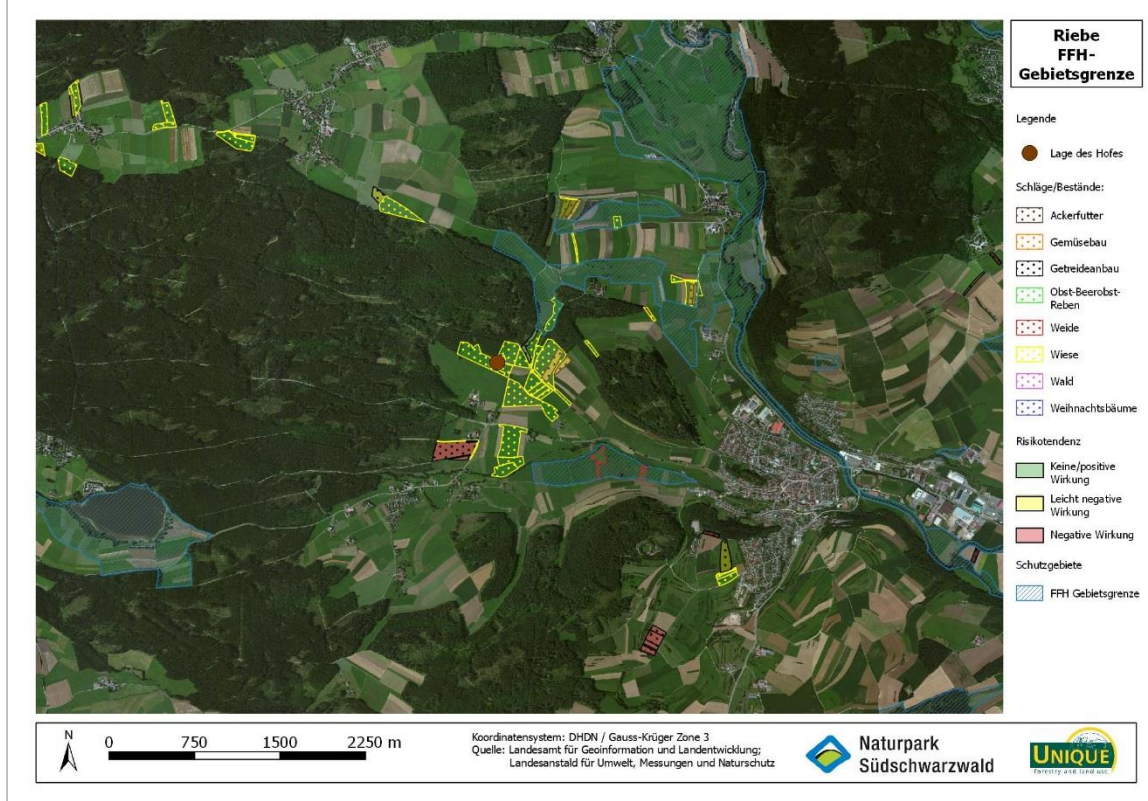
- 6230: Artenreiche montane Borstgrasrasen (und submontan auf europäischem Festland) auf Silikatböden (ca. 50 ha)
- 6520: Berg-Mähwiesen (ca. 3 ha) und
- 9410: Bodensaure Nadelwälder (ca. 1,5 ha).

Auch der Betrieb Speicher ist von montanen Borstgrasrasen geprägt, welche den Offenlandbereich dominieren. Die Berg-Mähwiesen finden sich in den flacheren Unterhängen und Muldenlagen im Gewinn Schwand und Neumättle. Der Lebensraumtyp bodensaure Nadelwälder mit der charakteristischen Beerstrauch-Vegetation (Blaubeere, Preiselbeere und Rauschbeere) ist nur auf ca. 1,5 ha kartiert.

Betrieb Riebe

Der Betrieb Riebe ist der zweite Betrieb im Untersuchungsgebiet, der nennenswerte Anteile an FFH-Schutzgebietsflächen aufweist. Die Schutzgebietskulisse liegt im FFH-Gebiet „Baar, Eschach und Südostschwarzwald“ (7916-311). Die FFH relevanten Landschaftselemente sind die flachen Mulden mit Feuchtwiesen und Mooren, die vielen kleinen Fließgewässer um den Donaursprung sowie Kalkstein-geprägte Lebensraumtypen des Heckengäu (Wachholderheiden, Kalk-Magerrasen).

Abbildung 38: FFH-Gebietskulisse und Betriebsflächen Betrieb Riebe



Für das Gesamtgebiet des FFH-Gebiets „Baar, Eschach und Südostschwarzwald“ (7916-311) liegt bislang kein Managementplan vor. Dieser wird voraussichtlich 2017 fertiggestellt. Die Flächen des Betriebes Riebe liegen ausschließlich im ehemaligen Teilgebiet „Südöstlicher Schwarzwald bei Villingen (7916-341)“. Der vorliegende Steckbrief (Stand 2016) umreißt das ehemalige Gebiet wie folgt: mehrere Wiesengebiete mit artenreichen Flachland- und Bergmähwiesen, Nasswiesen und Niedermooren, landschaftsprägende Huteweiden sowie ein Hochmoor.

Im dem 360 ha großen Gebiet wurden insgesamt über zehn Lebensraumtypen erfasst. Ohne das genaue Kartierergebnis zu kennen, werden nur die folgenden Lebensraumtypen, die im Betrieb Riebe bewirtschaftungsrelevant auftreten, aufgeführt:

- 6520: Berg-Mähwiesen (ca. 0,3 ha)
- 6410: Pfeifengraswiesen oder 6510: Magere Flachland-Mähwiesen (ca. 0,5 ha)

5.6.4 Klimafolgen und FFH Lebensraumtypen in den Modellbetrieben

Für die landwirtschaftlichen Betriebe relevante und gleichzeitig typische für den Raum des Naturparks, aber auch klimatisch sensitive Lebensraumtypen sind demnach Borstgrasrasen (6230), Berg-Mähwiesen (6520), die feuchten Pfeifengraswiesen (6410) sowie im Waldbereich die Bodensauren Nadelwälder (9140). Im Folgenden wird wegen ihrer Flächenrelevanz vertiefend auf die Lebensraumtypen Borstgrasrasen und Bergmähwiesen eingegangen. Im Waldkapitel wurde bereits ausführlich auf die Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen der nadelholzdominierten Waldbestände eingegangen.

6230 Borstgrasrasen

Gefährdung

Die Gefährdung des Lebensraumtyps Borstgrasrasen ergibt sich aus der derzeitigen Bewirtschaftungssituation und den Klimafolgen (ferne Zukunft).

Sinkt der Weidewert durch Verzicht notwendiger Düngung, droht auch in Mutterkuhbetrieben Nutzungsaufgabe wegen zu geringer Weideattraktivität für die Tiere. Eine zu extensive Beweidung führt rasch zu vermehrter Gehölzeinwanderung (Fichte, Faulbaum, Ginster u.a.) (Sukzession) und es setzt eine Artenverarmung ein. Eine zu starke Nutzungsintensivierung durch Düngung, Kalkung oder die Erhöhung des Viehbesatzes führt zur Änderung der Artenzusammensetzung in Richtung Rotschwingelweide. Hier finden sich deutlich weniger wertgebende Arten der Borstgrasrasen und kaum noch typische Vegetationsstrukturen.

Aufgrund der besseren Nährstoffumsetzung bei höheren Temperaturen und temporären Trockenphasen ist eine deutliche Veränderung der Vegetation zu erwarten. Seltene Spezialisten werden zugunsten konkurrenzkräftigerer Ubiquisten verschwinden. Eine Arealverschiebung dieser Arten in die wenigen noch höheren Lagen ist die Folge.

- Der Klimawandel wird den Sukzessionsdruck in Richtung Wald (Trockenheitsphasen) allenfalls verlangsamen, nicht aber prinzipiell verhindern. Umfangreiche standortangepasste Pflegemaßnahmen oder eine Nutzung werden daher auch zukünftig zum Erhalt der Gebietseigenschaften notwendig bleiben.
- Ohne eine gut austarierte extensive Beweidung kann eine Nährstofffreisetzung als Klimafolge nicht vermieden werden. Die Erhaltung der Beweidung ist für den Nährstoffentzug essentiell.

Maßnahmen lt. Managementplan

Das Grünland und somit auch die Borstgrasrasen sollen nach dem Managementplan des FFH-Gebiets „Oberer Hotzenwald“ (RP Freiburg 2010) in extensiver Weise mit leichten (Haus-) Tierrassen bewirtschaftet werden. Sie sollen durch angepasste Beweidung erhalten werden. Vernetzungskorridore und Erweiterungen sollen insbesondere auf Sukzessionsflächen des ehemaligen Weidfeldgürtels realisiert werden.

Konsequenzen

Der Managementplan zielt auf einen Erhalt des Lebensraumtyps durch gezielte Pflegemaßnahmen. Die Klimaveränderung wirkt tendenziell in Richtung einer Verbesserung der Standorte, mit Auswirkungen auf eine geänderte Zusammensetzung der Arten. Sollen diese "neuen" mageren Weide-Ökosysteme erhalten bleiben, muss wiederum der notwendige Besatz an einen durchschnittlich besseren Standort angepasst werden. Betriebe müssen in die Lage versetzt werden Trockenphasen kompensieren zu können. Das neu austarierte extensive Beweidungssystem muss durch Förderung für die landwirtschaftlichen Betriebe attraktiv bleiben. Ziel sollte die Balance zwischen dem Erhalt der Naturschutzqualität und der Produktionsleistung der Standorte sein. In diesem Zusammenhang wäre ein Monitoring wichtig, das die Veränderung der Vegetationsdecke, die Gehölzsukzession und Erosionsgefährdung berücksichtigt.

6520 Berg-Mähwiesen

Gefährdung

Die Gefährdung des Lebensraumtyps Berg-Mähwiesen stellt sich sehr ähnlich dar wie für die Borstgrasrasen. Ebenso ergibt sie sich aus der derzeitigen Bewirtschaftungssituation und den Klimafolgen. In beiden Lebensraumtypen geht es um den Erhalt magerer Grünlandökosysteme in montanen bis hochmontanen Lagen, die durch eine extensive Bewirtschaftung geprägt sind.

- Fallen Flächen brach droht mit den sukzessionsbedingten Strukturveränderungen auch eine starke Artenverarmung. Rasch treten Gehölzsukzessionen auf, die auf Bergmähwiesenstandorten noch konkurrenzstärker sind als auf den Borstgrasrasen-Standorten.
- Die Umnutzung von Mahd auf Beweidung (oft auch mit Pferden) und schleichende Veränderungen durch intensivere Nutzungen (leichte Düngegaben mit Erhöhung der Mähfrequenz) sind Beeinträchtigungen, die sich durch vermehrtes Auftreten von Nährstoffzeigern und Obergräsern sowie den Rückgang von Blütenpflanzen äußern. Dieselbe Wirkung kann ein zu hoher Viehbesatz bei der Nachbeweidung haben.

Die Änderung der Artenzusammensetzung im Klimawandel wird nicht so stark ausgeprägt sein wie bei den Borstgrasrasen, aber es treten die gleichen, dort dargestellten Effekte auf:

- Aufgrund der besseren Nährstoffumsetzung bei höheren Temperaturen und temporären Trockenphasen ist eine deutliche Veränderung der Vegetation zu erwarten. Seltene Spezialisten werden zugunsten konkurrenzkräftigerer Ubiquisten verschwinden. Eine Arealverschiebung dieser Arten in die wenigen noch höheren Lagen ist die Folge.
- Der Klimawandel wird den Sukzessionsdruck in Richtung Wald nicht verlangsamen. Eine weitere extensive Mahd wird daher auch zukünftig zum Erhalt der Gebietseigenschaften notwendig bleiben.

Maßnahmen lt. Managementplan

Für die Berg-Mähwiesen ist im Managementplan eine Reduktion der Mahden auf zwei Schuren und ausschließliche Festmist-Düngung vorgesehen (RP-Freiburg 2010). Die Mahd wird insbesondere für Berg-Mähwiesen als wesentlich für den Erhalt des Lebensraumtyps gesehen. Eine Reduktion der Düngung und Ausweitung der Mahd auf Brachflächen ist ebenfalls vorgesehen. Die Reduktion, bzw. Umstellung der Düngung wird insbesondere für die Artenzusammensetzung als wichtig eingestuft. Zudem wird zusätzlicher Nährstoffeintrag in eventuell umliegende Niedermoorflächen verhindert. Auch hier ist eine eventuelle Entfernung von Gehölzen, insbesondere bei der Wiederaufnahme von Brach- und Sukzessionsflächen vorgesehen.

Konsequenz

Insbesondere die Aufgabe der Milchwirtschaft, kombiniert mit einer Umstellung auf Mutterkuhhaltung bringt eine Umwandlung vieler Mähwiesen zu Weiden mit sich. Auch im Managementplan wird darauf hingewiesen, und dass die Umsetzbarkeit des Managementplans „von politischen Weichenstellungen und Rahmenbedingungen abhängt“. In LPR-Verträgen wird ein gutes, kurzfristig wirkendes Instrument zum Erhalt naturschutzfachlich wertvoller Flächen

gesehen. Langfristig ist es stark abhängig von einer produktionsunabhängigen Transferzahlung, die immer auch an der Bereitstellung von Mitteln gebunden sein wird.

Eine Veränderung der Vegetation der Ökosysteme wird sich bei gleichbleibender Bewirtschaftung einstellen. Sollen im Klimawandel diese mageren Mähwiesen-Ökosysteme erhalten bleiben, muss eine neue und eventuell flexiblere Mahdstrategie und Nachbeweidung (Wechsel Trockenheit, Starkniederschläge) entwickelt werden. Betriebe müssen in die Lage versetzt werden auch Trockenphasen bei extensiver Bewirtschaftung der Wiesen kompensieren zu können. Die Förderung muss auch hier für die landwirtschaftlichen Betriebe die extensive Bewirtschaftung attraktiv halten.

6 Gesamtschau der Ergebnisse und Empfehlungen

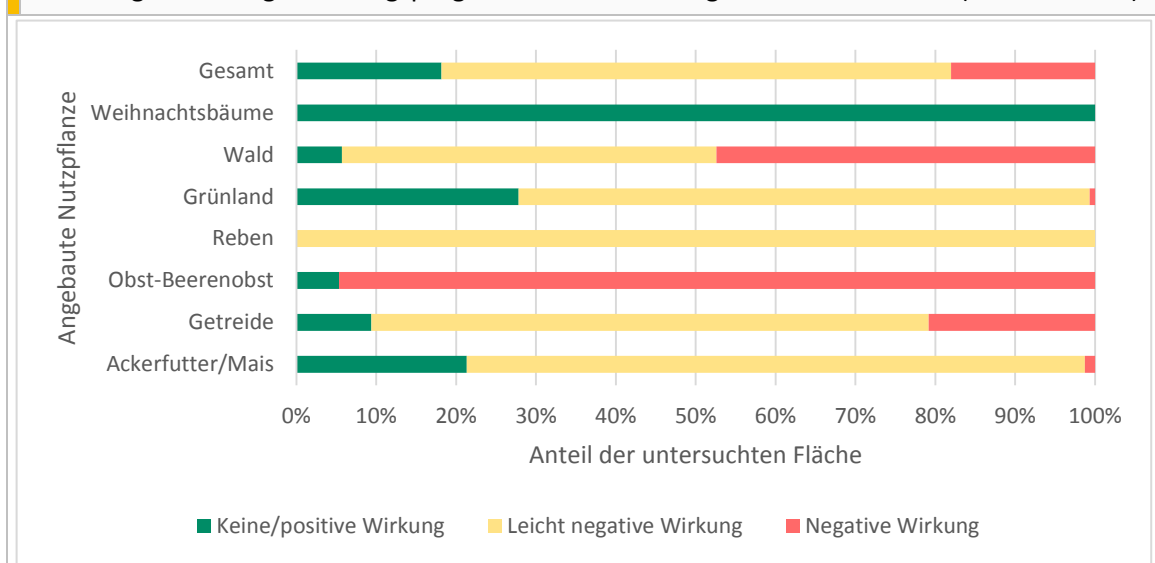
Die Gefährdungsprognosen und Anpassungsstrategien an den Klimawandel wurden im vorangegangenen Kapitel für die jeweiligen Betriebe und Nutzungsarten vorgestellt. An dieser Stelle sollen sie zusammenfassend dargestellt und diskutiert werden. Aus den Ergebnissen werden Empfehlungen für den Naturpark Südschwarzwald abgeleitet sowie Optimierungen für das methodische Vorgehen gemacht.

6.1 Gefährdungsprognose – vom Modellbetrieb zum Naturparkgebiet

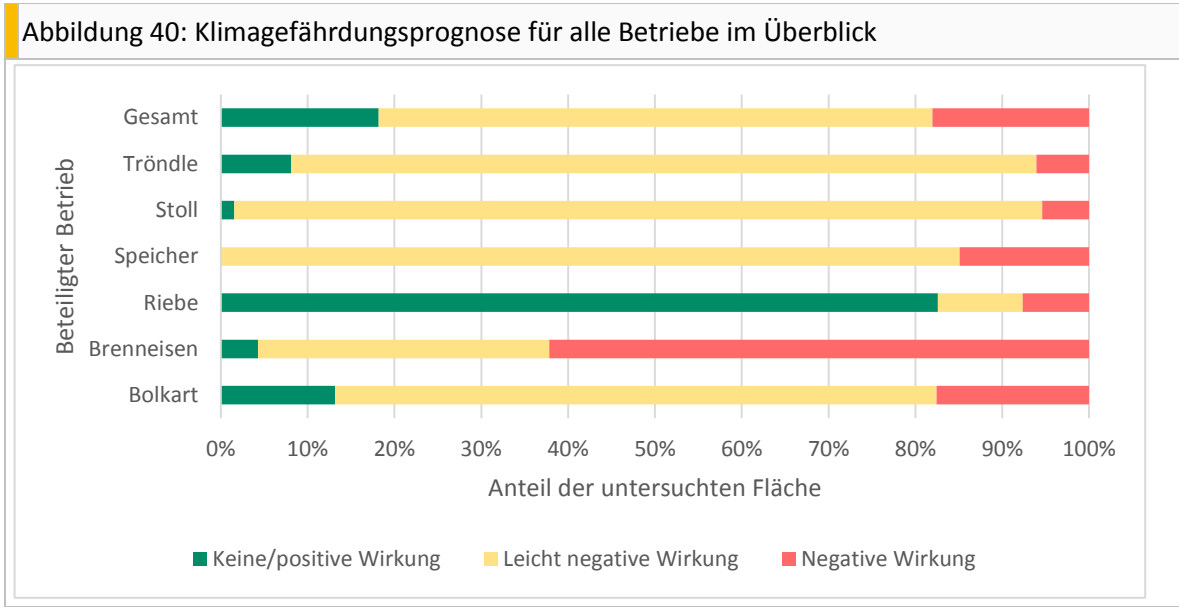
Über alle betrachteten Nutzungsarten hinweg zeigt sich für den Großteil eine leichte Gefährdungstendenz (66 %), während sich für jeweils knapp ein Fünftel eine stärkere Gefährdungstendenz (18 %) bzw. keine oder positive Wirkungen (18 %) abzeichnen (vgl. Abbildung 39).

Die größten Klimagefahren werden bei Obst und Beerenobst gesehen. Deutliche Gefahrenpotenziale sind auch beim Getreide (Ausnahme: Dinkel) und beim Wald (Risikofaktor Fichte) analysiert worden. Mögliche Profiteure des Klimawandels sind Ackerfutterflächen und (zur Vernässung neigende) Wiesenflächen. Diese Nutzungsarten profitieren vor allem von längeren Vegetationsperioden und höhere Temperaturen.

Abbildung 39: Klimagefährdungsprognose für alle Nutzungsarten im Überblick (ferne Zukunft)



Bei der Betrachtung der Betriebe lässt sich der überwiegende Teil der Flächen in eine leichte Klimagefährdung einstufen (Abbildung 40). Im Mittel fallen 64 % der Flächen in diese Kategorie. Diese Bewertung erfolgte allein mit Blick auf die Fläche, ohne zu gewichten welches Ertragspotenzial die jeweilige Nutzungsart für den Betrieb hat. Ein Betrieb lässt sich einer hoher Risikogefährdung zuordnen. In seiner Schwerpunktsetzung im Obstbau hebt sich der Betrieb Brenneisen deutlich von den übrigen Betrieben ab. Am geringsten gefährdet bzw. in Teilen Profiteur der Veränderung des Klimas ist der Betrieb Riebe. Durch seine von Nässe beeinflussten Flächen deuten sich Ertragssteigerungen durch ein verändertes Niederschlagsregime an.



Ein Gegenüberstellung der Nutzungsarten und deren Klimagefährdung aus der Betrachtung der Modellbetriebe mit den Nutzungsarten des Naturparkgebietes ergibt, dass ca. 0,1 % der Gesamtfläche des Naturparks Südschwarzwald (ohne Siedlungs- und Infrastrukturflächen sowie Blößen etc.) über die Modellbetriebe erfasst wurde (vgl. Tabelle 15). Dabei sind die Waldflächen weniger stark repräsentiert als beispielsweise das Grünland. Über die Auswahl der Modellbetriebe kann nicht auf eine repräsentative Auswahl der Nutzungsarten oder der Betriebe in ihrer Klimabetroffenheit geschlossen werden. Ein direktes Hochrechnen auf die Klimagefährdung der Flächen des Naturparks ist damit nicht zulässig. Jedoch erlaubt die Gegenüberstellung eine Einschätzung der hohen Relevanz der Klimaänderung und der damit verbundenen Gefährdungspotenziale auf das Gebiet des Naturparks. Von den rund 400.000 Hektar Gesamtfläche sind über 90 % land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen, die von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein werden.

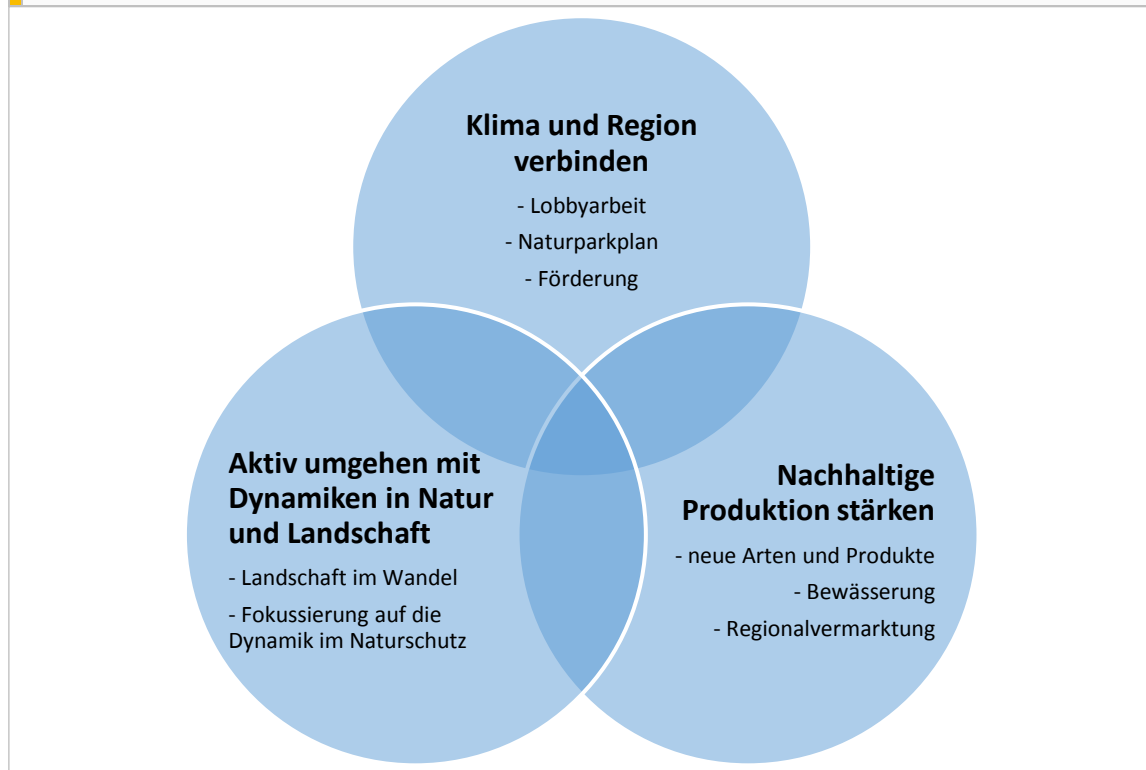
Tabelle 15: Gegenüberstellung Naturparkgebiet und Modellbetriebe

Gebietskulisse	Naturparkgebiet		Modellbetriebe	
	Nutzungsart [ha]	Nutzungsart [ha]	Nutzungsart (NP)	Nutzungsart [ha]
Ackerbau	72.837	108	0,15%	leichte bis starke Gefährdung
Obst-Beerenobst-Reben	21.854	18	0,08%	keine bis starke Gefährdung
Grünland	49.909	206	0,90%	leichte Gefährdung; tlw. positive Effekte (Nässe)
Wald	231.309	102	0,04%	leichte bis starke Gefährdung
Summe	375.909	435	0,12%	

6.2 Anpassungsstrategie für den Naturpark Südschwarzwald

Aus den Ergebnissen leiten sich einige Elemente für eine Strategieentwicklung und -umsetzung für den Naturpark Südschwarzwald ab. Diese werden in nachfolgender Abbildung veranschaulicht und im Folgenden erläutert.

Abbildung 41: Elemente einer Anpassungsstrategie



6.2.1 Klimagefährdung und –anpassung: ein Thema für die Region

Die Untersuchung zeigt deutlich die hohe Relevanz der Folgen des Klimawandels für das Gebiet des Naturparks Südschwarzwald und die Relevanz für die land- und forstwirtschaftlichen Betriebe. Ausgehend von den untersuchten Modellbetrieben wird deutlich, dass es klimabedingte Auswirkungen auf alle Formen der Nutzung im Naturparkgebiet geben wird oder bereits schon gibt. Diese Auswirkungen müssen nicht immer negativ für die Bewirtschaftung sein, auch positive Effekte wurden in gewissem Umfang identifiziert.

Integration von Klimaaspekten in den Naturparkplan

Die Rolle des Naturparks Südschwarzwald sollte es sein, das Thema Klimagefährdung und Anpassungsmaßnahmen verstärkt als Thema in der Region zu platzieren. Bislang findet es im Themenspektrum eher wenig Aufmerksamkeit. Gerade bei der Frage des Klimawandels bietet sich jedoch ein umfassender Ansatz an, der land-, forst- und naturschutzrelevante Handlungsfelder miteinander verbindet. Die Einbeziehung des Themas in den Erstellungsprozess des Naturparkplans wäre ein wichtiger Impuls für die Diskussion zu Fragen der Klimagefährdung und dem Ableiten von konkreten Maßnahmen.

Lobbyarbeit bei Verbänden und Politikvertretern

Über Mitglieder, Facharbeitsgruppen und im direkten Gespräch mit den politischen Entscheidungsträgern sollte der Naturpark Südschwarzwald das Thema Klimawandel und dessen Relevanz für die Region verstärkt platzieren. Von den land- und forstwirtschaftlichen Fachverbänden und von Seiten des Naturschutzes wird dies bereits getan. Als Dachorganisation, die gewissermaßen Resort übergreifend arbeitet und eine Region insgesamt vertritt, bietet sich der Naturpark als glaubwürdiger Sprecher zu den Herausforderungen des Klimawandels an.

Neben der generellen Lobbyarbeit kann der Naturpark auch einzelne Anpassungsmaßnahmen gezielt durch politische Unterstützung fördern. Beispielsweise hatte das Thema Bewässerung eine hohe Relevanz bei den Modellbetrieben (s. auch nachfolgendes Kapitel 6.2.2).

Förderung

Die bestehenden Ansätze der Förderung sind den Betrieben bekannt und werden von diesen genutzt. Die Betriebe greifen auf die spezifischen naturschutzorientierten Förderprogramme, die die Landschaftspflegerichtlinie bietet (MLR 2015a) zurück. In der landwirtschaftlichen Förderung sind es die Maßnahmen zur Bewirtschaftung des Dauergrünlands (FAKT-Maßnahmen B 1.1 und B 1.2), die unter der Primärzielsetzung der Begegnung von Klimawirkungen aufgestellt wurden. Auf Extensivgrünland wird in besonderer Weise Bezug genommen: „Die CO₂-Bindung auf landwirtschaftlichen Flächen wird vor allem durch die Erhaltung des Dauergrünlands gewährleistet, insbesondere durch die Förderung von extensiv bewirtschaftetem Grünland.“ (MLR 2015c, S.221). Für die aktuelle Periode der EU-kofinanzierten Fördermaßnahmen wurden in der Richtlinie Nachhaltige Waldwirtschaft zum Teil explizit klimarelevante Förderaspekte berücksichtigt. So schließt die Förderung des Wegebaus auch insbesondere den Aspekt der Wasserableitung („Sanierung oder Grundinstandsetzung der Wasserableitung von forstwirtschaftlichen Wegen ...“ (MLR 2015b, S. 24)) mit ein. Auch beim Waldumbau greift die Förderrichtlinie. Der Umbau von „... Nadelreinbeständen oder von nicht standortsgerechten oder nicht klimatoleranten Beständen in stabile naturnahe Laub- und Mischwälder...“ (MLR 2015b, S. 12) wird gefördert.

In Summe bieten also die Förderprogramme in Bezug auf Klimaanpassungsmechanismen vielfältige Möglichkeiten einer sinnvollen Förderung. Zwei Aspekte finden bei der Umsetzung der Förderinstrumente Beachtung. Zum einen lässt sich feststellen, dass in der Abwicklung oftmals hohe Hürden bei Beantragung und Bewilligung bestehen (z.B. Waldkalkung). Zum anderen wirkt die Förderung oftmals nur teilkompensatorisch, die negativen Wirkungen wie z.B. der Produktionsausfall sind oftmals größer als die Förderung. Hier finden sich Ansatzpunkte für den Naturpark Südschwarzwald, über seine Gremien und Arbeitsgruppen verstärkt den Aspekt Förderung aufzugreifen.

6.2.2 Stärkung einer nachhaltigen Produktion im Südschwarzwald

Forst- und landwirtschaftliche Betriebe werden, auch bei Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen (oder gerade durch diese), mit wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels zu kämpfen haben.

Bereits aktuell gibt es vielfältige Anpassungsmöglichkeiten, wie z.B. den Umstieg auf standort- und klimaangepasste Arten. Neue und bislang im Schwarzwald nicht verbreitete angebaute

Sorten oder Arten befinden sich darunter. In Diskussion im Rahmen des Projektes sind z.B. Bergtomaten, Heidelbeeren, Haselnüsse, Rhabarber (Abbildung 42) gewesen. Hier sollte die Bereitschaft der Landwirte neue Arten auszuprobieren von Seiten des Naturparks Südschwarzwald aus unterstützt werden.

Der nachhaltig erzeugende Schwarzwaldbetrieb im Zentrum

Für viele Formen der Landnutzung (Wald, Reben, Obst) ist es jedoch nicht möglich, einen raschen Umbau vorzunehmen. Das kann auch zu einer Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit der Betriebe führen. Die aktuell schwierige Lage der landwirtschaftlichen Betriebe (Badischer Bauerndienst 2015) könnte sich dadurch tendenziell weiter verschlechtern.

Der Fokus der Politik des Naturparks Südschwarzwald sollte den Aspekt der wirtschaftlichen Relevanz des Klimawandels für die land- und forstwirtschaftlichen Betriebe aufnehmen und in seinem Leitbild und in konkreten Maßnahmen deutlich beschreiben.

Abbildung 42: Anbau von Rhabarber (Höchenschwand)



Bewässerung

Sommertrockenheit wird auf den flachgründigen Höhenlagen des Südschwarzwalds für die Zukunft zunehmend als Problem identifiziert. Verwiesen wurde in den Gesprächen auf die historische Nutzung von Wiesenbewässerung im Südschwarzwald. Diese hatten ihre Hochzeit im 19. Jahrhundert. Durch die Bewässerung konnten hohe Ertragssteigerungen erzielt werden (Schellberg 2011, S. 42f). Dabei sei die Bewässerung auch mit einem Düngeneffekt verbunden, der es ermöglichte, Stallmistaufkommen auf Ackerflächen zu konzentrieren und nicht zur Kompensation des Nährstoffentzugs auf Wiesenflächen ausbringen zu müssen. Weitere Effekte können eine Verlängerung der Vegetationszeit durch Winterwässerung sowie Unkraut- und Schädlingsbekämpfung sein (Konold 2008, S. 8). In jüngerer Zeit erfährt die Wiesenbewässerung unter dem Aspekt des Naturschutzes ein Comeback. Symposien mit

dem Titel „Naturschutz mit dem Storch – Wiesenbewässerung fördert Artenvielfalt“ (Hilsendegen 2008) weisen auf die wichtige Rolle der Bewässerung vor dem Hintergrund einer hohen Naturschutzrelevanz hin. Im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie für Baden-Württemberg spielen Maßnahmen der Bewässerung sowohl für die landwirtschaftliche Produktion als auch für den Naturschutz eine wichtige Rolle (LUBW, ohne Jahr).

Im Rahmen des Vorhabens zeigte sich vor allem für Wiesen, Weiden, Obst und Sonderkulturen der Aspekt der Bewässerung als relevant. Diskussionen kreisten um die Schaffung von Wasserreservoirs in Verbindung mit Pumpsystemen. Es wird die Gefahr gesehen, verstärkt durch die Erfahrungen des Sommers 2015, dass sich bei zunehmender Sommertrockenheit die Produktionsbedingungen verschlechtern. Obwohl grundsätzlich Fördermöglichkeiten bestehen, war die Erfahrung aus den landwirtschaftlichen Betrieben, dass Genehmigungsverfahren und die Notwendigkeit der Erstellung von Gutachten bis zur Genehmigungsreife eine hohe organisatorische Hürde darstellen. Die Planung und Erprobung von innovativen, möglicherweise gleichzeitig auf historischen Erfahrungen basierenden Bewässerungssystemen zum Erhalt der

Abbildung 43: Landschaftsbild mit einem Nebeneinander intensiver und extensiver bewirtschafteter Flächen (Schonach)



naturwissenschaftlich und aus Produktionsperspektive einzigartige Mittelgebirgsregion ist für die Bewohner ein Stück Heimat, für Touristen ein beliebtes Urlaubsziel. Nichtsdestotrotz werden sich diese Landschaft und deren Nutzungsmöglichkeiten ändern. Mit diesen Veränderungen sollte aktiv umgegangen werden. Nicht ein konservierendes Bild des Schwarzwalds ist gefordert, sondern Offenheit in Richtung sich ändernder Landschaften, neuer Produkte und angepasster Nutzungen (Abbildung 43). Gleichwohl kann das Verschwinden von Arten, die dann nicht mehr ihr Habitatoptimum vorfinden, durch entsprechende strukturfördernde Maßnahmen (Bsp. Pflege von Borstgrasrasen) verzögert, in Fällen auch aufgehalten werden.

Standortqualität an ausgewählten Flächen wäre ein wichtiger Impuls für die Region.

Vermarktung

Vermarktung regionaler Produkte ist eine der Stärken des Naturparks Südschwarzwald. Initiativen wie die Käseroute, Naturparkmärkte, Brunch auf dem Bauernhof sind wichtig, um Verbraucher, Erzeuger und Region enger zu verbinden. Vermarktungsinitiativen die neue Produkte und neue Verfahren einbeziehen, können eine flankierende Maßnahme darstellen, damit die Erzeugung neuer Produkte auch auf Abnehmer trifft.

6.2.3 Landschaft und Naturschutz

Der Landschaft des Südschwarzwalds ist einmalig in ihrem Wechsel von Offenland, Wald und extensiv bewirtschafteten, halboffenen Weidflächen. Diese landschaftlich,

Repräsentative Untersuchung mit Fokussierung auf den Naturschutz

Die vorgelegte Untersuchung hat mit der Auswahl der Betriebe einen nicht repräsentativen Ausschnitt des Naturparkgebietes untersucht. Durch die Aufnahme einer repräsentativen Auswahl von Untersuchungsflächen (-punkten) und die intensive Einbeziehung von Naturschutzflächen könnte eine solide Basis für die Verbreiterung und Umsetzung regionaler Anpassungsmaßnahmen gelegt werden. Die würde zu einer höheren Sensibilisierung der Betriebe führen. Auch an den vielen Stellen, an denen der Naturpark Südschwarzwald mit der Öffentlichkeit zusammentrifft (Erzeuger, Verbraucher, Tourismus), kann das Thema Klima stärker an die entsprechenden Zielgruppen herangetragen werden.

6.3 Einige technische Anmerkungen zur Methodik

Bei der Bewertung der Klimagefährdung der bewirtschafteten Betriebsflächen wurden verschiedene Datenquellen herangezogen. Dies waren die Klimadaten (LUBW), Bodendaten, Betriebsgutachten etc. wie im Methodenkapitel beschrieben.

Die Kernelemente der angewandten Methodik waren die Verdichtung des Punkterasters auf ein 7x7 Kilometer Netz. Diese Verdichtung erbrachte deutliche Vorteile gegenüber dem ursprünglich genutzten 25x25 Kilometer Netz. Bestimmte Klimadaten, insbesondere die Niederschläge stimmten nicht mit den Erfahrungen bzw. eigenen Messungen der Landwirte überein. In Folge waren die Akzeptanz der Werte und die Diskussion um die Auswirkungen mit dem Mangel nicht auf den Betrieb zugeschnittener Daten verbunden. Durch die Hochrechnung auf das 7x7 Kilometer Netz waren die Werte auf die betriebliche Situation angepasst. Für weitere Untersuchungen mit dem Fokus auf konkrete Betriebe ist diese Genauigkeit als Mindestgenauigkeit anzustreben.

Durch die Verwendung der detaillierten Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK50) konnten für die Einzelflächen sehr genaue Daten zu den Bodenverhältnissen herangezogen werden. Insbesondere Informationen zur nutzbaren Feldkapazität sowie zur Nährstoffversorgung (Kationenaustauschfähigkeit) und zum Bodentyp lieferten wichtige Informationen zur Beurteilung der Flächen in von Wasserstress gekennzeichneten Situationen.

Die Bewertung durch eine einfache, der Nutzwertanalyse angelehnten Methode, ermöglichte die Zusammenfassung von Beständen oder Flächen gleichen Typs. Dabei stellte das Herausgreifen der gewählten Faktoren bei jeweils gleicher Gewichtung der Faktoren natürlich eine Vereinfachung dar. Eine komplexere Modellierung eines Bewertungstools war im Rahmen des Projektes angedacht und versucht worden, jedoch durch technische und zeitliche Restriktionen innerhalb des Projektes nicht möglich gewesen. Die Ergebnisse der Bewertung wurden mit den Landwirten plausibilisiert. Sie zeigten, dass bei den Landwirten die Bewertung der Flächen tendenziell kritischer ausfiel. Diese Flächen wurden nachträglich jeweils eine Kategorie kritischer eingestuft (also von „keine/positive Wirkung“ auf „leicht negative Wirkung“ bzw. von „leicht negative Wirkung“ auf „stark negative Wirkung“ hochgestuft).

Aus der angewandten Bewertungsmethode und den genutzten Quellen ergeben sich insbesondere drei Aspekte an denen Optimierungen ansetzen sollten.

- **Repräsentativität der Nutzungsarten**
Für manche Nutzungsarten (Obst, Wein, Gemüse) standen nur wenige Flächen für eine Bewertung zur Verfügung. Für eine Verbesserung der Aussagekraft wäre ein intensiveres Netz aus diesen Flächen wünschenswert.
- **Fokus auf Naturschutzflächen**
Die Einbeziehung von Flächen mit hoher Naturschutzrelevanz wäre wichtig für die Ausweitung der Erkenntnisse naturschutzfachlich relevanter Flächen. Hierzu müsste der Bewertungsansatz ggf. modifiziert werden. Ertragsbeeinflussende Faktoren spielen keine/nur eine geringe Rolle und die Risiken der Änderung für die Habitategnung müsste ggf. stärker gewichtet werden. FFH-Flächen würden sich für diesen Ansatz besonders empfehlen, da diese Flächen georeferenziert vorliegen, flächenmäßig von Bedeutung sind und über die Managementpläne formulierte Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen bestehen.
- **Bewertung im Rahmen eines Modellierungsansatzes**
Der verwendete, sehr einfache Bewertungsansatz mit gleich stark gewichteten Faktoren sollte durch einen Modellierungsansatz ersetzt werden. Dieser würde eine ausgewählte Anzahl an Parametern mit Gewichtungen und „wenn-dann-Beziehungen“ enthalten. Testläufe zur Erprobung, Validierung und Plausibilisierung mit den Bewirtschaftern sind dabei wesentliche Elemente. Insbesondere die Bewertung einer sehr großen Anzahl von Flächen bei unterschiedlichen Nutzungsarten, Standortfaktoren und Klimaparametern würde durch ein Modellierungstool vereinfacht werden.

7 Ein Ausblick

Die vorliegende Untersuchung fand in enger Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Landwirten, dem Geschäftsführer des Naturparks Südschwarzwald, der projektbegleitenden Arbeitsgruppe, einem wissenschaftlichen Beirat und den Mitarbeitern von UNIQUE statt. Die Bearbeitung des Themas Klimagefährdung zwischen den Projektbeteiligten ergab ein Bild, in der die Bedeutung des Klimawandels für die Region deutlich wurde.

Eine der Kernforderungen von den Bewirtschaftern war es, die Relevanz des Klimawandels für die land- und forstwirtschaftlichen Betriebe aufzunehmen und in konkreten Maßnahmen deutlicher als bisher zu berücksichtigen. Die Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit den Betrieben zeigten, dass sich alle Betriebsleiter als Erzeuger von land- und forstwirtschaftlichen Produkten bei gleichzeitig hoher Verantwortung für naturschutzfachliche Belange verstehen. Die für den Naturpark Südschwarzwald ableitbare Botschaft ist, das Leitbild des produzierenden Landwirts im Schwarzwald nicht nur aufrecht zu erhalten, sondern zu stärken und um die Notwendigkeit der Anpassung an den Klimawandel zu erweitern. Bergtomaten, Heidelbeeren, Haselnüsse, Rhabarber, Dinkel, hergestellt unter verbesserten Produktionsbedingungen (Stichwort Bewässerung) machen aus dem Schwarzwald noch keinen Hochproduktivstandort oder gar eine „Agrarwüste“. Im Gegenteil, sie stärken die notwendige Wirtschaftlichkeit der Betriebe, die aus Tradition heraus Belange des Naturschutzes in ihre Arbeit integrieren und dies auch in Zukunft machen werden.

Im internationalen Kontext werden die Auswirkungen des Klimawandels als höchst bedrohlich eingestuft, und trotzdem kommen die Verhandlungen über einen Minimalkonsens zumeist nicht hinaus. Die Ergebnisse der Klimakonferenz in Paris heben sich positiv gegenüber den vorherigen Konferenzen ab, da die Formulierung konkreter Ziele mit einer höheren Verbindlichkeit erreicht wurde. Gleichzeitig steht die Staatengemeinschaft vor der Herausforderung eine steigende Weltbevölkerung bei insgesamt steigendem Wohlstand mit Nahrungsmitteln und Rohstoffen zu versorgen. Die Belastungen für die Umwelt dürfen jedoch weiter zunehmen. Begriffe wie ‚Sustainable intensification‘ (Garnett 2013) oder entwaldungsfreie Lieferketten (BMUB 2014) weisen auf die große Bedeutung und die internationalen Anstrengungen zu einer Versorgung mit nachhaltig hergestellten Produkten an.

Aufgrund einer langen land- und forstwirtschaftlichen Tradition des Schwarzwalds darf der Gedanke einer Versorgung mit ökologischen und sozial nachhaltig hergestellten Erzeugnissen aus dieser Region nicht marginalisiert werden. Die Verbindung von Klimawandel und Naturschutz in einer Landschaft mit extrem hochwertiger naturschutzfachlicher Bedeutung sollte nicht automatisch in eine Strategie des verstärkten Ausscheidens von Flächen aus der Produktion oder der verstärkten Extensivierung münden. Die Gefahr des „Kippens“ von Flächen, insbesondere im Grünland, in gänzlich unproduktive Standorte wurde in den Gesprächen immer wieder betont. Erhalt und Stärkung der Produktivität extensiv bewirtschafteter Flächen sind wichtige Faktoren, für den Erhalt der Betriebe. Dies kann durch Maßnahmen wie z.B. Bewässerung, einer dosierten Düngung, dem Anbau neuer Sorten und Arten oder auch durch partielle Umnutzungen (Christbäume) erfolgen. Für den Gesamtbetrieb steht eine nur auf sehr kleiner Fläche umgesetzte Intensivierung zumeist ein großer, extensiv bewirtschafteter Flächenanteil gegenüber. In dem Bestreben, die Betriebe vor dem Hintergrund des Klimawandels zu stärken, sollte eine wichtige Komponente einer Anpassungsstrategie des Naturparks Südschwarzwald liegen.

8 Literaturverzeichnis

- Badischer Bauerndienst (2015): BLHV: „Landwirte in Baden - Württemberg verzeichnen drastische Einkommensverluste“. In: Aktuelle Informationen Badischer Bauerndienst. Nr. 32/15. Online verfügbar unter:
<http://www.blhv.de/sites/default/files/presse/pressemitteilungen/bbd%2032-15%20Situationsbericht%20I.pdf>
- Bundesministerium Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014): Pressemitteilung Nr. 176/14 | Berlin, 24.09.2014. Online verfügbar unter
<http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/hendricks-zieht-positive-bilanz-des-un-klimagipfels-in-new-york/>
- Bürgi, A.; Brang, P. (2001): Das Klima ändert sich - Wie kann sich der Waldbau anpassen? - Wald Holz 82, 3: 43-46.
- Collin, S.; Hartebrodt, C. (2013): Klimawandel - Bewusstseinswandel. Forschungsbericht KLIMOPASS. Hrsg.. v. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe. Online verfügbar unter
<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109743/U10-W03-N10.PDF?command=downloadContent&filename=U10-W03-N10.PDF&FIS=91063>.
- Delb, H.; Bublitz T.; John R.; Metzler B.; Schumacher, J.; Wußler J. (2016): Waldschutzsituation 2015/2016 in Baden-Württemberg. AFZ 7/2016. S. 14 ff.
- Flaig, H. (2008): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels. Fachgutachten für das Handlungsfeld Landwirtschaft. Teil A: Langfassung. Online verfügbar unter <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109178/U13-W04-N14.pdf?command=downloadContent&filename=U13-W04-N14.pdf>.
- Flaig, H. (2008): Auswirkungen des Klimawandels auf die pflanzliche Erzeugung in Baden-Württemberg. In: Herausforderung Klimawandel. Chance oder Risiko für die Landwirtschaft in Baden-Württemberg? Online verfügbar unter http://www.ltz-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Service/Veranstaltungen/Nachlese/2008/2008_03_05-Fr%C3%BChjahrstagung%20Klimawandel_DL/Tagungsband%20Veranstaltung%20zum%20Klimawandel%20.pdf
- Hilsendegen, C.; Aktion Pfalzstorch (Hrsg.) (2008): Naturschutz mit dem Storch. Wiesenbewässerung fördert Artenvielfalt. Tagungsband des Symposiums am 1. und 2. August 2008 im Storchenzentrum Bornheim
- Garnett, T; M. C. Appleby, A. Balmford, I. J. Bateman, T. G. Benton, P. Bloomer, B. Burlingame, M. Dawkins, L. Dolan, D. Fraser, M. Herrero, I. Hoffmann, P. Smith, P. K. Thornton, C. Toulmin, S. J. Vermeulen, H. C. J. Godfray (2013): Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies. In: *Science* 05 Jul 2013: Vol. 341, Issue 6141, pp. 33-34. Zusammenfassung online verfügbar unter:
<http://science.sciencemag.org/content/341/6141/33>

- IPCC (Hg.) (2014): Climate change 2014. Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Unter Mitarbeit von Core Writing Team, R. K. Pachauri und L. Meyer. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change. Online verfügbar unter http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf.
- Konnert, M. (2007): Bedeutung der Herkunft beim Klimawandel. LWF aktuell 60, S. 38-39.
- Konold, W. (2008): Geschichte der Wiesenbewässerung in Mitteleuropa und den Alpen. IN: Schellberg Sabine (2011): Parapotamische Nutzungssysteme Wiesenwässerung am Fuß des Kaiserstuhls. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau. S. 8-9
- Landesbetrieb Forst Baden-Württemberg (2014): Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen.
- LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hg.) (2013): Zukünftige Klimaentwicklungen in Baden-Württemberg. Perspektiven aus regionalen Klimamodellen. Kurzfassung. Karlsruhe. Online verfügbar unter http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/229985/zukuenftige_klimaentwicklung_kurz.pdf?command=downloadContent&filename=zukuenftige_klimaentwicklung_kurz.pdf.
- LUWB Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hg.) 2012: Klimawandel in Baden-Württemberg. Fakten - Folgen - Perspektiven. Online verfügbar unter http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/67972/klimawandel_in_baden_wuerttemberg.pdf?command=downloadContent&filename=klimawandel_in_baden_wuerttemberg.pdf.
- LUWB Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (ohne Jahr): Maßnahmenübersicht zur Anpassungsstrategie für Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/244198/Massnahmenuebersicht.pdf?command=downloadContent&filename=Massnahmenuebersicht.pdf>
- Paschke, M. und Riedinger, D. (2012): Eigentumsrechtliche Bewertung der Auswirkungen der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) auf private Forstbetriebe. Arbeitsbericht des Insituts für Ökonomie und der Forst- und Holzwirtschaft. Nr. 06/2012
- Millar, C. I., Stephenson, N. L., Stephens, S. L. (2007): Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological applications*, 17(8), 2145-2151.
- Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2015a): Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz zur Förderung und Entwicklung des Naturschutzes, der Landschaftspflege und Landeskultur (Landschaftspflegerichtlinie 2015). Oktober 2015.
- Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2015b): Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz überdie Gewährung von Zuwendungen für Nachhaltige Waldwirtschaft (VwV NWW). November 2015

- Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2015c): Germany - Rural Development Programme (Regional) – Baden-Württemberg. Internetquelle (abgerufen am 13.04.2016) http://www.foerderung.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/mlr/MEPL/mepi_extern/MEPL_III_gesamt/2015-12-17-MEPL%20III%20m.%20NRR%20nach%201.%20%C3%84A%20_genehmigt.pdf
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hg.) (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern. Stuttgart. Online verfügbar unter https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimawandel/Anpassungsstrategie.pdf.
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2009a): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen - Teil 1. Studie.
- Niesar, M.; Zúbrik, M.; Kunca, A. (2013): Waldschutz im Klimawandel - Wie bleiben unsere Wälder vital? (2. überarbeitete Auflage). Eigenverlag Landesforstbetrieb Wald und Holz NRW.
- Nothdurft, A. (2014): Prognose der Leistungsfähigkeit der Wälder Baden-Württembergs im Klimawandel. Forschungsbericht KLIMOPASS. Hg. v. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe. Online verfügbar unter <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109739/U82-W03-N14.pdf?command=downloadContent&filename=U82-W03-N14.pdf>.
- Petercord, R.; Leonhard, S.; Muck, M.; Lemme, H.; Lobinger, G.; Immler, T.; Konnert, M. (2009): Klimaänderung und Forstschädlinge. LWF aktuell 72, S. 4 – 7.
- Redmann, M. (2015): Fachkonzept zur Klimaanpassungsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen (Publikation siehe oben: MKULNV (2015): Wald und Waldmanagement im Klimawandel. Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen).
- Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.) (2010): Managementplan für das FFH-Gebiet „Oberer Hotzenwald“ bearbeitet von Ingenieurbüro Bischoff, Cornelia Bischoff und Manon Hettrich. Online verfügbar unter <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/73083/>
- Roth, R.; Prinz, N.; Holderried, W. (2003): Naturparkplan für den Naturpark Südschwarzwald. 1. Aufl. Hg. v. Naturpark Südschwarzwald e.V. Online verfügbar unter http://www.naturpark-suedschwarzwald.de/sites/default/files/upload_imce/NAT_Naturparkplan_12012004.pdf.
- Schellberg, S. (2011): Parapotamische Nutzungssysteme Wiesenwässerung am Fuß des Kaiserstuhls. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau.
- Schlumprecht, H. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels. Fachgutachten für das Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität. Teil A: Langfassung. Hg. v. LUBW Landesanstalt für Umwelt,

Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109353/U13-W04-N15.pdf?command=downloadContent&filename=U13-W04-N15.pdf&FIS=91063>

Spittlehouse, D. L., Stewart, R. B. (2004): Adaptation to climate change in forest management. *Journal of Ecosystems and Management*, 4(1).

Unsel, R. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels. Fachgutachten für das Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft. Teil A: Langfassung. Hg. v. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

Verband der Landwirtschaftskammern (2012): Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Bereich Tierhaltung. 2012 Fachinformationen. Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klima-tier.pdf>

Anhang

Anhang 1: Projektstruktur

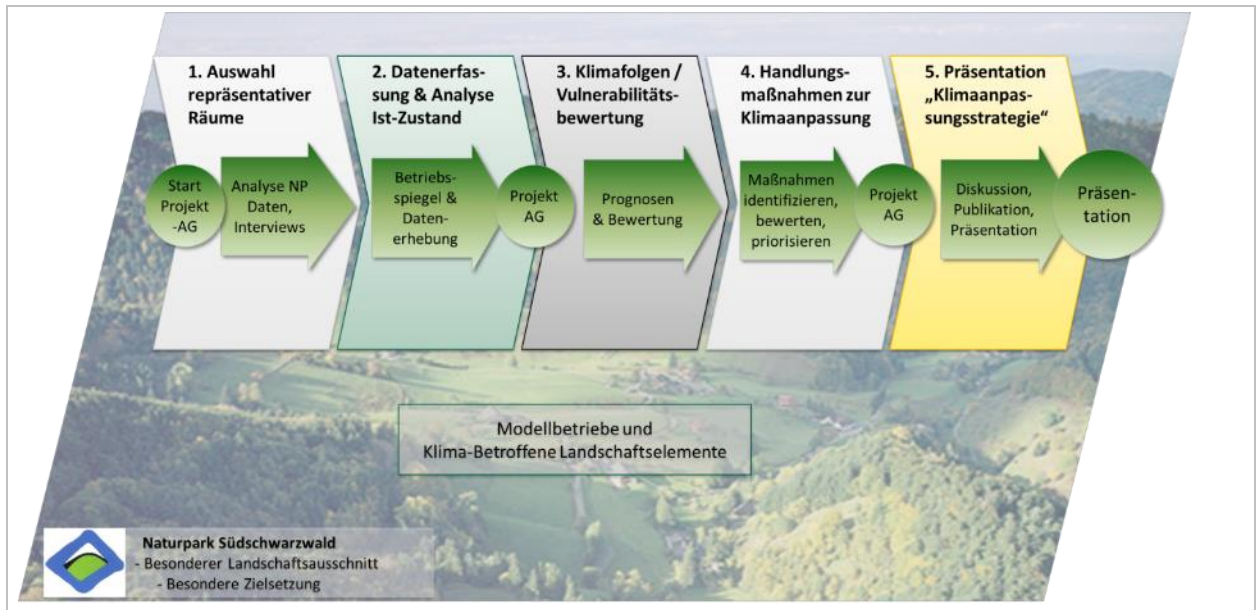


Abbildung 44: Projektablauf und Strukturen