

Exkursionsführer Tagung Wald.Boden.Klima.Wandel

„Erlesberg“ – Baumparadies, klimadynamische Standortinformationen und Baumarteneignung 2.0

Autoren: Dr. Elke Dietz, Wolfgang Falk, Dr. Tobias Mette, Dr. Klaas Wellhausen

Einführung

Die Region gehört zum Wuchsgebiet 14 Schwäbisch - Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge, Wuchsbezirk 14.1 Bayerische Bodenseelandschaft (Gesamtfläche 6.141 ha, 590 ha Wald ~ 10%). Der Wuchsbezirk ist sehr klein und ist Teil des Hügellands am nordöstlichen Bodenseeufer mit Höhenlagen von 450 bis 550 m ü. NN (Mittel 467 m, ~ kollin-submontan und submontan).

Am Exkursionspunkt wird an einem Bodenprofil die Bodenentwicklung diskutiert, sowie die Situation in den Staatswald-Beständen erörtert. Außerdem werden das digitale Standortinformationssystem BaSIS und seine aktuellen Weiterentwicklungen sowie die Baumarteneignungsempfehlung im Klimawandel in Bayern vorgestellt. Der Exkursionspunkt gehört zum Forstbetrieb Sonthofen, Revier Oberstaufen-Lindau der Bayerischen Staatsforsten (BaySF). Die waldbaulichen Ansätze der BaySF werden vom Betriebsleiter Moritz Janzen erläutert. Bodenprofil und BaSIS werden von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) erläutert.

Klima

Der WB 14.1 wurde aufgrund seiner klimatischen Besonderheiten ausgeschieden: das Klima ist wesentlich milder als im übrigen WG 14 („Seeklima“ schwächt Winterfröste wirksam ab), teils lang andauernde Nebellagen im unmittelbaren Seebereich; mit Schneebruch und Schneedruck muss gerechnet werden, auch wenn nur ein Teil der Niederschläge im Winter als Schnee fällt. Der WB ist zusammen mit der Untermainebene die wärmste Region Bayerns. Klimawerte Bezugsperiode 1991-2020: Temperaturen im Mittel um 10 °C (< 450 m 10,2 °C; > 450 m: 9,7 °C), Jahresniederschläge ca. 1.400 mm (< 450 m: 1.385 mm, > 450 m: 1.430 mm) mit Sommermaximum. Klimatyp: (Warm-) präalpid.

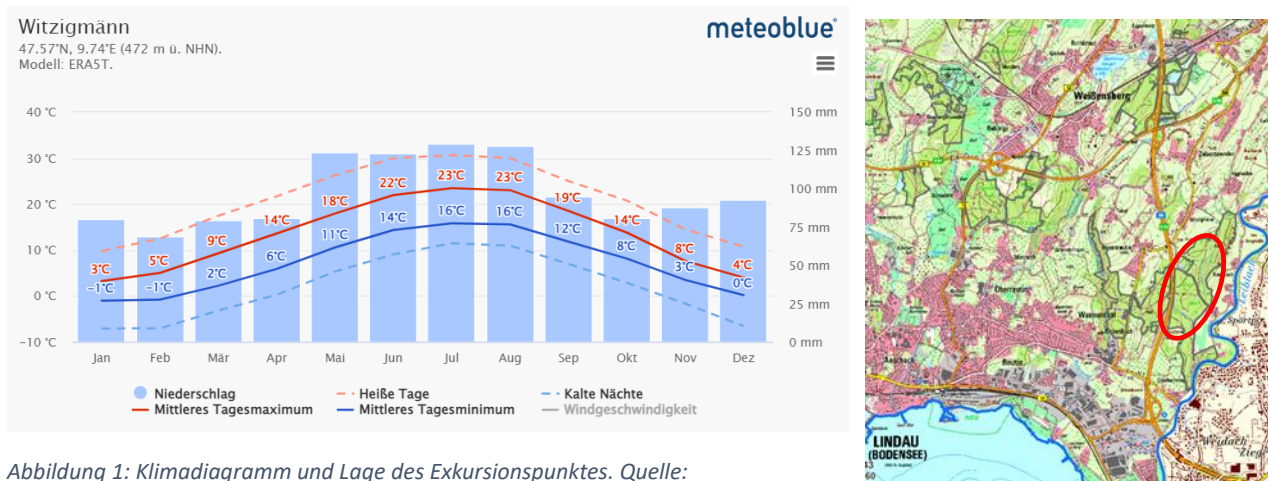


Abbildung 1: Klimadiagramm und Lage des Exkursionspunktes. Quelle: https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/witzigmann%3a4nn_deutschland_2807172

Geologie

Neben holozänen Flussablagerungen und Mooren gibt es überwiegend (ca. 83 %) wärmzeitliche Jungmoränen (mit Endmoränenzügen, z. T. mit Vorstoßschotter), untergeordnet (ca. 7 %) Altmoränen mit Endmoränenzügen, z. T. mit Vorstoßschotter) und (ca. 6 %) Süßwassermolasse. Die Jungmoräne verwittert bei

kalkalpinen Ausgangssubstrat zu etwas flachgründigeren, kalkreicheren tonig-schluffigen Lehmböden bzw. Braunerde, örtl. Parabraunerde aus schluffig-kiesigem Jungmoränenmaterial des Rheingletschers. Stellenweise sind auf den Wallmoränen noch geringentwickelte A-C-Böden (Pararendzinen) zu finden. In Hohlformen und alten toteislöchern bilden sich kalkgründigen Gleye aus lehmigem Moränenmaterial. An steilen Hängen sind Bodenkomplexe der Syrosem-Rendzinen, Pararendzinen und Braunerden aus verschiedenem Ausgangsmaterial kartiert.

Vegetation

Wälder und Vegetation: Natürliche Vegetation: Vorherrschend Buchen-Tannenwald (Waldmeister-Buchenwald (Galio odorati-Fagetum)). Daneben kleinflächig zahlreiche azonale Waldgesellschaften, z.B. Schwarzerlen-Eschen-Sumpfwald (Pruno padis-Fraxinetum). Vielerorts kann die Fichte als eingebürgert gelten, jedoch ist die heutige Waldzusammensetzung wesentlich fichtenreicher als im Naturzustand. In den artenreichen Wäldern des WB 14.1 tritt die wärmeliebende Stieleiche hinzu. Teils tritt auch eine hochwüchsige, relativ konkurrenzfähige Kiefer in Erscheinung. Botanische Zeugen für die Besonderheit des Wuchsbezirks sind u.a. die Stechpalme und der Blasenstrauch.

Exkursionspunkt: Standortkartierung im Staatswald

In der Standortkartierung sind am Erlesberg u.a. die Einheiten 274 (frischer, kiesiger Lehm mit Verdichtungen im Unterboden), 407 (mäßig wechselfeuchter, kiesiger Tonlehm), 255 (mäßig hangwechselfeuchter Lehm mit Kalk im Unterboden) und 555 (mäßig hangwechselfeuchter Ton mit Kalk im Unterboden) kartiert. Der Punkt der Bodenzustandserhebung mit der Nummer 171 in der Nähe des Exkursionsprofils liegt in der Einheit 555.

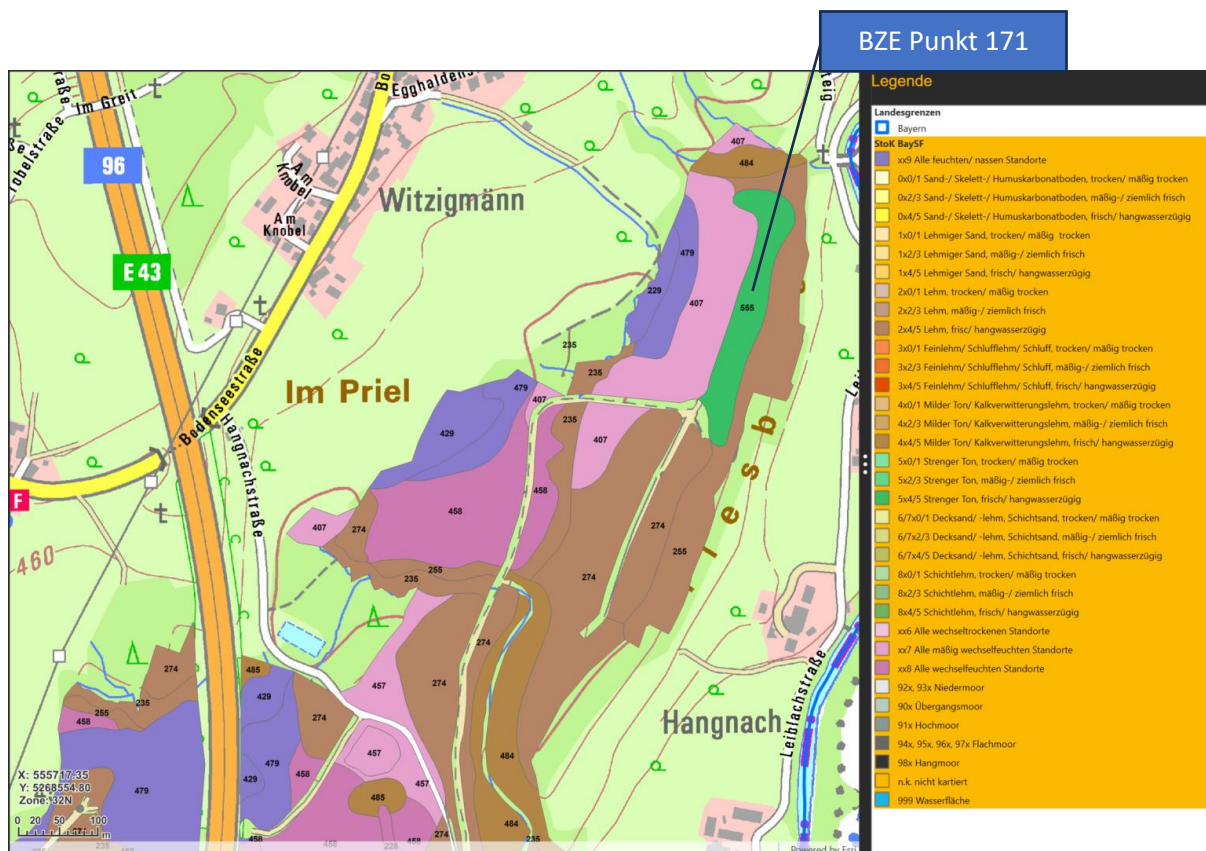


Abbildung 2: Standortkartierung am Erlesberg.

Details zum Exkursionspunkt

Das DGM zeigt im Bereich des Exkursionspunktes deutlich, dass es sich um einen ehemaligen Prallhang handelt, an dem entlang der Hangkante Hangrutschungen erfolgt sind, die sich zopfartig unterhalb der Hangkante wiederfinden (blauer Pfeil, Abb. 3). Zudem erkennt man, dass es sich um eine ehemalige Flussterrasse handelt (hellgelbe Fläche, Abb. 3), die auch von Schwerd (1980) hoch – bis spätwürmzeitlich als Terrasse und Erosionskante oberhalb dieser zeitlich eingestuft wurde. Im Bereich der Bodenprofile und des BZE-Punktes ist diese Terrasse zum Teil von Hangrutschen überdeckt, die aus dem Material der oberhalb anstehenden Jungmoräne bestehen. Die bodenkundliche Situation ist auf Grund der wechselvollen Landschaftsgeschichte in diesem Bereich komplex, obwohl die Substrate für die Region typisch sind. Während der höchsten würmzeitlichen Vereisung erfolgte die Entwässerung des Ost- und Nordteils des Rheingletschers zur Donau (Schwerd 1986). Der Alpenrhein entwässerte bis zum Altpleistozän in das Donauesystem danach, spätestens im Mittelpleistozän, zum Hochrhein nach Westen und Norden (Bartz 1961, Tillmanns 1984).

Paläo- magnet. Epoche	Geolog. Ableitung	Jahre vor heute	Quartär-Gliederung für Alpen und Alpenvorland		Kulturstufen	Jahre vor heute		
BRUNHES (= normal)	Holozän	Chr. Geb.	Jungholozän	Postglazial („Geologische Gegenwart“)	Historische Zeit Eisenzeit (800 v.Chr.–0) Bronzezeit (1800–800 v.Chr.) Neolithikum (4000–1800 v.Chr.) Mesolithikum (8000–4000 v.Chr.)	~ 2000		
		~ 10000	Mittelholozän			Würm-Kaltzeit	Jungpaläolithikum <i>Homo sapiens</i>	~ 35000
		~ 130000	Altholozän			Riß/Würm-Interglazial	Mittelpaläolithikum <i>Homo neanderthalensis</i>	(120000) ~ 130000
	Pleistozän	Mittelpleistozän	~ 380000	Riß-Kaltzeit	Mindel/Riß-Interglazial	<i>Homo steinheimensis</i> („Praesapiens“)	~ 500000	
			~ 700000	Mindel-Kaltzeit				Altpaläolithikum
		Altpleistozän	~ 380000	Günz/Mindel-Interglazial	Günz-Kaltzeit	Donau/Günz-Interglazial	<i>Homo heidelbergensis</i>	
			~ 700000	Donau-Kaltzeiten				Eolithikum (Archäolithikum)
	MATUYAMA (= revers)	Ältestpleistozän	~ 2400000	Biber-Kaltzeiten				

Tabelle 1: Gliederung des Quartärs nach Jerz & Grotenthaler 1981

Landschaftsgeschichte

Der vorquartäre Untergrund wird von Mergeln und Sandsteinen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) aufgebaut. Dieser zählt zum Übergangsbereich der aufgerichteten Molasse und der flachlagernder Vorlandmolasse. Er ist im Bereich des Leiblachtales, in dem sich der Exkursionspunkt befindet, und seinen westlichen Zuflüssen nur an wenigen Stellen aufgeschlossen. Im Leiblachtal treten die Konglomerate, die im Bereich des Pfänders aufgeschlossen sind, nicht oberflächlich auf, sind jedoch vermutlich im Bodenprofil stark verwittert aufgeschlossen und ggf. in die Grundmoräne eingearbeitet. Schmelzwassersedimente und Moränen überdeckten ursprünglich die hier abgelagerte Molasse. Die höher gelagerten Terrassen werden als Eisrandterrassen des Rheingletschers gedeutet, die niedrigeren Terrassen zeichnen die spätwürmzeitlichen und nacheiszeitlichen Seespiegelstände nach.

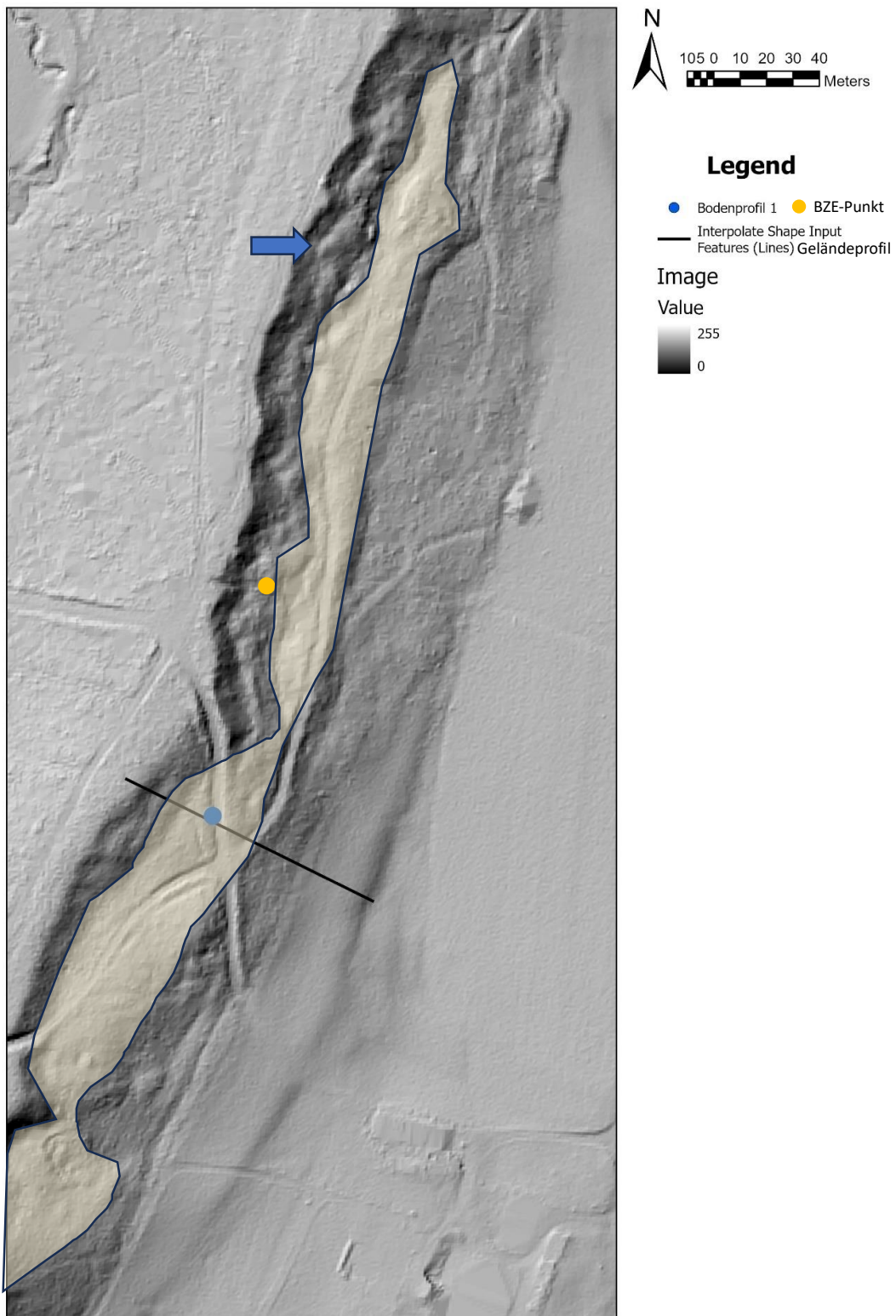


Abbildung 3: Topografie in unmittelbarer Nähe des Exkursionspunktes; hellbraun ehemalige Terrassenfläche.

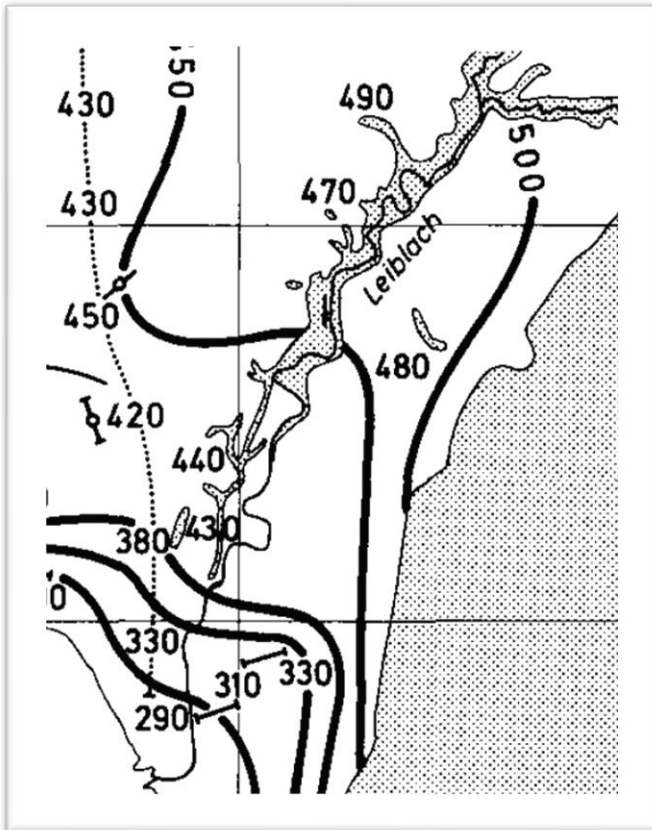


Abbildung 4: Höhenlinien der Tertiäroberfläche zwischen Leiblach und Argen im Bereich der Blätter Kressbronn am Bodensee und Lindau (Bodensee), ermittelt durch geoelektrische und seismische Messungen von K. BADER (Bayer. Geol. Landesamt). — Daten westlich von Kressbronn aus SCHREINER (1978: Abb. 1); Daten entlang des Vibroseis-Profiles bei Lindau mit freundl. Genehmigung der Firmen BEB-Gewerkschaften Brigitta u. Elwerath Betriebsführungs-ges. mbH, Winthershall AG, Deutsche Texaco AG und Deutsche Schachtbau u. Tiefbohr-ges. mbH.

Nach oben hin grenzt die Obere Süßwassermolasse (OSM) erosiv gegen die quartären Ablagerungen. Im vorliegenden Bodenprofil ist diese Erosionsdiskordanz aufgeschlossen (Abbildung 5) und wird durch eine +/-horizontal gelagerte Steinlage repräsentiert. Die Schichtlücke an dieser Grenzfläche umfasst im Bereich der Blätter Lindau und Kressbronn vermutlich zumindest das Obermiozän, Pliozän sowie ältere Pleistozän und somit eine Zeitspanne von wenigstens 10 Millionen Jahren (Habicht 1986). Im vorliegenden Profil dürften die aufgearbeiteten und in die Grundmoräne aufgenommenen oder umgelagerten OSM-Konglomerate, teils Mergel, aufgeschlossen sein, die hier stark verwittert (als Saprolith) vorliegen. In frischem Bruch weisen die kalkig gebundenen Sandsteine, mergeligen Sandsteine und Mergel rötliche und grünliche Farben auf (siehe unterer Bereich des Bodenprofils). Östlich der Leiblach, im Gebiet von Pfänder und Hirschberg sowie auf der Westseite des Rotachtales, treten dagegen vermehrt ockerne und gelbliche Färbungen in der Grundmoräne auf. Dies dürfte auf hier vermehrt aufgenommenes Molassematerial zurückgehen, die dergestalt verwittern (Habicht 1986). Diese Deutung kann auch für das vorliegende Bodenprofil übernommen werden.

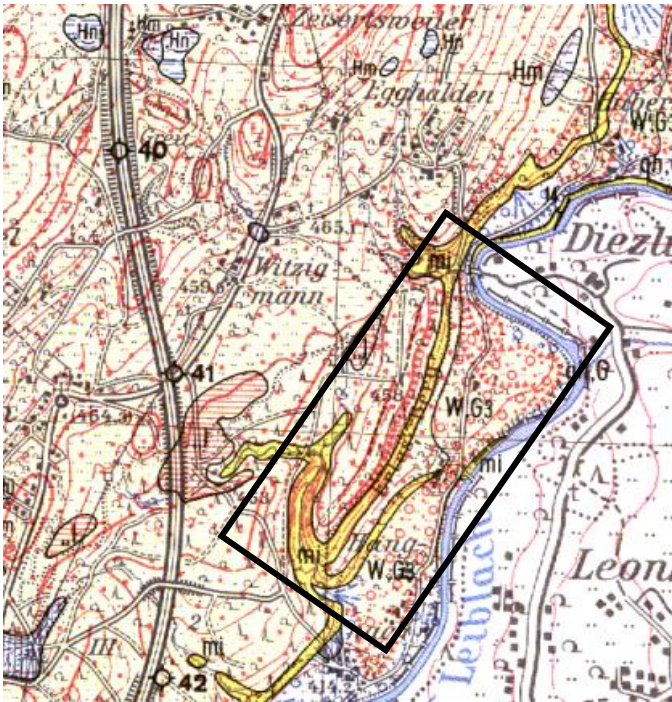


Abbildung 5: Ausschnitt der Geologischen Karte 1: 25 000 Blatt 8424 Lindau Bodensee; Bereich Leiblachtal; W,G3 = spät würmzeitliche Schotter, mi = miozäne OSM, Mergel, Sandsteine Konglomerate; das restliche Gebiet oberhalb der Hangkante und diese selbst besteht aus ungegliederter Moräne (sandig, kiesig-schluffig).

Formation	Abteilung	Stufe	Mio. Jahre	Mächtigkeiten (m)	Untergliederung u. Sediment	
Quartär	Holocän				Schotter, Sande, Schluffe, Tone	
	Pleistocän		2,4			
Jung-tertiär	Pliocän	Pont (Pann.-Rom.)	12			
		Torton-Sarmat (Karp.-Sarmat)	17,5	700-900	Obere Süßwassermolasse: Silt-, Sand- u. Tonmergel, Sande und Kiese	
		Helvet (Otnang)	19	300-350	Obere Meeresmolasse: II. Zyklus, Baltriger Schichten, Glaukonit-sande, I. Zyklus Sandmergelserie	
		Burdigal (Eggenburg)	22			
	Oligocän	Aquitani	Eger	24	1700 - 3200	Untere Süßwassermolasse: Sandreiche höhere Serie Obere Cyrenen-Schichten: ausgesüßte Tonmergel u. Sande
		Chatt			5-10	Untere Süßwassermolasse, mit Hauptsand-Bereich Untere Cyrenen-Schichten: ausgesüßte Ton- u. Kalkmergel
		Rupel bis Lattorf		10-50	Baustein-Schichten i.e.S.: Sand- und Siltsteine Untere Meeresmolasse: Rupel-Siltmergel (Baustein-Schichten i.W.S.)	
Alt-tertiär	Eocän		37,5	wenige m - 400 m ?	Rupel-Tonmergel Rupel-Bändermergel Rupel-Heller Mergelkalk Rupel-Fischschiefer Basisschichten	
		Paleocän	65			

Abbildung 6: Schichtenfolge im Bereich des Blattes 8424 Lindau (Bodensee) nach Habicht 1986; senkrechte Schraffuren Erosionsdiskordanzen (=Schichtlücken). Im Bodenprofil ist die Schichtlücke zwischen OSM (Torton-Sarmat) und Pleistozän aufgeschlossen (braunes Rechteck).

Lage des Profils

Die spätwürmzeitliche Terrasse (hellgelb, Abb. 3) mit Erosionskante (blauer Pfeil, Abb. 3 und 7), sowie die Rutschmassen (lila Pfeil, Abb. 7) sind gut im DGM zu erkennen. Die Rutschmassen überdecken vor allem im nördlichen Bereich des Kartenausschnittes die Terrassenfläche.

Geologische Ausstattung

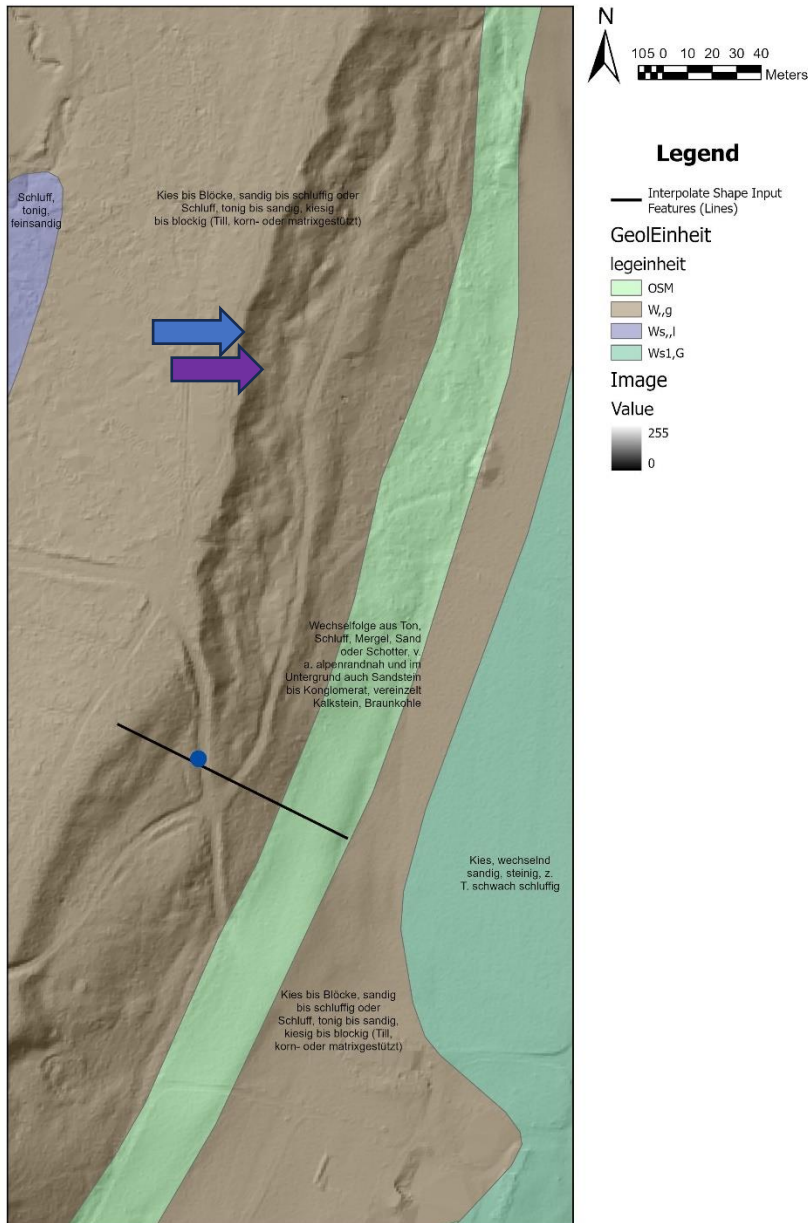


Abbildung 7: Geologie der digitalen geologischen Karte 1 : 25 000 (LfU) im Bereich des Bodenprofils.

Die geologische Ausstattung des Bereiches besteht OSM (oberen Süßwassermolasse), die hier als Wechsellagerungen von Tonen, Schluffen, Mergeln und Sanden mit Schottern auftritt. Die OSM kommt dort nahe an die Geländeoberfläche, wo die würmzeitlichen Moränenablagerungen (W,,g) z.B. fluviatil erodiert wurden. Die Jungmoränenablagerungen entstammen dem Rheingletscher und sind vom Substrat her durch Kies und Blöcke in sandiger bis schluffiger Matrix gekennzeichnet. Im Talbereich selbst finden sich spätwürmzeitliche Schmelzwasserschotter (WS1,G), die mit einer Hochflutlehmdecke abgedeckt sind. Auf der

Hochfläche findet man in kleinen Bereichen noch spätwürmzeitliche Beckenablagerungen (Ws,,l) aus schluffen Tonen und Feinsanden.

Bodenausstattung

Die Bodenausstattung besteht auf der Hochfläche vor allem im Bereich der spätwürmzeitlichen Beckenablagerungen aus kalkgründigen Gleyen (Legendeneinheit 68). Im Bereich des Oberhanges und der Hangkante aus Braunerden, örtlich Parabraunerden aus Jungmoränenmaterial (Legendeneinheit 30c). Im Bereich der Rutschungen aus kleinräumig wechselnden Böden wie Syrosem-Rendzinen, Pararendzinen und Braunerden aus verschiedenen Materialien (Legendeneinheit 56a). Auf Grund dessen, dass es sich um eine ehemalige Terrasse, die mit alten Hangrutschungen überdeckt war handelt, haben hier zahlreiche Erosions- und Akkumulationsvorgänge über die Zeit stattgefunden. Schwemmlöss oder Löss sowie Hangrutschmaterialreste und aufgearbeitete OSM bilden ein Materialgemisch. Die Legendeneinheit 56a_2 wurde zur Einheit 56a gefasst, daher als „inaktiv“ gekennzeichnet. Sie weist innerhalb der Legendeneinheit 56a Unterhangbereiche an Talrändern auf, die häufig eine Vergleyung zeigen.

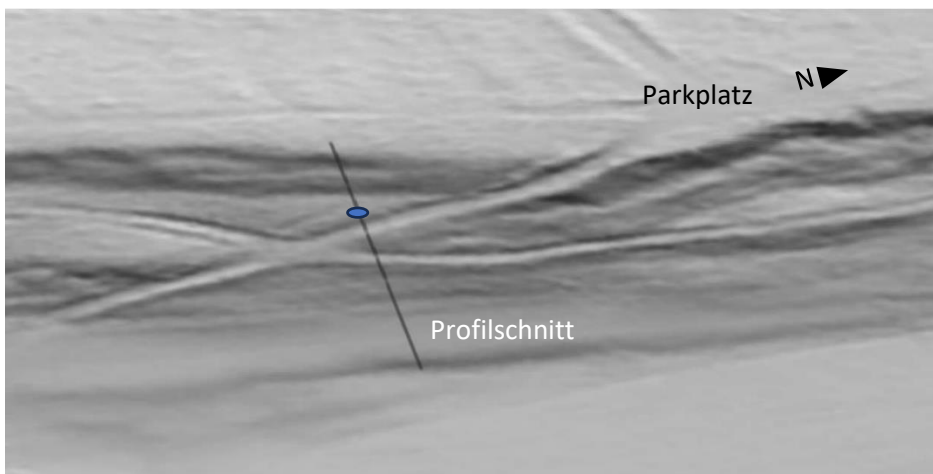


Abbildung 8: Aufsicht auf den Hang von Osten nach Westen; Profilschnitt durch den Hang (schwarz), Bodenprofil (blauer Punkt)

Das Profil zeigt einen Schnitt durch den Hang von E nach W im Bereich des Bodenprofils

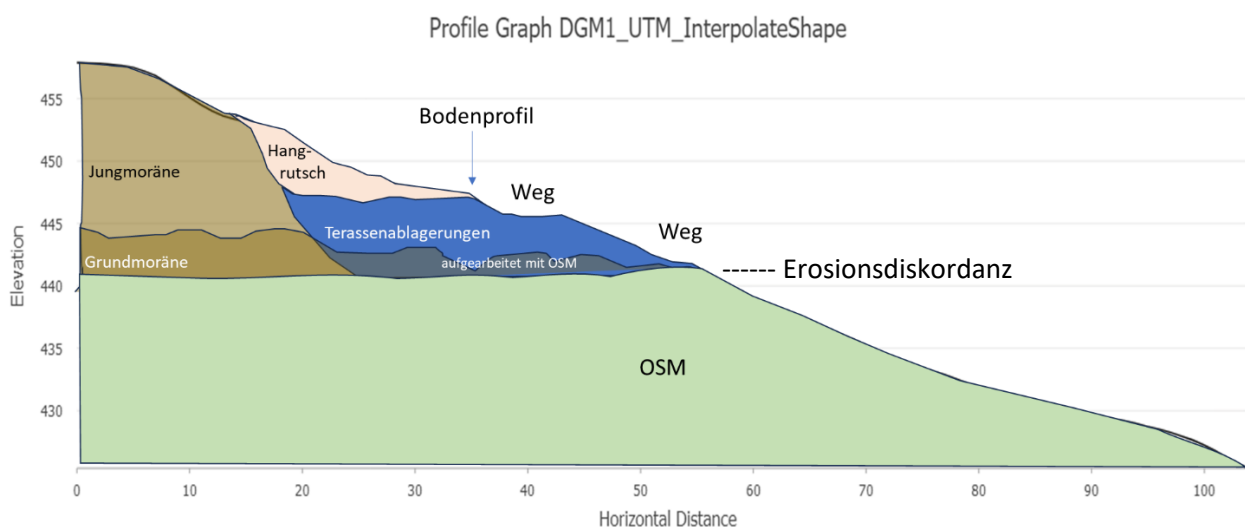


Abbildung 9: Profilschnitt durch den Hang im Bereich des Bodenprofils von W nach E.

Der obere Hangbereich ist vermutlich über die Zeit immer wieder mal abgerutscht und die Hangkante wurde zurückversetzt. Alte Rutschmassen wurden evtl. mit der Terrasse zusammen ausgeräumt oder liegen noch aufgearbeitet im Terrassenbereich. Die Rutschmassen aus Jungmoränenmaterial liegen heute im Mittelhangs auf der ehemaligen Terrassenfläche, die ehemals bis zur OSM, zu den Schichten des Torton-Sarmat, abgegraben wurde. Die Terrassenablagerungen bestehen vorwiegend aus aufgearbeiteter OSM mit allenfalls geringen Anteilen von Jungmoräne. Auch über der OSM im Bereich des Unterhangenden, östlich des Bodenprofils, können sich noch geringmächtige Rutschmassen aus den oberen Hangbereichen befinden. In diese können auch Lößbedeckungen eingearbeitet sein. Im Talbereich befinden sich spätwürmzeitliche Schmelzwasserschotter.

Bodenprofil



L+Of+Ah
Alh
Bt+Alh
Bv+Bt
II Sw-elCv
III Sw-elCv

Abbildung 10: Bodenprofilfoto, links Gesamtprofil, rechts oberste 80 cm des Bodenprofils.

Als Humusform findet man einen feinhumusarmen typischen Moder. L-, Of- und Oh-Lage sind vorhanden, der Oh-Horizont weist eine Mächtigkeit von 1 bis 0,5 cm auf ist bröckelig und leicht vernetzt. Der Of-Horizont mit einer Mächtigkeit von 1,5 cm ist meist leicht vernetzt. Die L-Lage erreicht etwa 0,5 cm Mächtigkeit.

Beschreibung Bodenprofil

s1-s2BB-LL: schwach pseudovergleyte Braunerde-Parabraunerde aus Terrassenablagerungen (Hochflutlehm, Schwemmlöss) und Lößlehm über OSM (oberer Süßwassermolasse). Beschrieb: Tabelle 2.



Abbildung 11: Spatenstich des Oberbodens oberhalb des Bodenprofils.

Erläuterungen zur Profilbeschreibung

Da der Verbraunungsbereich nur bis 38 cm mächtig ist, hätte man eigentlich den Boden als Regosol bezeichnen müssen. Dies trifft aber seine Genese nicht, die in einer Lessivierung und dann unter heutigen Bedingungen einer Verbraunung besteht. Je nach Lichteinfall kann man eine beginnende Verbraunung noch bis etwa 58 cm unterstellen, die jedoch auf Grund des hohen Karbonatgehaltes im Horizontsymbol nicht ausgedrückt wurde.

Eine Pararendzina scheidet aus, da eine Substratdiskordanz (Erosionsdiskordanz = Schichtlücke) zwischen Bv + Bt und dem darunterliegenden Sw-elCv vorliegt, die landschaftsgeschichtlich bedingt ist (siehe oben spätglaziale Terrassenfläche mit Erosionsgeschehen). Die Moräne wurde bis auf das OSM-Konglomerat erodiert, möglicherweise auch die OSM dann in die Grundmoräne eingearbeitet und wieder erodiert. Min4 zeichnet diese Erosionsdiskordanz mit einer horizontalen Steinlage nach. Es handelt sich hier nicht um eine krypturbate Erscheinung, wie eine Basislage, da die Steinlage nicht hangparallel ist und wir uns zudem auf einer Terrassenfläche befinden. Min1 -3 sind Terrassenablagerungen mit hohem Lößanteil. Min 4 - 7 beinhalten sehr stark verwitterte Substrate der OSM (saprolithartig = die ehemaligen Gerölle, Steine sind sehr mürbe und zerfallen, sind aber noch vom Umriss her erkennbar) grau bis rötlich-grau und verwittern gelbbraun tonig. Der hohe Karbonatgehalt des Substrates in Kombination mit dem hohen Tongehalt legt als Ausgangsmaterial der Gesteinskomponenten Kalkmergel und Mergelkalke nahe. Die Gesteinsbruchstücke sind weißgrau, ihre Verwitterung gelbbraun und könnten zu der Deutung einer intensiven Pseudovergleyung verleiten. Es fehlen jedoch Konkretionen und die Bleichung in den Aggregaten. Zudem findet man keine Rostflecken entlang von Wurzelbahnen, das Profil wird sukzessive mit der Tiefe dichter und weist keinen scharfen Stauhorizont auf. Zudem war das Profil nach 2 Tagen Regen nur in den oberen Bereichen etwas feucht, darunter frisch, was zusammen mit der Bodenart und der Fk für eine sehr langsame Drainierung und damit gegen Staunässe spricht. Eine gewisse Haftnässe ist möglich, wirkt hier aber eher positiv. Der kf-Wert liegt bei 16 für Lu, im unteren Bodenbereich bei 12 - 2 cm/tag. Die Luftkapazität für Lu beträgt 7 % (pt3) und im Unterboden 6 - 3 %, nFk liegt bei 17 - 10 %, Totwasser bei 20 - 25 %. Da der durchwurzelte Bereich sehr groß ist, ist die nFk trotz ihres geringen Prozentanteils über das Profil gesehen mit einem We bis 200 cm groß.

Bodenansprache																					
Horizontkennzeichnung													Substrat (geologisch)								
Schritte	11	1	Farbe	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	17	Druchwurzelung pro dm ²						
				Skelett	Feinboden										verdichtet	Karbonat	Humus	podsoliert	Hydromorphie/Bodenfeuchte		
Ifd. Nr	Symbol	Grenzen bis cm		Anteil Vol %	Bezeichnung	Gefüge					Rostfl. %	Bleichfl. %	Fe/Mn Konkr. %	tuelle Feuch	Bezeichnung	Löss/Löslehm	Flugsand	Geologie			
Hu3	L	+2,5/3,5													Hu					0	w0
Hu2	Of	+2,0/3,0	röliswbn												Hu					0	w0
Hu1	Oh	+0,5/1,0	swbn												Hu					11 - 20	w4
Min1	Alh	-7	dgrbn	0-2	Ut3	sub		c0	h3		0	0	0	feu	H	x		qThf + Lo		11 - 20	w4
Min2	Bt+Alh	-18	dbngr	0-2	Lu	sub		c0	h2		0	0	0	feu		x		qThf + Lo		11 - 20	w4
Min3	Bv+Bt	-38	gelibn	0-2	Tu4	sau	x	c0	h1 entlang Polyeder		0	0	0	fri		x		qThf + Lo		6 - 10	w3
Min4	IISw-elCv	-78	gebvn	25 - 50	Lu	sub	o	c4			5	0	0	fri	Z			qGuz + OSM	^mk, ^k,d	6 - 10	w3
Min5	IIISw-elCv	-93	beigebn ma	0-5	Tu4	sub	x	c5			7	2	0	fri	V2			OSM^c	^mk	6 - 10	w3
Min6	IIISw-elCv	-145	beigebn ma	0-2	Tu3	pol-sub	x	c5			7	2	0	fri				OSM^c	^mk	3 - 5	w2
Min7	IIISw-elCv	-177	grhebnröli ma	0-2	Tu2	pol-sub	xx	c5			10	2	0	fri-tr				OSM^c	^mk	3 - 5	w2
Min8	IVSd-elCv	-205	grgnbn ma	0-2	Tu2	sub-pol	xxx	c5			10	5	0	(fri) tr	V3			OSM^c	^mk	1 - 2	w1
Standortsziffer				13			14			15				s1-s2BB-LL: schwach pseudovergelyste Braunerde-Parabraunerde aus Terrassenablagerungen (Hochflutehm, Schwemmlöss) und Lößlehm über OSM (oberer Süßwassermolasse)							
				Erste Ziffer			Zweite Ziffer			Dritte Ziffer											

Tabelle 2: Detaillierte Beschreibung des Bodenprofils gemäß KA5, sowie eigene Ergänzungen.

Literatur

- Bartz, J. (1961): Die Entwicklung des Flußnetzes in Südwestdeutschland.- Jh. Geol. L.-Amt Baden-Württemberg 4:127 – 135, Freiburg i.Br.
- Habicht, H. (1986): Die geologische Schichtenfolge im Untergrund der Messtischblätter 8423 Kressbronn am Bodensee und 8424 Lindau (Bodensee) - In: Geologica Bavarica 90: 5 - 15. (Bayer. Geol. L.-Amt, München).
- Jerz, h. & Grottenthaler, W. (1981): Pleistozän. Glazialer und fluvialer Bereich.- In: Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1. 500 000.- 3. Aufl. : 135 – 141, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- Tillmanns, W. (1984): Die Flußgeschichte der oberen Donau.- Jh. Geol. L.-Amt Baden-Württemberg 26: 99 – 202, Freiburg i. Br.
- Schwerd, K. (1986): Geologische Karte von Bayern 1.25 000, Blatt 8423 Lindau (Bodensee).
- Schwerd, K. (1986): Geologie des deutschen Staatsgebietes der Blätter 8423 Kressbronn am Bodensee und 8424 Lindau (Bodensee).- In: Geologica Bavarica 90: 17 – 90. (Bayer. Geol. L.-Amt, München).

Messwerte nahe gelegener BZE-Punkt (Bodenzustandserhebung) mit der Landesnummer 171

Alte Staatswaldfläche, keine Vornutzung bekannt. BZE-Punkt in Hanglage (Oberhang), Exposition Ost, in ca. 80 m Entfernung hangabwärts Grünland, Freilandtierhaltung. Beprobung BZE II am 19.07.2007.

Auflage: Geringmächtige Auflage < 1 cm, L+Of an 6 von 8 Aufnahmepunkten, an 2 Punkten nur L. Streu überwiegend Laub, an zwei Punkten Laub und Nadelstreu gemischt. Dominante Humusform F-Mull, untergeordnet typischer Mull (L-Mull) mit basenreichem Ah (~10+ cm). Wiederholungs- beprobung 2023: Blatt-Nadel-Streu, feinhumusarmer F-Mull nach KA6.

Schicht	Von bis cm	Humus	Kalk	Gefüge	Feinwurz.	Grobwurz.	BoArt	Grobboden (Grus) [Vol. %]	Bez.
I	0-21	h2	c1	sub	Wf4	Wg4	Tu4	1,0	Ah
I	21-29	h1	c2	sub	Wf4	Wg4	Tu4	1,0	Ah+eCv
I	29-47	h0	c5	sub	Wf3	Wg3	Tu4	1,0	eCv1
I	47-112	h0	c5	sub	Wf1	Wg1	Tu4	1,0	eCv2
I	112-150+	h0	c6	sub	Wf0	Wg0	Tu4	1,0	eCv

Tabella 3: Profilbeschreibung BZE II aus dem Jahr 2007, Gelände (an Rammkernsonde).

Die Gründigkeit wurde mit ca. 130 cm angegeben, als Kommentar ist eingetragen Hor. 3 bis 5: Dipyridyl-positiv (schwache Reaktion), aber trocken; ab 47cm mit Sandlinsen. Straigrafie: Pleistozän. ggf. wurde die OSM nicht erkannt. Ausgangsgesteine: Geschiebemergel und carbonathaltige Fließerde, als Bodentyp wurde 2007 am BZE-Punkt eine Normpararendzina (RZn) angesprochen.

Tiefenstufe von bis [cm]	BoArt	SK [Vol. %]	Dichte (Gesamtboden) [g/cm ³]	Carbonat-C [%]	Corg [%]	N [%]	pH CaCl ₂	BS [%]	KAK [μmol IE/g]
L+Of (0,9-0)			0,1		50	2	5,7	99	575
0-5	Lt2	1,2	0,7	0	5,9	0,40	4,5	96	227
5-10	Lt2	2,5	0,9	0	3,1	0,25	5,0	98	183
10-20	Lu	3,6	1,1	0,1	2,3	0,20	6,5	100	202
20-40	Lt2	5,3	1,3	1,3	0,9	0,09	6,8	100	191
40-80	Tu3	3,3	1,6	3,9	<0,1	0,03	7,0	100	165
80-140	Tu3	1,9	1,7	3,6	<0,1	0,03	7,4	100	184
140-150	Tu2	0,2	1,8	3,6	<0,1	0,02	7,5	100	202

Tabella 4: Bodenanalysen der Proben 2007 nach Tiefenstufen, Mischproben 8-fache Wiederholung auf Kreis mir R= 10 m.

Baum-art	Jahr-gang	C [%]	N [%]	S [mg/kg]	P [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Fe [mg/kg]
Fi	1	52	1,6	1058	1585	7034	708	7982	544	58
Fi	2	52	1,6	1171	1262	12212	638	7063	695	86
Bu	1	52	2,2	1478	835	9459	753	7250	381	83

Tabella 5: Blatt-/Nadelanalysen BZE II (Fi: BHD ~ 62 cm, Höhe 35 m, Bu: BHD ~ 50 cm, Höhe ~ 33 m).

Baum-art	Jahr-gang	C [%]	N [%]	S [mg/kg]	P [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Fe [mg/kg]
Bu	1	52	2,1	1324	917	11200	1022	10190	371	84

Tabelle 6: Blattanalysen BZE III 2023 (Bu BHD ~ 57 cm, Höhe ~ 35 m).

Ernährungsstufe	Werte und Farbe Fi (alt) am Bsp. N [mg/g]	Werte und Farbe Bu am Bsp. N [mg/g]
Überschuss	> 15,3	> 23,25
Normalbereich oben	14,7 - 15,3	22,3 - 23,25
Normalbereich Mitte	13,7 - 14,7	20,04 - 22,3
Normalbereich unten	13,2 - 13,7	18,74 - 20,04
Mangelbereich	< 13,2	< 18,74

Tabelle 7: Bewertung der Ernährung nach Göttlein et al. (2011) AFJZ; Schwellen i.d.R höher als bei Wolff und Riek (1997).

Die Nährstoffnachhaltigkeit ist bei geringer Mächtigkeit der Deckschicht grundsätzlich gegeben, eine Vollbaumnutzung kann aber zu einer negativen Bilanz führen. Die karbonatfreie Deckschicht befindet sich im mittleren Austausch-Pufferbereich. Bei einzelnen Nährelementen wie Phosphor könnte die Verfügbarkeit Schwierigkeiten bereiten (CaPO₄). Empfehlung Laubbäume aufgrund Basenpumpenfunktion, Erntereste im Bestand belassen.

Vegetationsaufnahme BZE III (06.05.2023)

Am BZE-Inventurpunkt finden sich mit dem Waldmeister (*Galium odoratum*) und der Wald-Segge (*Carex sylvatica*) überwiegend Zeigerarten mäßig frischer/ mäßig saurer Standorte. Die Goldnessel (*Lamium galeobdolon*) mit einer Deckung von 30% zeigt mäßig frische/ schwach saure Standorte an. Es finden sich jedoch auch mit dem Sauerklee (*Oxalis acetosella*) und dem Gewöhnlichen Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*) Arten stark saurer Standorte sowie mit der Haselwurz (*Asarum europaeum*) eine Art für kalkreiche/betont basenreiche Standorte. Frischezeiger treten vereinzelt auf. Ausgesprochene Feuchte- bzw. Nässezeiger sind nicht vorhanden. Zeiger für Nährstoffüberschuss stellen Arten wie der Stinkende Storchschnabel (*Geranium robertianum*) oder die Gewöhnliche Nelkenwurz (*Geum urbanum*) dar.

Baumschicht	Art	Deckung [%]
BS1	Fagus sylvatica	70
BS1	Abies alba	10
BS2	Fagus sylvatica	20
BS2	Picea abies	10
Strauchschicht	Art	Deckung [%]
SS	Acer pseudoplatanus	40
SS	Fagus sylvatica	10
SS	Abies alba	4
SS	Prunus padus	4
SS	Corylus avellana	2
SS	Fraxinus excelsior	2
SS	Juglans regia	2
SS	Lonicera xylosteum	2
SS	Prunus avium	2

SS	Sambucus nigra	2
Krautschicht	Art	Deckung [%]
KS	Lamium galeobdolon	30
KS	Galium odoratum	20
KS	Acer pseudoplatanus	4
KS	Fagus sylvatica	4
KS	Abies alba	2
KS	Anemone nemorosa	2
KS	Asarum europaeum	2
KS	Carex sylvatica	2
KS	Dryopteris carthusiana	2
KS	Dryopteris filix-mas	2
KS	Fraxinus excelsior	2
KS	Hedera helix	2
KS	Lonicera xylosteum	2
KS	Picea abies	2
KS	Prunus padus	2
KS	Sambucus nigra	2
KS	Viburnum opulus	2
KS	Athyrium filix-femina	1
KS	Carex digitata	1
KS	Clematis vitalba	1
KS	Geranium robertianum	1
KS	Geum urbanum	1
KS	Impatiens glandulifera	1
KS	Impatiens parviflora	1
KS	Oxalis acetosella	1
KS	Polygonatum multiflorum	1
KS	Prunus avium	1
KS	Quercus robur	1
KS	Rosa canina	1
KS	Rubus fruticosus	1
KS	Stachys sylvatica	1
KS	Viola reichenbachiana	1
Moosschicht	Art	Deckung [%]
MS	Fissidens taxifolius	1
MS	Plagiomnium undulatum	1
MS	Atrichum undulatum	1

Tabelle 8: Vegetationsaufnahme BZE III (06.05.2023) mit Deckungsgraden nach Londo.

BZE 171 - Vegetationsaufnahme (06.05.2023)

Zu: J. Ewald: Beurteilung von Waldstandorten und Waldgesellschaften

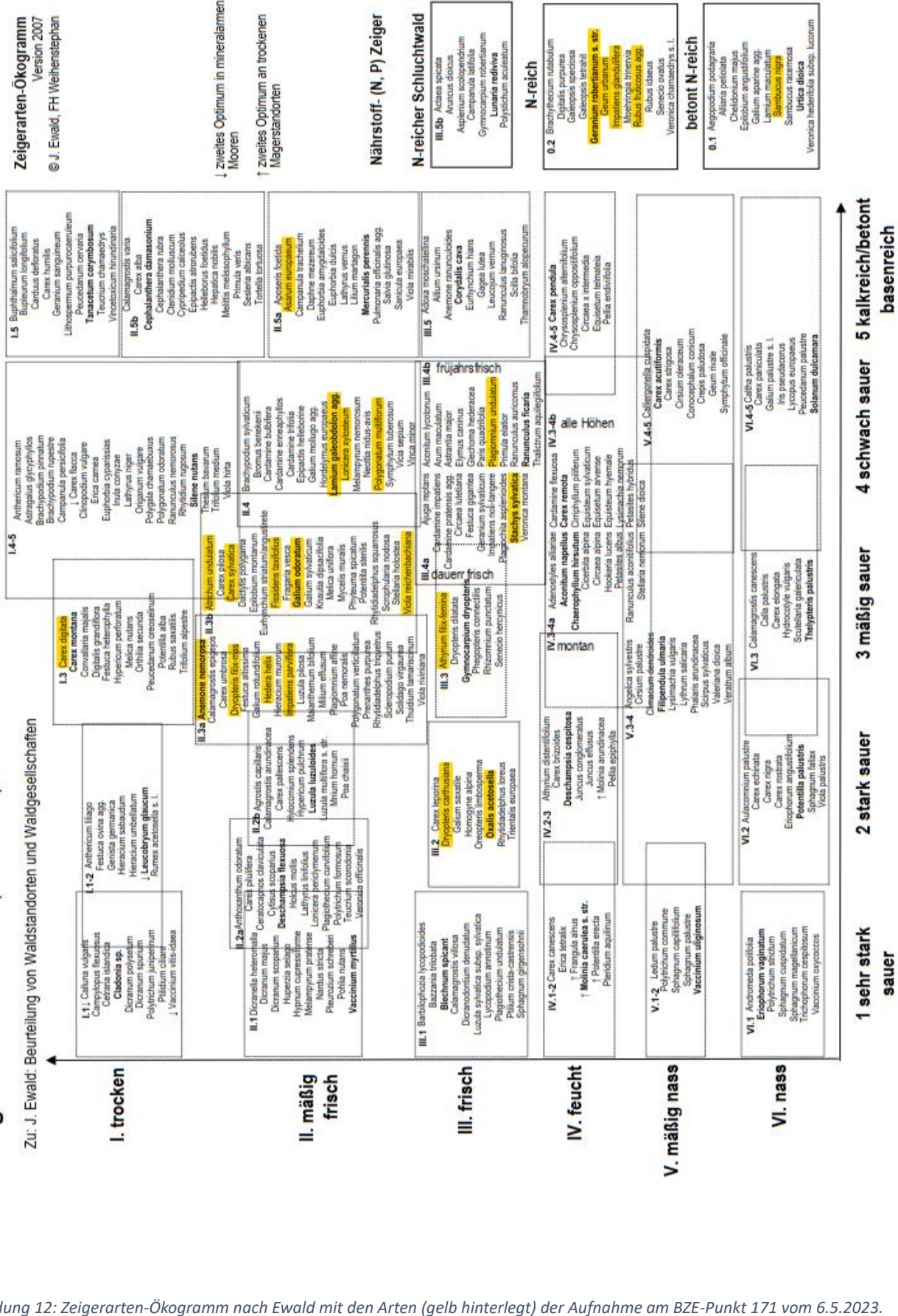


Abbildung 12: Zeigerarten-Ökogramm nach Ewald mit den Arten (gelb hinterlegt) der Aufnahme am BZE-Punkt 171 vom 6.5.2023.

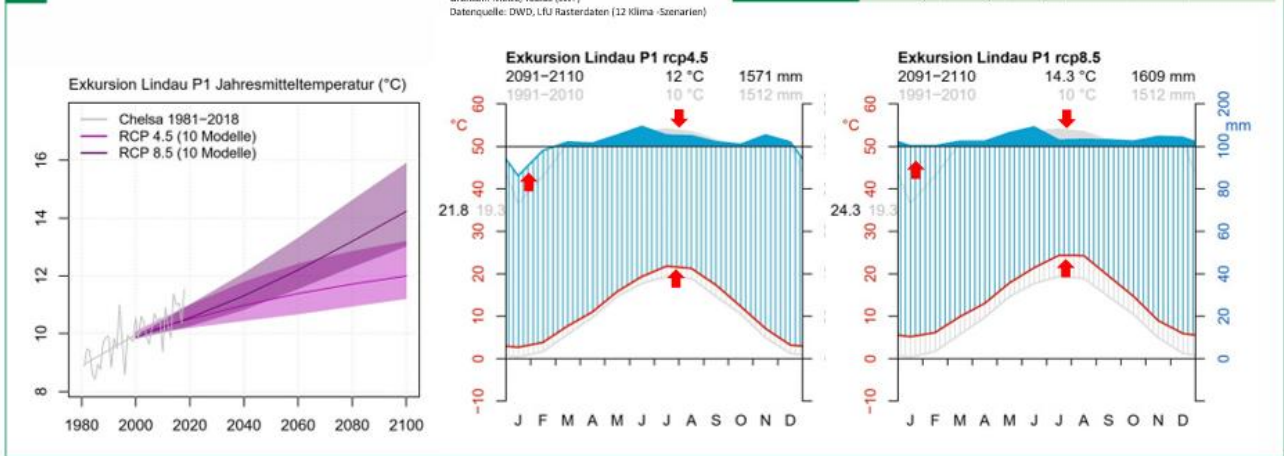
Klima(wandel) in der Region Lindau/Hangnach

Klimagegenwart und Klimazukunft

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	Jahr	Sommer (JJA)	Winter (DJF)	Jahr	Sommer (JJA)	Winter (DJF)
1991-2010	10,0	18,6	1,1	1.512	518	272
2091-2110						
RCP 4.5	12,0	20,8	3,3	1.571	495	304
RCP 8.5	14,3	23,4	5,77	1.609	452	346

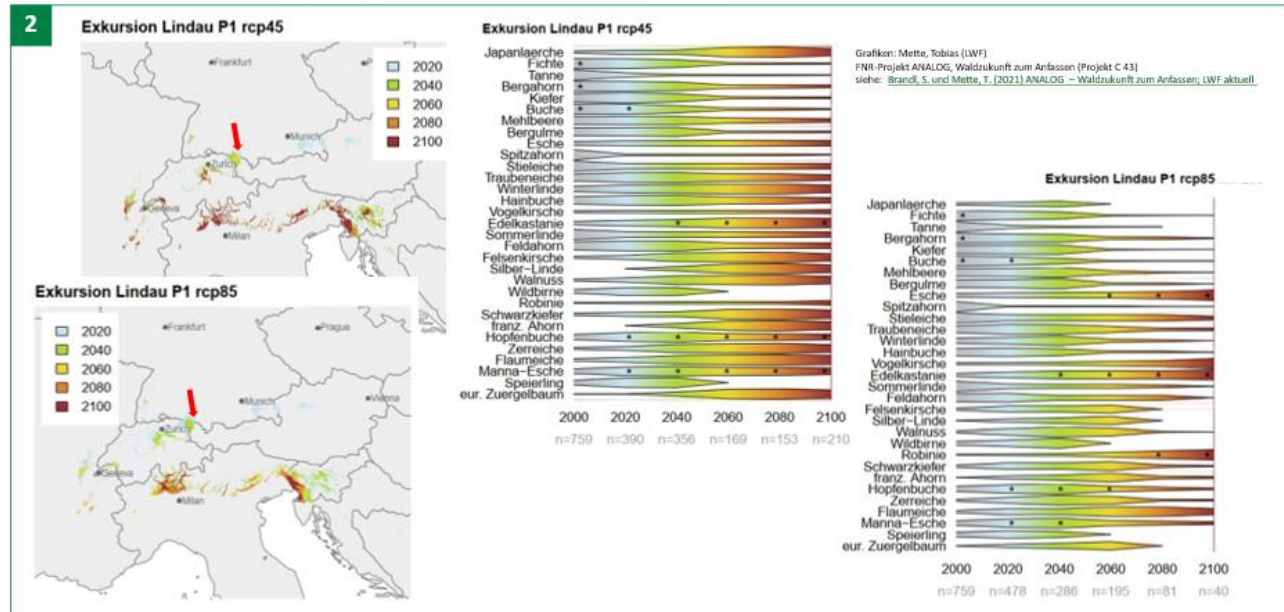
1

Grafiken: Mette, Tobias (LWF)
Datenquelle: DWD, IFLU Rasterdaten (12 Klima-Szenarien)



Klimatische Analogregionen: Klima und Baumarten

2



...und der Boden in der Region? Standort: Lindau/Hangnach

Bayerisches Standortinformationssystem (BaSIS) (ÜBK-basiert, ~1:25:000)

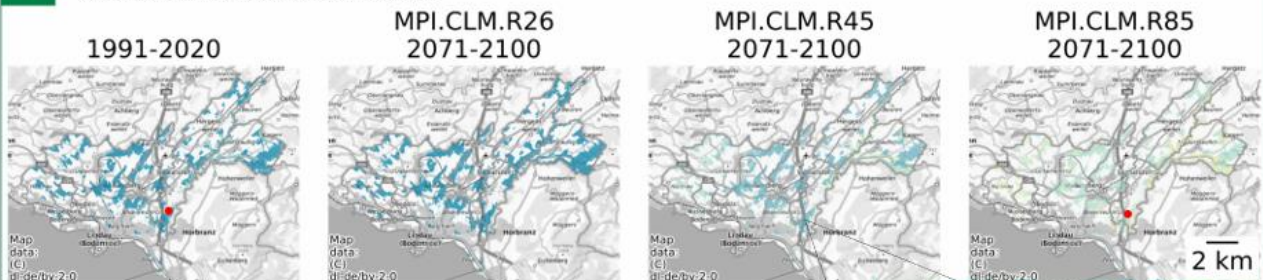
3 Bodenart (Hauptschicht)



Infobox: Angaben aus der Übersichtsbodenkarte (ÜBK)

- Hauptbodenart: Lehm
- Substrate der Jungmoränen (Rheingletscher); Substrate an steilen Talhängen; carbonathaltige Substrate im Untergrund
- Bodentypen: Braunerde, Parabraunerde; Syrosem-Rendzina, Pararendzina, Braunerde

4 Bodenwasserhaushalt



Grafik: Wellpott, Axel
Methoden: Bodenwasserhaushaltsberechnung für 30-jährige Referenzperioden auf Grundlage von Bodeninformationen der ÜBK, Übersichtsbodenkarte Bayern bzw. dem Bayerischen Standortinformationssystem BaSIS (Maßstab ~1:25.000) und Methoden aus dem FNR-Projekt WHH-KW, Wasserhaushalt im Klimawandel
siehe: Weis, W. et al. (2023): Standortfaktor Wasserhaushalt im Klimawandel, Forstl. Forschungsberichte München...

Wasserhaushaltsklasse	Anzahl theoretischer Trockenjahre ($T/T_0 = 0,75$) in 30 Jahren	Mittelwert T/T_0 (von – bis)
sehr frisch	< 1	> 0,99167
frisch	1 bis < 3	> 0,975 – 0,99167
ziemlich frisch	3 bis < 6	> 0,95 – 0,975
mäßig frisch	6 bis < 12	> 0,90 – 0,95
mäßig trocken	12 bis < 18	> 0,85 – 0,90
trocken	18 bis < 30	> 0,75 – 0,85
sehr trocken	(≥) 30	≤ 0,75

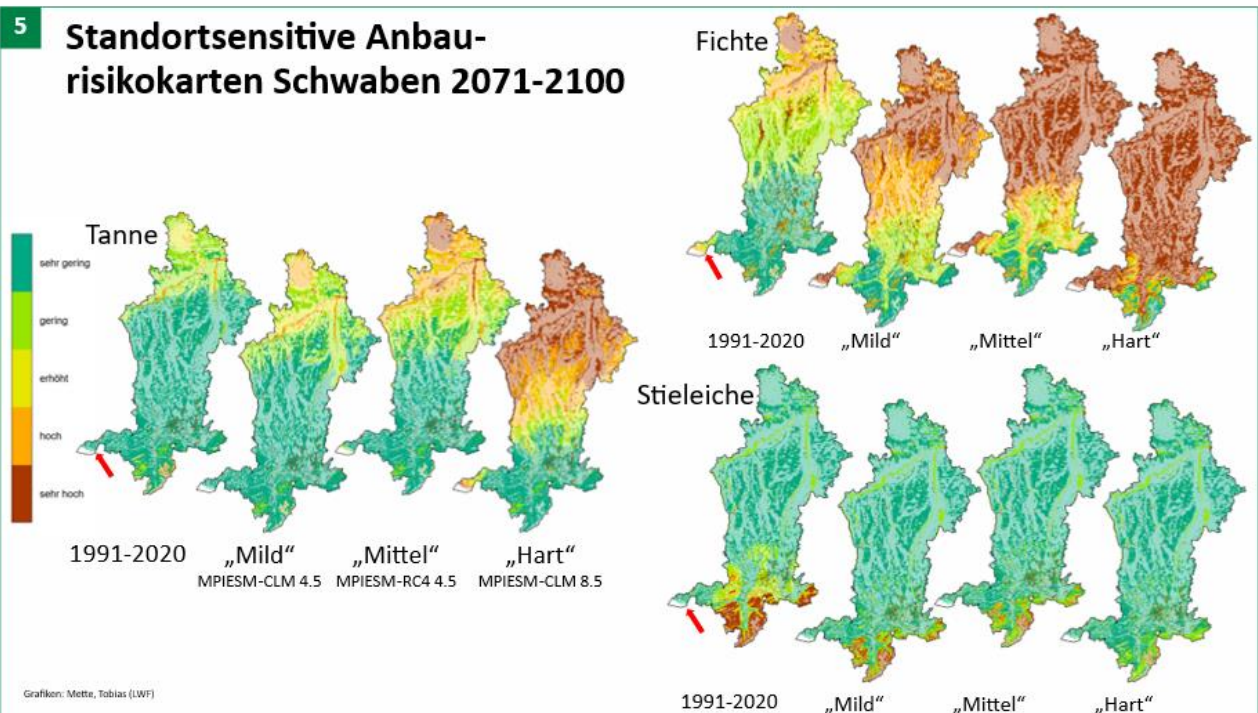
Quelle: Weis, W. et al. (2023): Standortfaktor Wasserhaushalt im Klimawandel, Forstl. Forschungsberichte München

...und die Baumarten?... und alles zusammen?

Klima, Boden und Baumartenansprüche zusammenbringen. Die Quadratur des Kreises?

Bayerisches Standortinformationssystem (BaSIS) (ÜBK-basiert, ~1:25:000)

5 Standortsensitive Anbau- risikokarten Schwaben 2071-2100



Anbaurisiko „Durchstich“ für den Standort Lindau/Hangnach

6 Grafik/Konzept: Mette, Tobias; Wellhausen, Klaas (LWF)

	Heute	Mild	Mittel	Hart	Extrem	Boden		Erhöhtes Risiko (3-gelb) ...
Fichte	gelb	orange	rot	rot	rot	Rotfäule	Fichte	Schon heute
Kiefer	gelb	orange	rot	rot	rot		Kiefer	milder Klimawandel
Lärche	gelb	orange	rot	rot	rot		Lärche	harter Klimawandel
Tanne	gelb	orange	rot	rot	rot		Tanne	mittlerer Klimawandel
Douglasie	gelb	orange	rot	rot	rot		Douglasie	harter Klimawandel
Vogelbeere	gelb	orange	rot	rot	rot		Vogelbeere	mittlerer Klimawandel
Sandbirke	gelb	orange	rot	rot	rot		Sandbirke	harter Klimawandel
Buche	gelb	orange	rot	rot	rot		Buche	extremer Klimawandel
Winterlinde	gelb	orange	rot	rot	rot		Winterlinde	nicht einmal bei extremem Klimawandel
Bergulme	gelb	orange	rot	rot	rot		Bergulme	
Esche	gelb	orange	rot	rot	rot		Esche	
Stieleiche	gelb	orange	rot	rot	rot		Stieleiche	
Traubeneiche	gelb	orange	rot	rot	rot		Traubeneiche	
Hainbuche	gelb	orange	rot	rot	rot		Hainbuche	
Schwarzerle	gelb	orange	rot	rot	rot	Kein Sw,Gw	Schwarzerle	
Vogelkirsche	gelb	orange	rot	rot	rot		Vogelkirsche	
Feldahorn	gelb	orange	rot	rot	rot		Feldahorn	
Elsbeere	gelb	orange	rot	rot	rot		Elsbeere	
Speierling	gelb	orange	rot	rot	rot	Bs	Speierling	
Flaumeiche	gelb	orange	rot	rot	rot	Bs	Flaumeiche	
Esskastanie	gelb	orange	rot	rot	rot		Esskastanie	

Infobox

- In Sachen Anbaurisiko liegt die Region Lindau (fast) auf der Insel der Glückseligen...
- Aber gerade das klimatische Anbaurisiko für die Baumart Fichte nimmt deutlich zu
- Das Anbaurisiko der Tanne nimmt nur bei einem harten Klimawandel deutlich zu
- Das Anbaurisiko der Buche ist nur bei einem harten Klimawandel und in Abhängigkeit von den standörtlichen Bedingungen erhöht (Stauwasser, ...)
- Das Anbaurisiko der Stieleiche bleibt bei allen klimatischen Szenarien gering

Und was ist mit der forstl. Standortserkundung?

Klimadynamisierung der forstl. Standortkarte/-informationen (~1:5.000)
(Projekte DigiStok/HarmStok-BaySF/STWM-KPW) (~2,3 Mio. ha)

8

2-/3-Zifferncode
Substrat Trophie Wasser
0 1 1
1 1 1

**(Digitalisieren)
(wo noch erforderlich)**

9

- Alle feuchten/massen Standorte
- Sand-/Sandstein-/Humuskarbonatboden, trocken/mäßig trocken
- Sand-/Sandstein-/Humuskarbonatboden, mäßig/ziemlich feuch
- Lehmiger Sand, trocken/mäßig trocken
- Lehmiger Sand, mäßig/ziemlich feuch
- Lehmiger Sand, frisch/hangwasserseitig
- Lehm, trocken/mäßig trocken
- Lehm, mäßig/ziemlich feuch
- Lehm, feuch/hangwasserseitig
- Faunisten/Schuffelohr/Schuffel, trocken/mäßig trocken
- Faunisten/Schuffelohr/Schuffel, mäßig/ziemlich feuch
- Faunisten/Schuffelohr/Schuffel, frisch/hangwasserseitig
- Mittler Ton/Kalkoversättigungstohm, trocken/mäßig trocken
- Mittler Ton/Kalkoversättigungstohm, mäßig/ziemlich feuch
- Mittler Ton/Kalkoversättigungstohm, frisch/hangwasserseitig
- Stoenger Ton, trocken/mäßig trocken
- Stoenger Ton, mäßig/ziemlich feuch
- Stoenger Ton, frisch/hangwasserseitig
- Deckkaand/-lehm, Schichtkaand, trocken/mäßig trocken
- Deckkaand/-lehm, Schichtkaand, mäßig/ziemlich feuch
- Schichtlehm, trocken/mäßig/
- Schichtlehm, mäßig/ziemlich feuch
- Schichtlehm, frisch/hangwasserseitig
- Alle feuchtwässrigen Standorte
- Alle trockentrockenen Standorte

**Aufbereiten
(wo digital vorhanden)**

10

Harmonisieren

Komplettieren

6-Zifferncode
Substrat Trophie Wasser
03 10 10
Zusatzinformationen

11

Zuweisung von geologischen u. bodenkundl. Informationen

Quelle: LfU

12

Zuweisung von labortechnisch analysierten Leitprofilen

Grafik: Mette, T.

Ableitung von bodenphysikalischen und bodenchemischen Kenngrößen

Berechnung von Wasserhaushalt, Anbaurisiko, ... Erstellung von Produkten/Karten

Standardkennwert	Differenzierung	Wasserhaushalt	Anbaurisiko
000	nährstoffarm
010	wassertränke und trockene Sande
020	trockene