

Klimawandel und Wasserhaushalt von Wäldern

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)

Johannes Suttmöller & Henning Meesenburg

Mitarbeit: T. Ullrich (HessenForst), H. Hamkens, M. Wagner



Agenda

- **Ausgangslage**
 - Aktuelle Situation in den hessischen Wäldern
 - Klimatische Verhältnisse in Hessen
 - Trockenjahre 2018 bis 2020

- **Folgen für die Waldbauplanung im Klimawandel**
 - Methodik
 - Webportal zur Entscheidungsunterstützung
 - Entscheidungsunterstützung unter Unsicherheit

- **Fazit und Ausblick**

Aktuelle Situation in den hessischen Wäldern

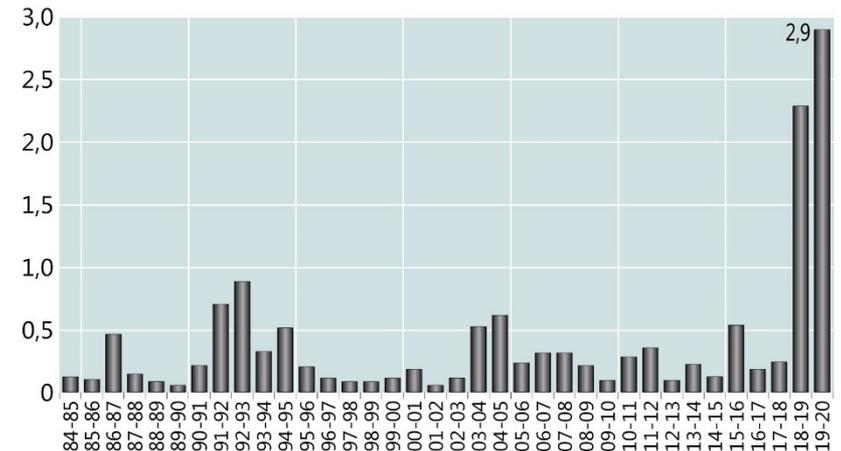
- 20.000 ha Freifläche im Staatswald (345.000 ha), Stand Sommer 2020
 - überwiegend Fichtenflächen betroffen
 - Circa 1.500 ha werden jährlich wieder aufgeforstet
 - Kosten von rund 20 Mio. Euro jährlich
 - Pflanzenverfügbarkeit und Personalkapazität begrenzt
- schlechtester Vitalitätszustand seit Beginn der Waldzustandserhebungen (WZE) 1984 (WZE-Bericht Hessen 2020)
 - mittlere Kronenverlichtung erreicht mit 28% ihren Höchststand (alle Baumarten)
 - starke Schäden mit 9% dreimal so hoch wie im Mittel der Beobachtungsperiode
 - mittlere Absterberate (2.9%) siebenfach erhöht

Aktuelle Situation in den hessischen Wäldern

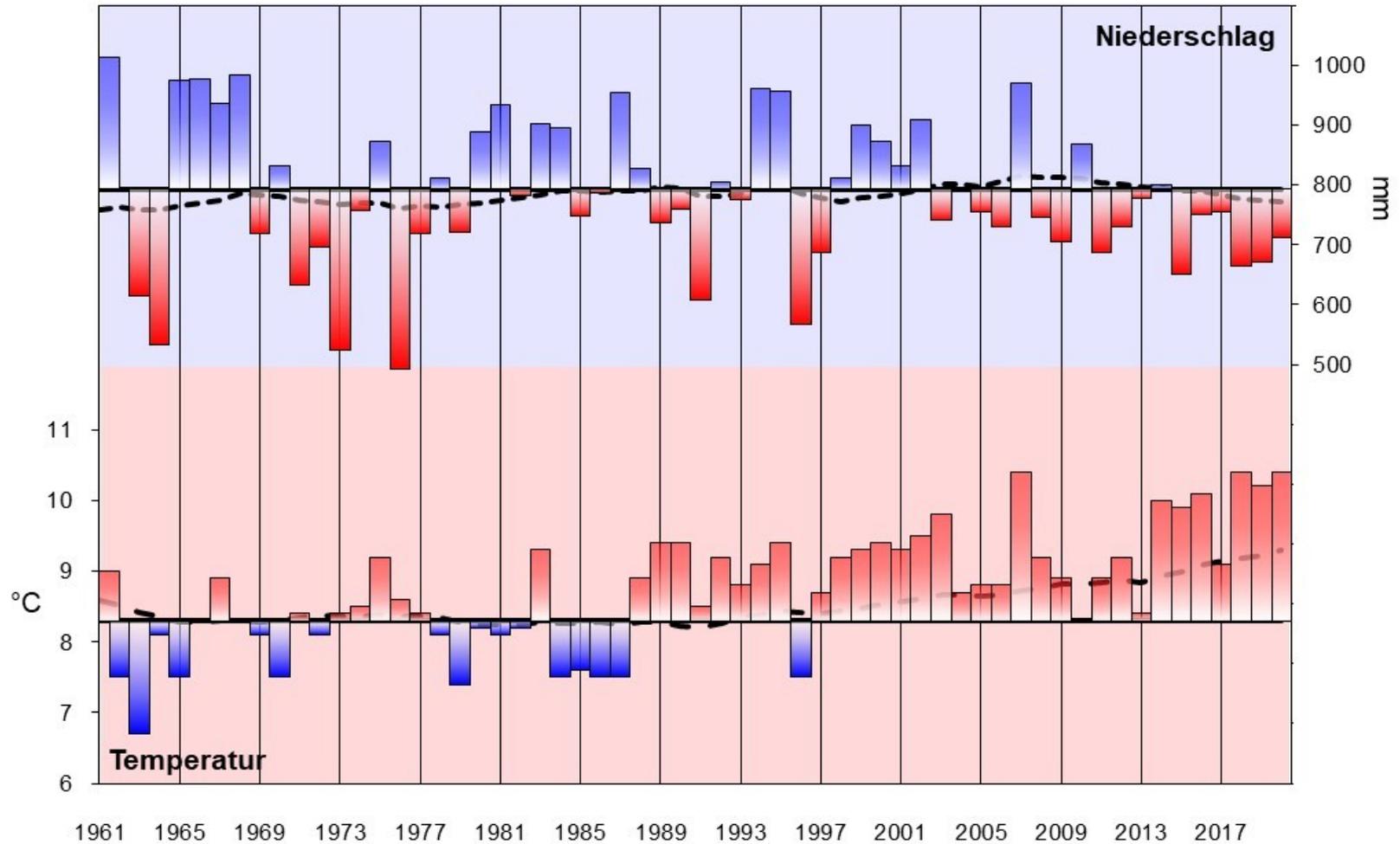
Alle Baumarten
mittlere Kronenverlichtung in %



Jährliche Absterberate (stehende Bäume),
alle Baumarten, alle Alter in %

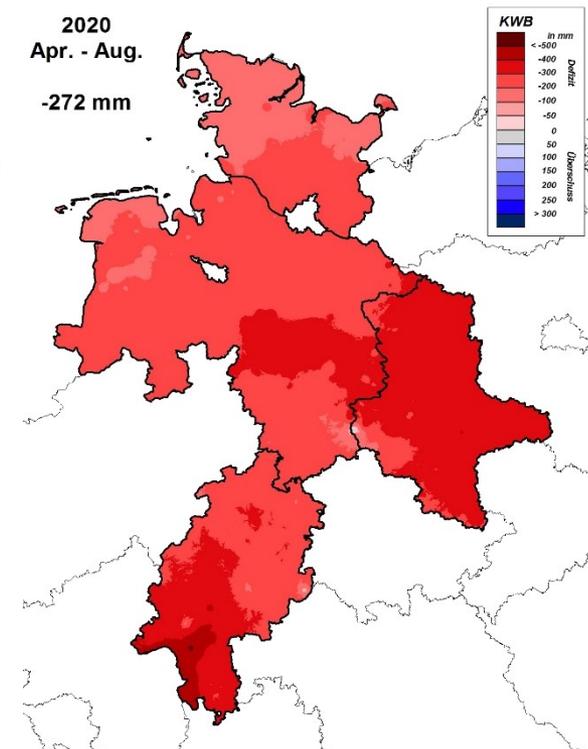
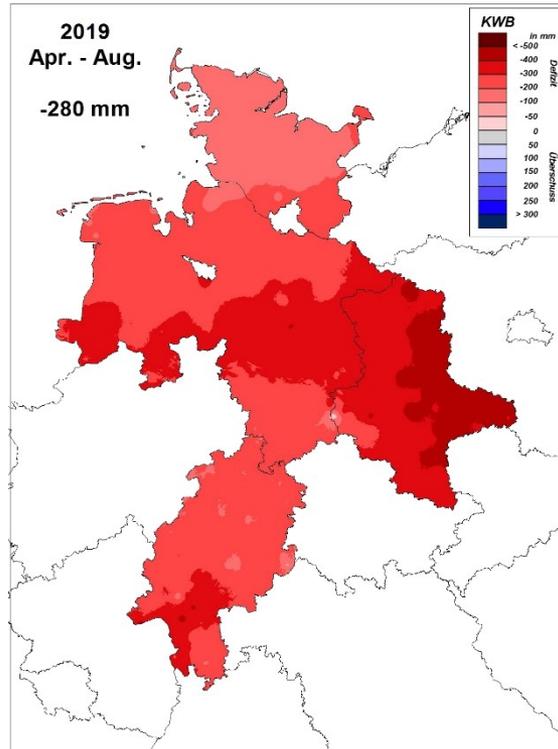
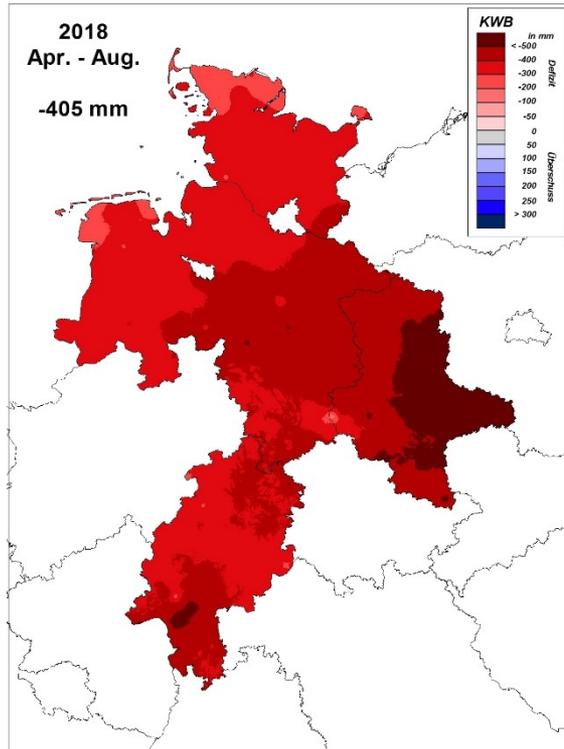


Klimatische Verhältnisse in Hessen



Trockenjahre 2018 bis 2020

Klimatische Wasserbilanz (KWB) in der Veg.-Periode



Hessen: -380 mm

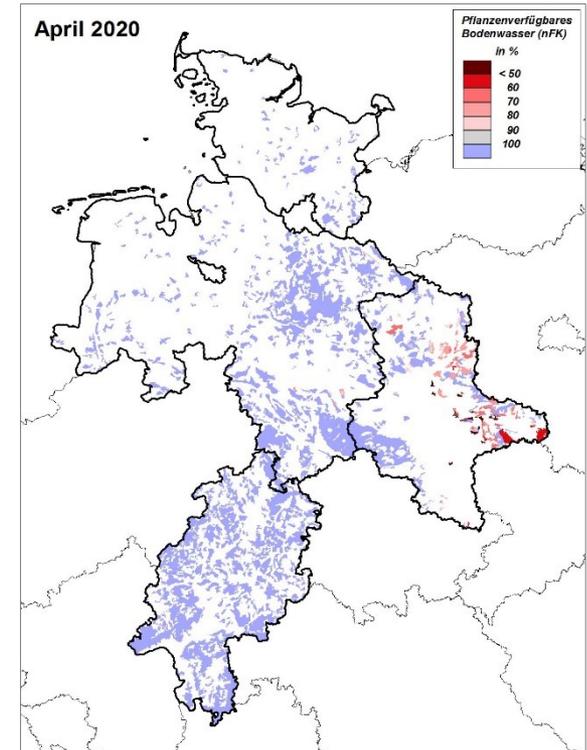
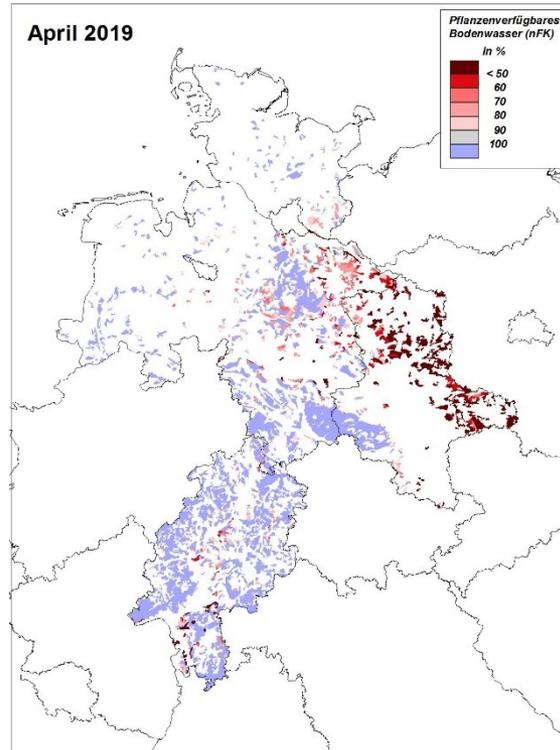
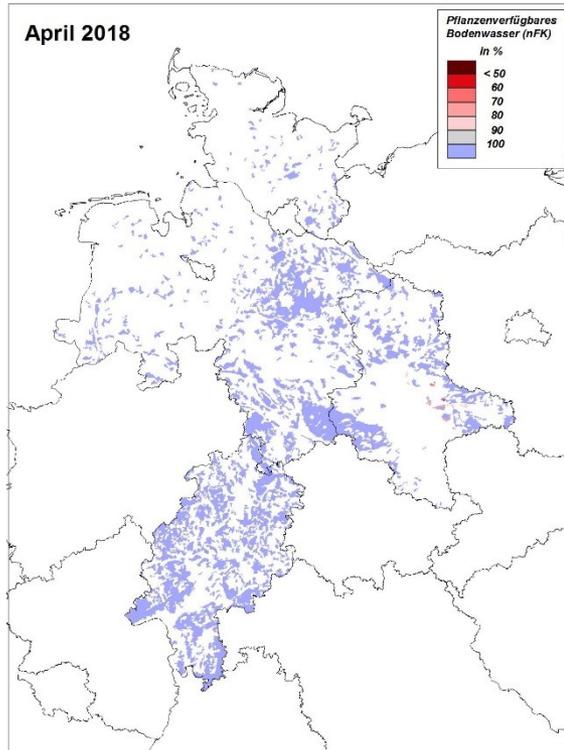
-190 mm

-270 mm

Hessen Mittel 1991 – 2020: -100 mm

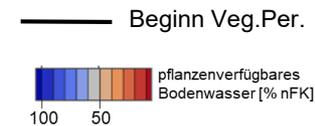
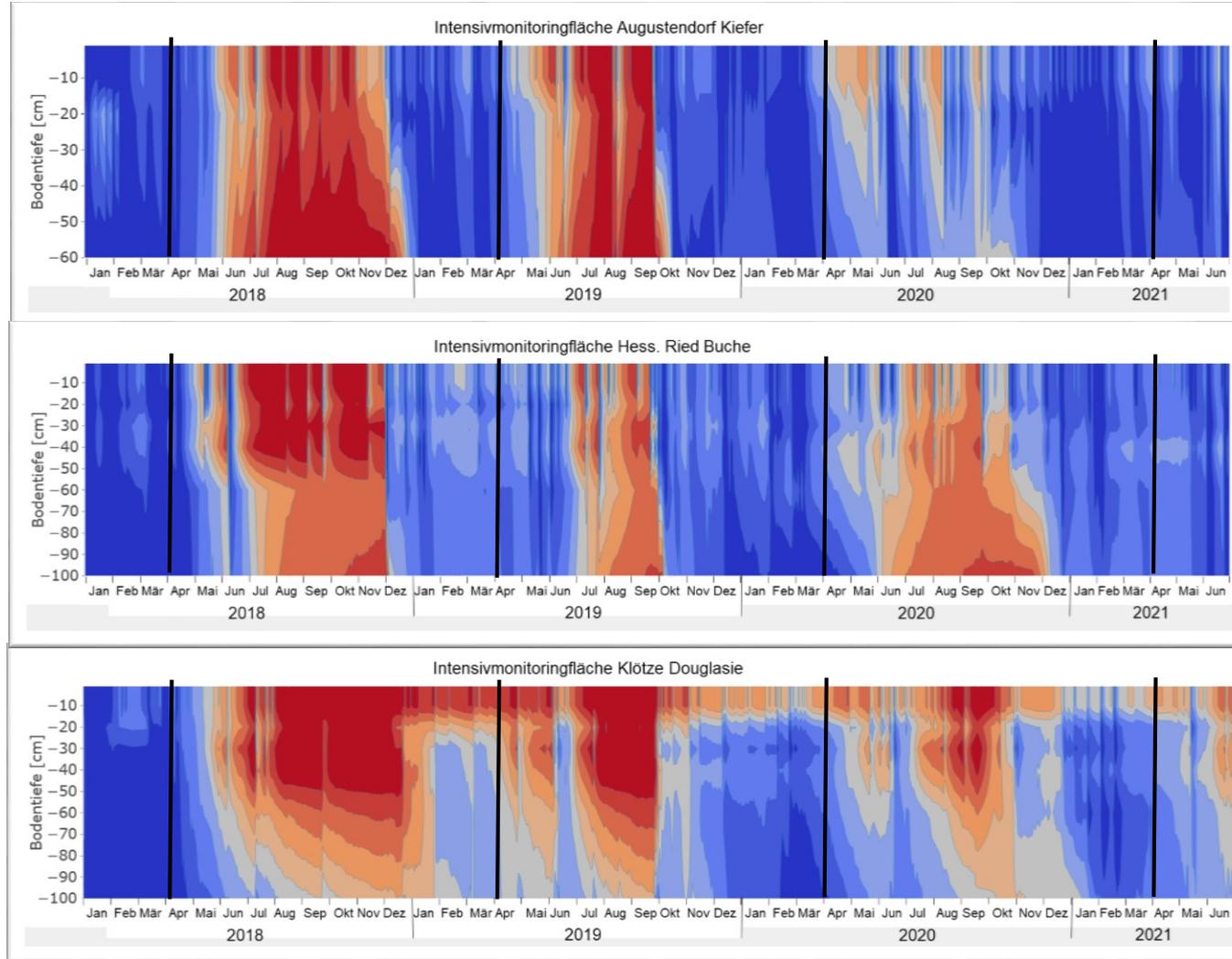
Trockenjahre 2018 bis 2020

Auffüllung Bodenwasserspeicher (bis 1m-Bodentiefe)



Trockenjahre 2018 bis 2020

Auffüllung Bodenwasserspeicher am Beispiel von Intensiv-Monitoringflächen



Methodik

Standortwasserbilanz

Summe aus pflanzenverfügbarem Bodenwasser (nFK) und Klimatischer Wasserbilanz in der Vegetationsperiode

Klimatische Wasserbilanz

Summe aus Niederschlag und potenzieller Grasreferenzverdunstung (FAO-Norm) in der Vegetationsperiode

Nutzbare Feldkapazität (nFK)

Wassergehalt zwischen pF-Werten 1,8 und 4,2 (Feldkapazität und permanenter Welkepunkt);
Bodenübersichtskarte, forstliche Standortskartierung

Methodik

Risikoklassifizierung im Anhalt an die Standortwasserbilanz

Trockenstressrisiko	Fichte	Buche	Eiche/ Douglasie	Kiefer
gering	> 0 mm	> -50 mm	> -150 mm	> -200 mm
mittel	0 bis -80 mm	-50 bis -100 mm	-150 bis -350 mm	-200 bis -450 mm
hoch	< -80 mm	< -100 mm	< -350 mm	< -450 mm

- Roterle
- Moorbirke

- Weißtanne
- Japanlärche
- Bergulme
- Schwarznuss

- Roteiche
- Ahornarten
- Esche
- Hainbuche
- Linde
- Europ. Lärche
- **Küstentanne**

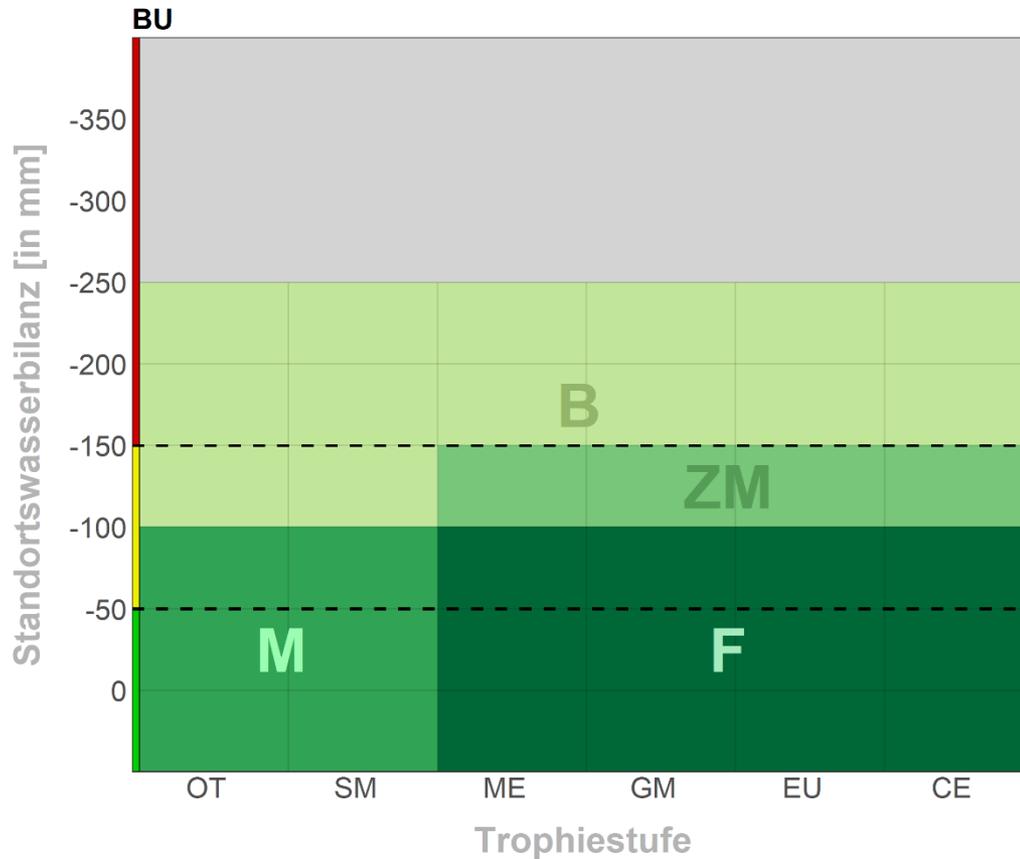
- Sandbirke
- Schwarzkiefer

Methodik

SWB (2041 - 2070)		>= 0	(0 bis -50)	(-50 bis -100)	(-100 bis -150)	(-150 bis -200)	(-200 bis -250)	(-250 bis -300)	(-300 bis -350)	(< -350)											
Trophiestufe / Nährkraftstufe	Hesse	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig											
	Hesse	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig	schw. mäßig											
Eichen-Typen	Stieliche	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
	Traubeneiche	M		F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
	Roteiche	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Buchen-Typen	Buche	F	M	F	M	F	M	ZM	B	B	B										
	Buche	F	M	F	M	F	M	ZM	B	B	B										
Hartlaubbaum-Typen	Bergahorn	F		F		F		F		M		B		B		B		B		B	
	Feldahorn							M		M		M		M		M		M		M	
	Spitzahorn	M		M		M		M		M		M		B		B		B		B	
	Elsbeere							M		M		M		M		F		F		F	
	Esche	F		F		F		F		F		F		F		M		B		B	
	Ritterlinde	F		F		F															
	Hainbuche	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B
	Sommerlinde							M		M		F		F		M		B		B	
	Winterlinde	M		M		M		F		F		M		M		M		M		B	
	Wildobst							M		M		M		M		M		M		B	
	Hahorn									M		M		M		M		M		F	
	Schwarzahorn	F																			
Vogelkirsche	F		F		F		M		M		M		B		B		B		B		
Weichlaubbaum-Typen	Aspe		F	M	M	M															
	Sandbirke	B	M	B	M	B	M	B	M	M		F		F		F		F		F	
	Eberesche	B	M	B	M	B	M	B	M	B		B		B							
	Roterle	F																			
Fichten-Typen	Fichte	F	F	M	ZM	B															
Tannen-Typen	Küstentanne	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	M	B	M	B				
	Weißtanne	F	M	F	M	F	M	M		B											
Douglasien-Typen	Douglasie	F	F	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	M	B	M	B				
Kiefern-Typen	Kiefer		M	F	M	F	M	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
	Schwarzkiefer		M	B	M	B	M	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F
Lärchen-Typen	Europ. Lärche	F	M	F	M	F	M	F	B	F	B	M	B	B							
	Jap. Lärche	F		F		F		F	B	M	B	B		B							

Methodik

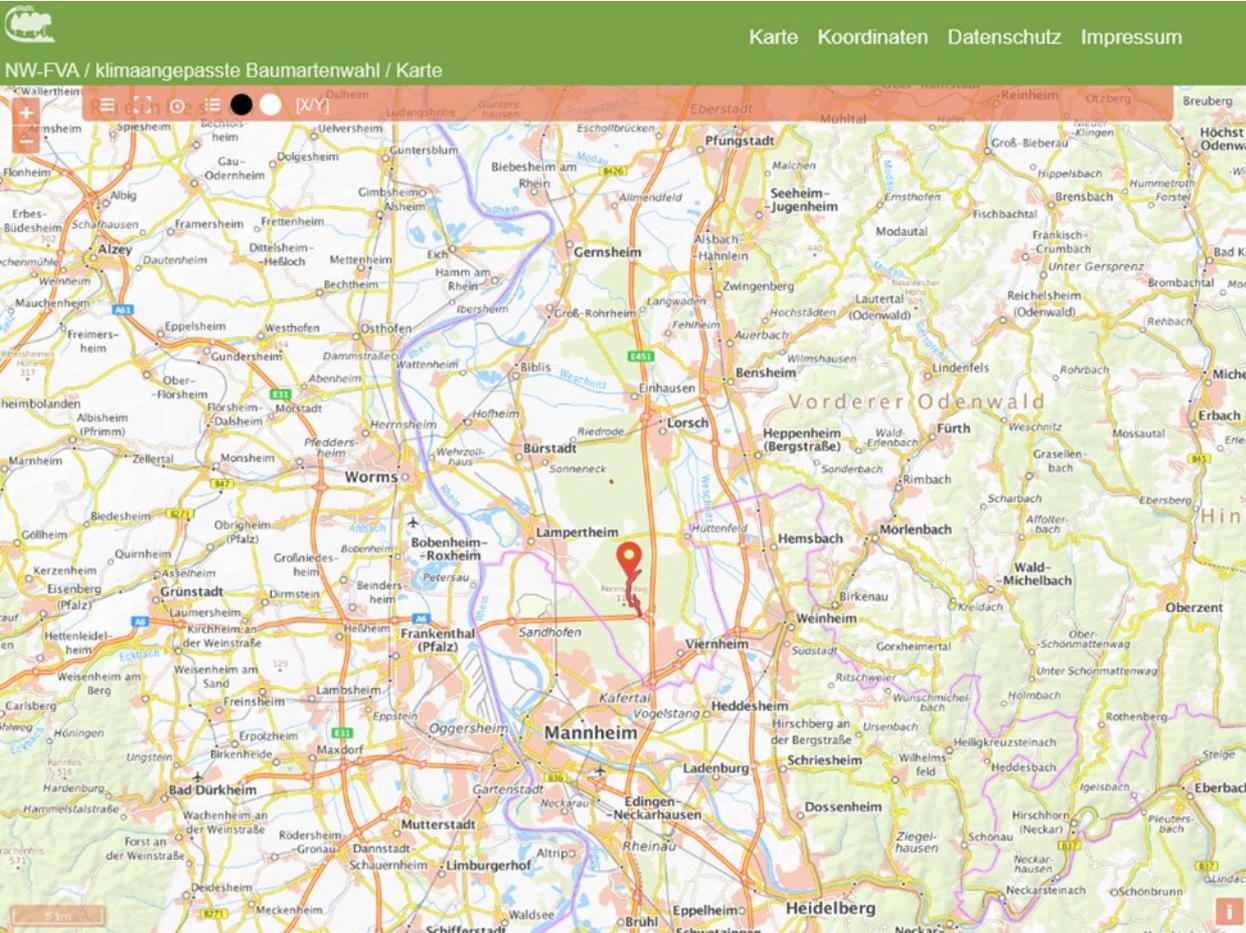
Beispiel: Ökogramm Buche



Legende:

-  ausgeschlossen
-  B begleitend
-  ZM Zeitmischung
-  M beigemischt
-  F führend

Webportal zur Entscheidungsunterstützung



Lat: 49.57591 Lon: 8.54087

Empfehlungen für Hessen

Stand 01.06.2021

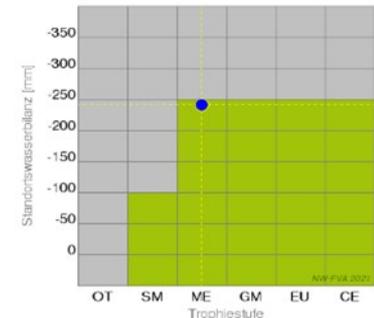
Standort **terrestrisch**
 nFK **143 mm**
 KWB **-384 mm**
 SWB **-241 mm (Klasse 6, -200 bis -250 mm)**
 Trophie **mesotroph (Stufe ME)**
 Höhenrahmen **100 bis 121 m ü.NHN**

WEZ-Typen	empfohlene WEZ
Eichen	10 14 18
Weichlaubabäume	47
Tannen	53
Douglasien	62 67
Kiefern	71 74 76

Rot markierte WEZ können bei Zertifizierung Einschränkungen unterliegen.

Standortsspektrum des WEZ

Eiche-Buche/Hainbuche



WF7 7. Ordnung | Baumartenzuordnung

Webportal zur Entscheidungsunterstützung

WEZ 75 Kiefer-Buche-Fichte

Leitbild

Einschichtiger bis stufiger Mischwald aus Kiefer, Fichte, Buche sowie sukzessionalen Begleitbaumarten wie Birke, Eberesche, Stieleiche, Roterle, Aspe u.a.

Sukzessionale Stellung/Naturnähe

Das WEZ hat mit seinen ökologisch wirksamen Anteilen an Buche bzw. heimischen Laubbaumarten (HBu oder WLi) Anknüpfungen zu den sukzessionalen Stadien des Hainsimsen-Buchenwaldes.

Schutz und Erholung

Erhaltung von Birkenanteilen als Bestandteil der natürlichen Waldgesellschaft sowie aller sukzessionalen Begleitbaumarten. Abwechslungs- und strukturreiche Wälder.

Produktionsziele

(Teilweise extensive Holzproduktion in gering nährstoffversorgten Nassbereichen)

Kiefersägeholz	Zielstärke BHD 45+ cm in 120-140 Jahren
Buchensägeholz	Zielstärke BHD 50+ cm in 120-160 Jahren
Fichtensägeholz	Zielstärke BHD 40+ cm in 60-100 Jahren

Baumartenanteile und Standortsspektrum

Entwicklungsziel

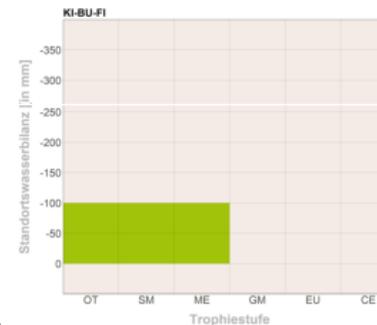
Kiefer	40-70 %
Buche (HBu oder WLi)	10-30 %
Fichte	bis 25 %
Begleitbaumarten	20 %

Verjüngungsziel

Kiefer	60-70 %
Buche (HBu oder WLi)	10-20 %
Fichte	bis 20 %
Begleitbaumarten	bis 20 %

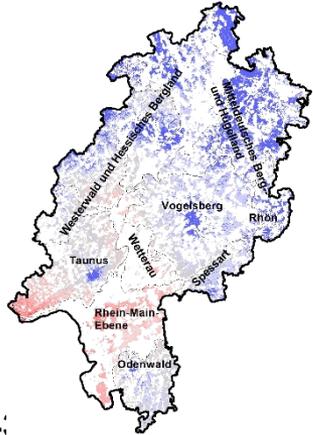
Mischungsform

Fichte und Buche einzeln bis gruppenweise im Kiefernwald, möglichst alle Baumarten aus Naturverjüngung. Ganz- oder teilflächiger, stufiger Fichtennachwuchs.

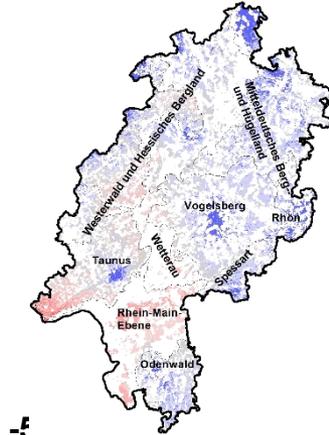


Entscheidungsunterstützung unter Unsicherheit

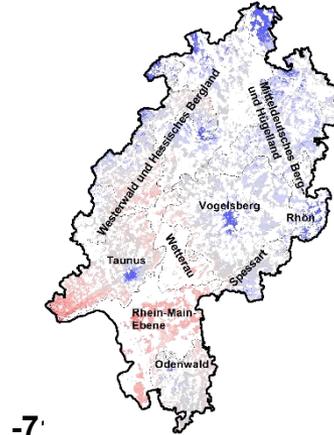
ECERAC12



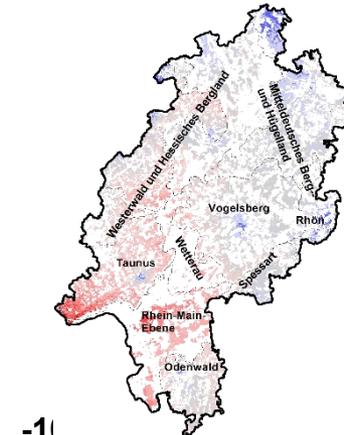
MPIWRF



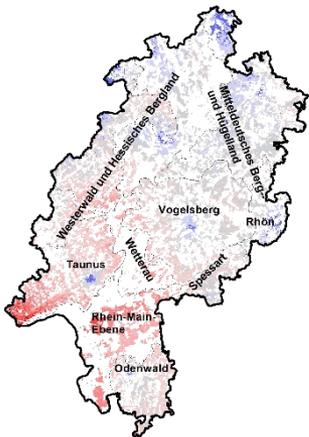
HadWRF



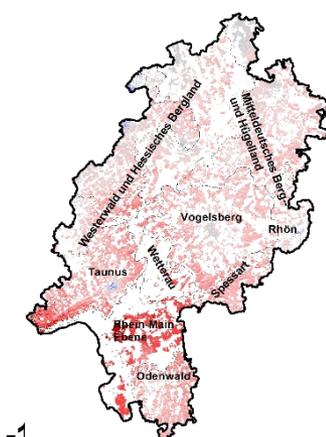
MPICLM



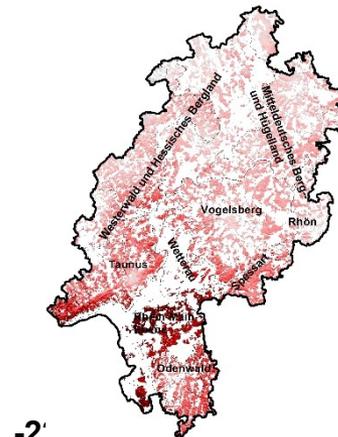
MIRCLM



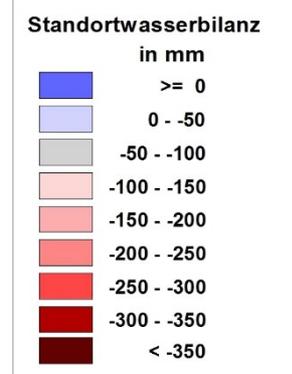
MPIWR13



HadWR13



SWB (mm) in der VegPer. – ReKliEs-De Kernensembel (2071 – 2100)



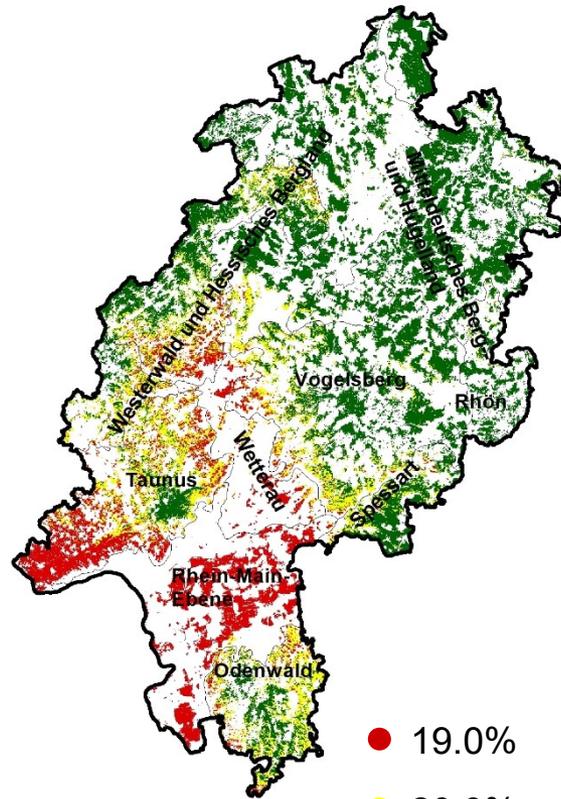
Datengrundlage: Klimaszenario RCP8.5

Entscheidungsunterstützung unter Unsicherheit

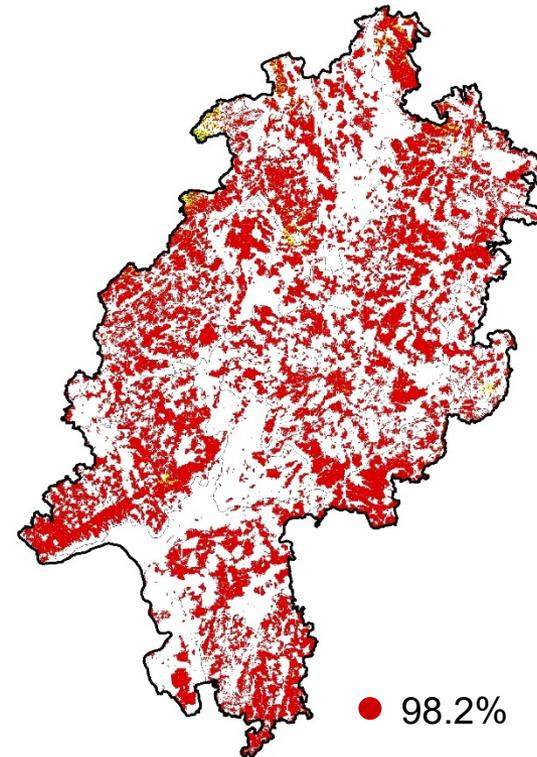
Risikoabschätzung Buche; Extremvarianten

ECEARTH_RACMO (2071-2100)

HadGEM2_WETTREG2013 (2071-2100)



- 19.0%
- 20.9%
- 60.1%

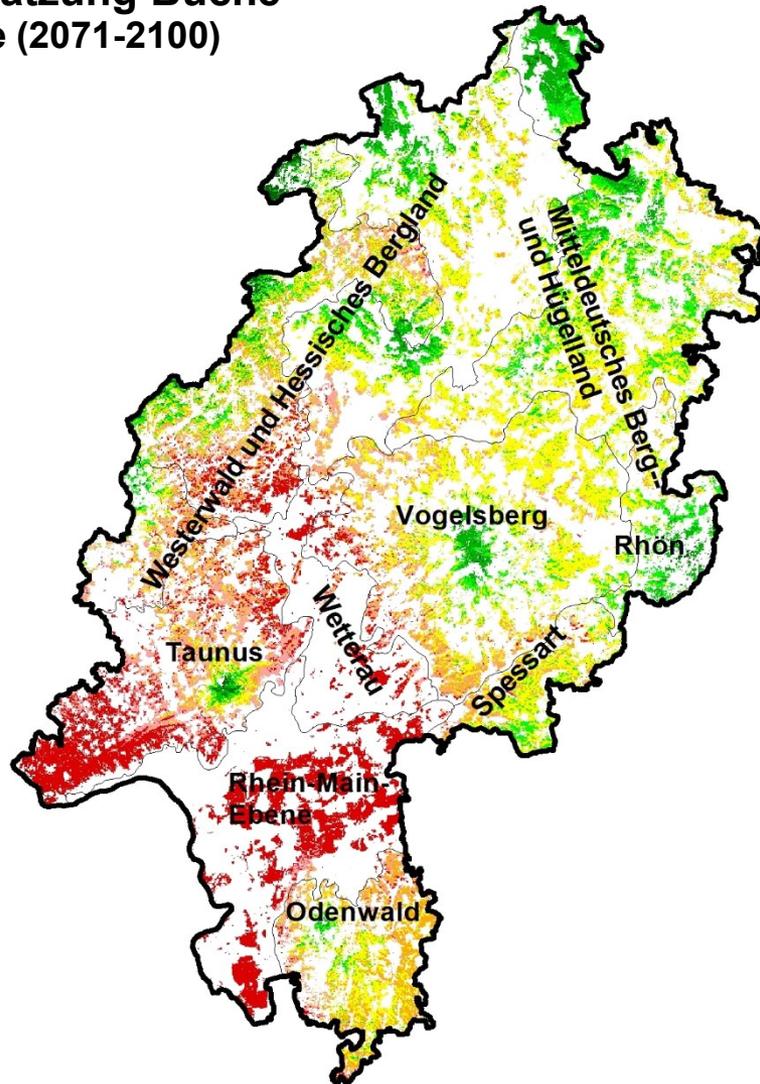


- 98.2%
- 1.7%
- 0.1%

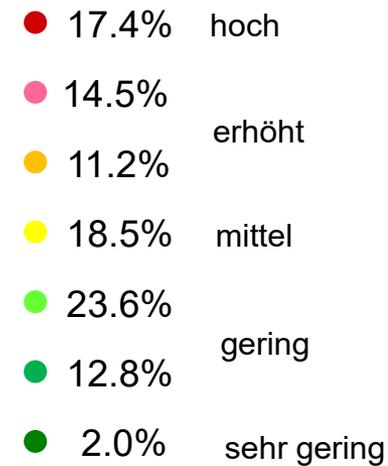
Datengrundlage: Klimaszenario RCP8.5

Entscheidungsunterstützung unter Unsicherheit

Risikoabschätzung Buche Kernensemble (2071-2100)



Trockenstressrisiko



Datengrundlage: Klimaszenario RCP8.5

Entscheidungsunterstützung unter Unsicherheit

Waldbauplanung unter Berücksichtigung des Kernensembles - Beispiel

Standortsinformationen		
Position:	51.50175	11.11856
Standort:	terrestrisch	
Höhenstufe:	untere Berglagen	
Nährkraftstufe:	kräftig (K)	

Datengrundlage		empfohlene Betriebszieltypen (BZT)		
		ECHAM 6 / Stars II	ReKliEs-D Kernensembles	
			Risikoavers	Risikoaffin
BZT-Typen	<i>Kiefer</i>	15	15	
	<i>Lärche</i>	17, 18		17, 18
	<i>Douglasie</i>	31, 32, 37	31, 32, 37	
	<i>Tanne</i>	38	38	
	<i>Eiche</i>	40, 44, 47, 48	40, 48	41, 42, 43, 44, 47
	<i>Buche</i>	59		
	<i>Hartlaubbaum</i>	63	61, 63	66
	<i>Weichlaubbaum</i>	75		

Fazit

- schlechtester Waldzustand seit Beginn der Erhebungen (großflächige Waldschäden)
- akuter Handlungsbedarf
 - kurzfristig: Wiederaufforstung
 - langfristig: klimaangepasste Waldbauplanung
- die Klimaerwärmung hat in Hessen bereits zu einer signifikanten Erhöhung der Temperatur geführt
- die Trockenjahre 2018 bis 2020 haben die Wasserverfügbarkeit der Waldbestände erheblich eingeschränkt
- aufeinanderfolgende Dürresommer werden zukünftig häufiger auftreten und stellen ein ernstes Risiko für Wälder dar
- das Webportal zur Entscheidungsunterstützung ist ein wichtiges Instrument zur klimaangepassten Waldbauplanung
- waldbauliche Entscheidungen müssen vor dem Hintergrund großer Unsicherheit getroffen werden -> Mischbestände (Risikominimierung)

Ausblick

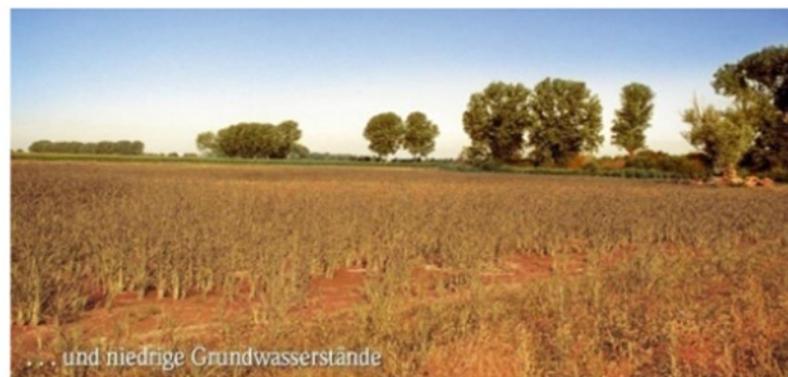
- Nutzung des Kernensembles zur Abschätzung der klimatischen Unsicherheit in der Planung
- Berücksichtigung weiterer Risiken (Sturm, biotische Risiken) und der Standort-Leistung
- Erweiterung des Webportals (Kernensemble, Risiken, Standort-Leistung)
- Berücksichtigung des Gesamtensembles (nächste Generation von Klimaszenarien)
- Untersuchung von extremen Witterungsperioden in den Klimaszenarien

Ausblick

Projekt: Analyse der Intensität und Andauer von Witterungsextremen unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen – Folgen für die Wälder in Hessen



Feuchtperioden: 1981-1983, 1987-1988,
2001-2003



Trockenperioden: 1971-1976, 1990-1993

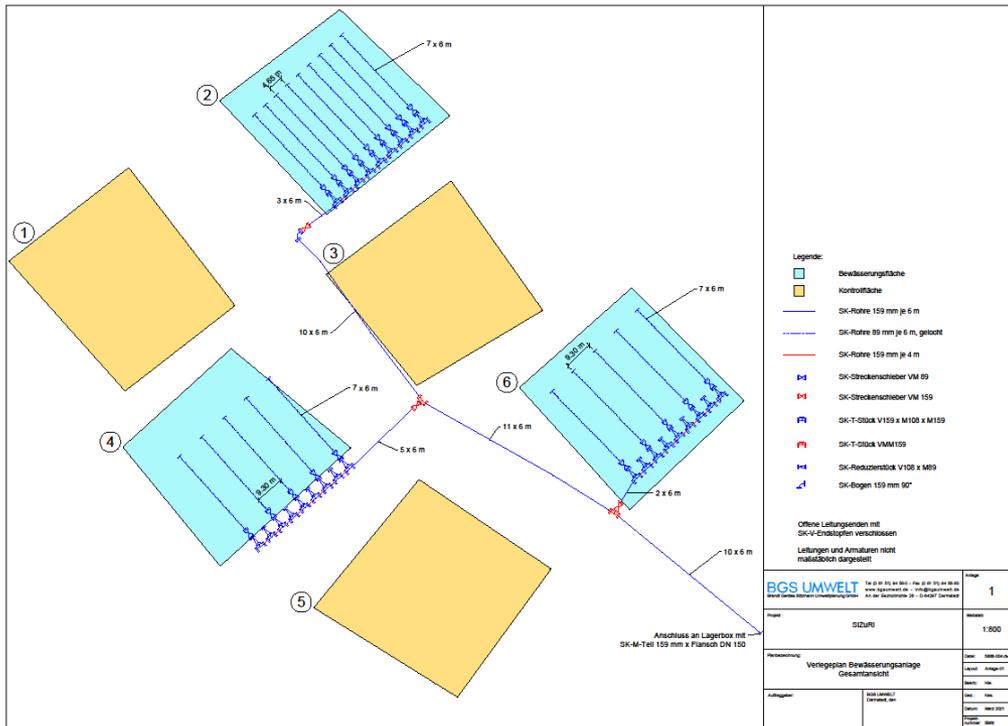
Quelle: Wasserverband Hessisches Ried

Ausblick

Projekt: Situative Zuwässerung in Wäldern des Hessischen Rieds

SiZuRi

Versuchsdesign



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Photo: NASA