

Waldmonitoring Bericht 2016



- 1 Einflussfaktoren
- 1.1 Klimaänderung
- 1.1a Wärmehaushalt
- 1.1b Wasserhaushalt
- 1.1c Sturmrisiko
- 1.1d Waldbrandgefährdung

Stichtag: 31.12.2015
Stand: 31.12.2015
Periode: Jahr
Beginn: 1951 / 1996

Niederschlagshöhe Jahr

1.1b1

Methodik:

Die Niederschlagshöhe wird an den forstmeteorologischen Freiflächen-Stationen kontinuierlich gemessen. Die vollständige Zeitreihe der Stundensummen von 8 Stationen (Natteheide, Beerenbusch, Kienhorst, Grunewald, Weitzgrund, Neusorgefeld, Schwenow, Fünfeichen) werden zur mittleren Niederschlagshöhe eines Jahres aggregiert. Die Messungen an den Stationen laufen seit 1996. Sie werden ergänzt durch die für die Stationen erfolgte Interpolation der Niederschlagshöhen von DWD-Stationen im Zeitraum 1951-1995. Ausgewertet wird in Anlehnung an die Klimanormal-Periode das zurückgreifende gleitende 30jährige Mittel.

Anlass und Ziel: Das Klima bestimmt als ein wesentlicher Standortfaktor die Ausbildung der Waldökosysteme. Das Klima ist nicht konstant. Klimaänderungen können Anpassungsprobleme auslösen. Der Indikator Wasserhaushalt soll die Klimaentwicklung hinsichtlich der Niederschläge, ihrer Verteilung und im Zusammenhang mit dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre auf Veränderungen prüfen.

Trendaussage

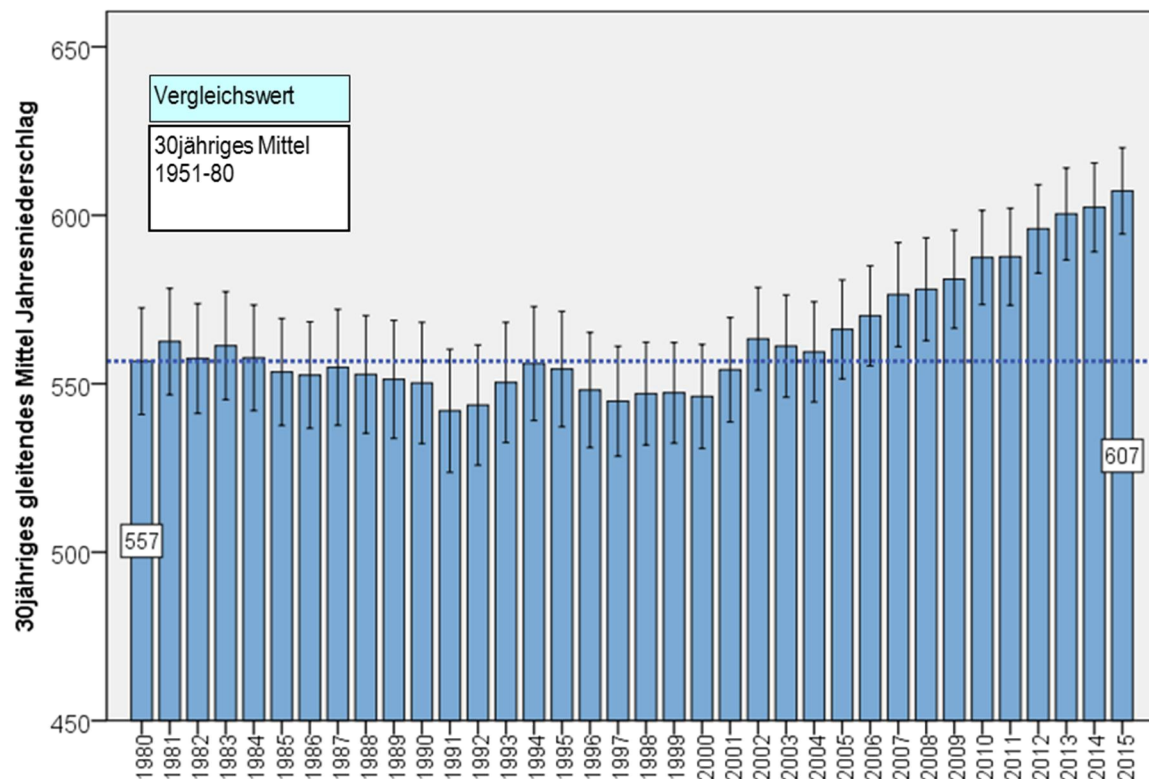


Ergebnis:

Die Jahres-Niederschlagshöhe ist im 30jährigen Mittel von 557 mm (1951-1980) auf aktuell 607 mm um 50 mm gestiegen. Das Balkendiagramm zeigt zum jeweiligen Jahr das 30 Jahre zurückgreifende Mittel und die für diesen Mittelwert gültigen 95% Vertrauensintervalle. Die Prüfung auf Unterschiede gegenüber dem Vergleichswert des Mittels 1951-1980 (t-Test einseitig, 95%) ergibt ab 2007 bis zum aktuellen Jahr eine statistische Signifikanz. Die dreißigjährigen Mittel weisen einen hochsignifikant steigenden Trend auf.

Wertung:

Der gegenüber der Vergleichsperiode steigende Trend der 30jährigen Mittel stützt gegenwärtig die These der Klimaänderung auch für den regionalen Maßstab. In unserer vor allem durch klimatische Trockenheit gekennzeichneten Region ist eine Tendenz zu vermehrtem Jahresniederschlag als positive Entwicklung zu werten.



Legende: gleitende 30jährige Mittel der Niederschlagshöhe für die forstmeteorologischen Stationen von Brandenburg und Berlin, Fehlerbalken kennzeichnen 95 % Vertrauensintervallen der Einzelwerte;

Quelle:

Monitoring-Verfahren: Forstliche Umweltkontrolle Level II

Datenerhalter: LFE

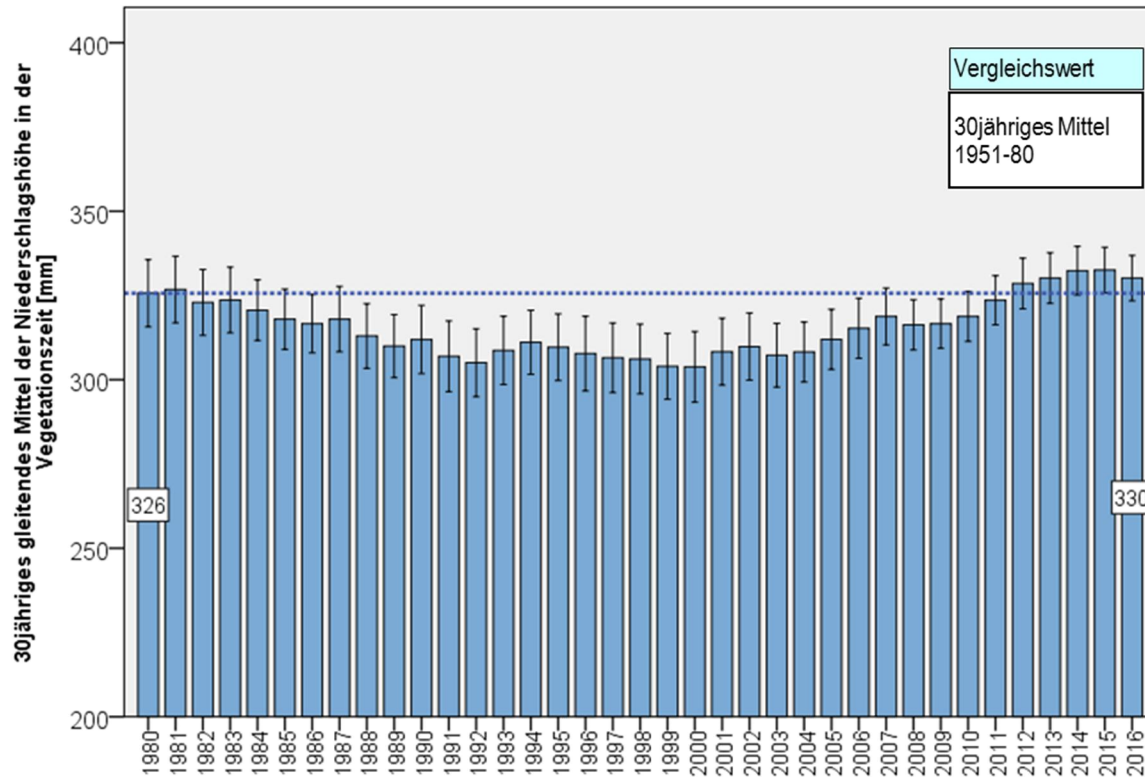
Bearbeiter: R. Kallweit

Referenzen, Datenabruf: www.forstliche-umweltkontrolle-bb.de



Anlass und Ziel: Das Klima bestimmt als ein wesentlicher Standortfaktor die Ausbildung der Waldökosysteme. Das Klima ist nicht konstant. Klimaänderungen können Anpassungsprobleme auslösen. Der Indikator Wasserhaushalt soll die Klimaentwicklung hinsichtlich der Niederschläge, ihrer Verteilung und im Zusammenhang mit dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre auf Veränderungen prüfen.

Trendaussage



Legende: gleitende 30-jährige Mittel der Niederschlagshöhe in der Vegetationszeit für die forstmeteorologischen Stationen von Brandenburg und Berlin, Fehlerbalken markieren das 95%Vertrauensintervall des Mittelwertest

1 Einflussfaktoren

1.1 Klimaänderung

1.1a Wärmehaushalt

1.1b Wasserhaushalt

1.1c Sturmrisiko

1.1d Waldbrandgefährdung

Stichtag: 31.12.2016

Stand: 31.12.2016

Periode: Jahr

Beginn: 1951/1996

Niederschlagshöhe Vegetationszeit

1.1b2

Methodik:

Die Niederschlagshöhe wird an den forstmeteorologischen Freiflächen-Stationen kontinuierlich gemessen. Die vollständige Zeitreihen der Stundensummen von 8 Stationen (Natteheide, Beerenbusch, Kienhorst, Grunewald, Weitzgrund, Neusorgefeld, Schwenow, Fünfeichen) werden zur mittleren Niederschlagshöhe in der forstlichen Vegetationszeit (April bis September) eines Jahres aggregiert. Die Messungen an den Stationen laufen seit 1996. Sie werden ergänzt durch die für die Stationen erfolgte Interpolation der Niederschlagshöhen von DWD-Stationen im Zeitraum 1951-1995. Ausgewertet wird in Anlehnung an die Klimanomal-Periode das zurückgreifende gleitende 30jährige Mittel.

Ergebnis:

Die Niederschlagsmenge in der Vegetationszeit ist bis zum Ende des letzten Jahrhunderts gegenüber der Vergleichperiode 1951-80 von 326 mm zunächst deutlich gefallen. Im Zeitraum 1988 bis 2006 waren die Differenzen zur Vergleichperiode signifikant (t-Test, einseitig 95 % Niveau). Im Minimum der gleitenden zurückgreifenden 30jährigen Mittel wurden 1999/2000 nur 304 mm erreicht. Das Maximum liegt 2015 mit 333 mm etwa 10 % darüber. Die Entwicklung deutet auf eine Schwingung, die 30jährigen Mittel lassen sich mit einer quadratischen Ausgleichsfunktion mit $r^2 = 0,9$ hochsignifikant anpassen. Eine gerichtete Entwicklung ist bisher nicht erkennbar.

Wertung:

Die Niederschlagshöhe in der Vegetationszeit ist bei den in der Region dominierenden Sandböden mit relativ geringer nutzbarer Wasserspeicherkapazität von sehr hoher Bedeutung für das zum großen Teil durch Wasser limitierte Pflanzenwachstum. Die Entwicklung der Niederschlagshöhe in der Vegetationszeit war gegenüber der Vergleichperiode über einen langen Zeitraum durch einen Rückgang geprägt. Seit der Jahrtausendwende ist eine Trendumkehr zu wieder steigenden Sommerniederschlägen festzustellen.

Monitoring-Verfahren: Forstliche Umweltkontrolle Level II

Datenerhalter: LFE

Bearbeiter: R. Kallweit

Referenzen, Datenabruf: www.forstliche-umweltkontrolle-bb.de

Waldmonitoring Bericht 2016



- 1 Einflussfaktoren
- 1.1 Klimaänderung
- 1.1a Wärmehaushalt
- 1.1b Wasserhaushalt**
- 1.1c Sturmrisiko
- 1.1d Waldbrandgefährdung

Stichtag: 31.12.2015
Stand: 31.12.2015
Periode: Jahr
Beginn: 1951/1996

Grasreferenzverdunstung ET_0

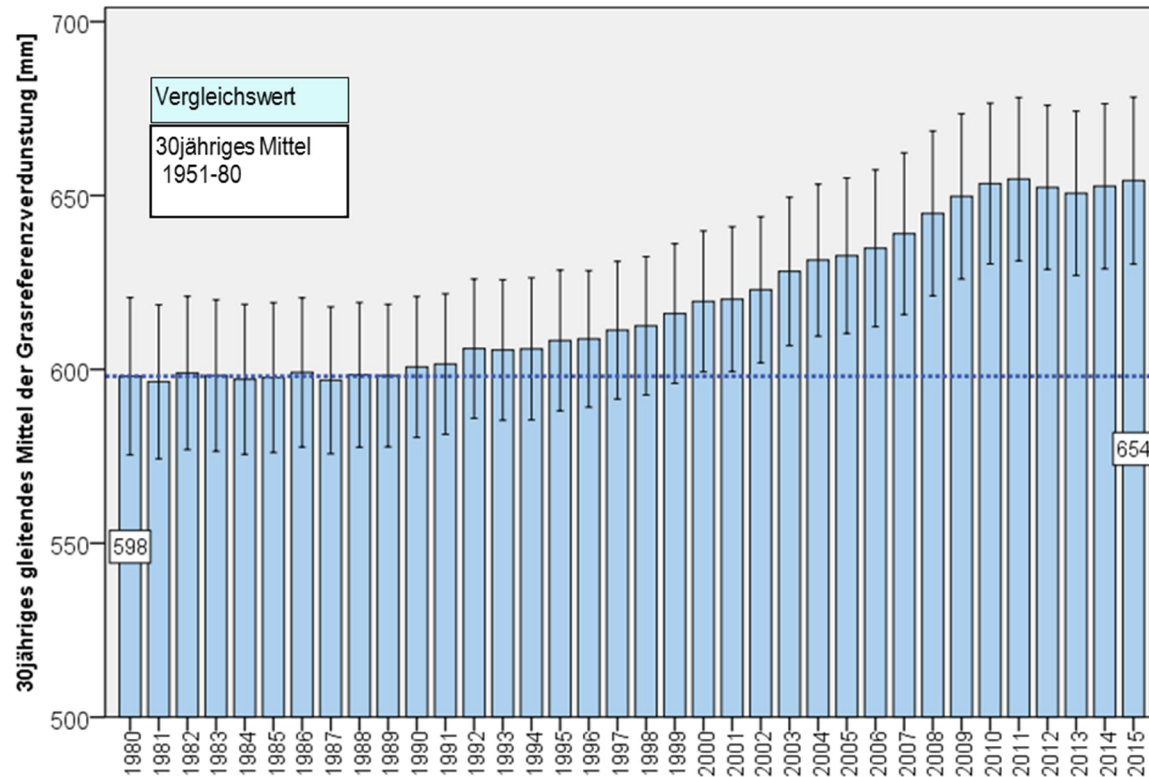
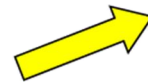
1.1b3

Methodik:

Die Grasreferenzverdunstung beschreibt anhand der meteorologischen Parameter Strahlung, Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck und Windgeschwindigkeit die potenzielle Verdunstung einer Standardoberfläche (mit Gras bewachsener Boden) mit unbegrenzter Wassernachlieferung. Sie ist entsprechend eine von der Atmosphärenphysik bestimmte Größe, die weder Boden- noch Pflanzeigenschaften differenzierend berücksichtigt. Hier wird die Penman-Monteith Evapotranspiration nach FAO 56 mit den Witterungsdaten der forstmeteorologischen Stationen von Brandenburg und Berlin berechnet. Ausgewertet wird in Anlehnung an die Klimanomalperiode das zurückgreifende 30jährige Mittel der Grasreferenzverdunstung über alle 8 Stationen.

Anlass und Ziel: Das Klima bestimmt als ein wesentlicher Standortfaktor die Ausbildung der Waldökosysteme. Das Klima ist nicht konstant. Klimaänderungen können Anpassungsprobleme auslösen. Der Indikator Wasserhaushalt soll die Klimaentwicklung hinsichtlich der Niederschläge, ihrer Verteilung und im Zusammenhang mit dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre auf Veränderungen prüfen.

Trendaussage



Legende: zurückgreifende gleitende 30jährige Mittel der Grasreferenzverdunstung an den forstmeteorologischen Stationen von Brandenburg und Berlin, Fehlerbalken markieren das 95% Vertrauensintervall des Mittelwertes;

Ergebnis:

Die Grasreferenzverdunstung wird für die Referenzperiode 1951-80 mit 598 mm ausgewiesen. Die jährlichen Extrema liegen im Beobachtungszeitraum zwischen 492 mm (Beerenbusch, 1962) und 858 mm (Weitzgrund, 2003). Der Verdunstungsanspruch der Atmosphäre ist gegenüber der Vergleichsperiode um maximal 57 mm (2011) sehr deutlich gestiegen. Die Differenz zur Vergleichsperiode ist seit 1992 signifikant (t-Test, einseitig 95 %Niveau). Der Anstieg liegt mit > 50 mm in etwa gleicher Größenordnung wie die Mittelwertsdifferenzen der Jahresniederschläge zwischen den Klimastufen „mäßig trocken“ und „trocken“. Die Differenz des 30jährigen Mittels zur Vergleichsperiode 1951-80 ist seit 1992 hochsignifikant (t-Test, einseitig, > 95 %).

Die Grasreferenzverdunstung war in den Jahren 1989-2009 sehr deutlich angestiegen. In den letzten fünf Jahren liegt sie wieder auf dem Niveau der Vergleichsperiode. Der Trend bleibt aber hochsignifikant steigend (r^2 quadratisch = 0,97).

Wertung:

Mit steigenden Jahresmittel-Temperaturen werden höhere Verdunstungsansprüche der Atmosphäre erwartet. Das könnte bei nicht gleichzeitig steigenden Niederschlägen zu vermehrt auftretendem Trockenstress für die Pflanzen führen. Die potenzielle Verdunstung ist im Beobachtungszeitraum signifikant angestiegen

Monitoring-Verfahren: Forstliche Umweltkontrolle Level II

Datenerhalter: LFE

Bearbeiter: R. Kallweit

Referenzen: Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper No 56. Food and Agriculture Organisation, Land and Water. Rome, Italy.

Datenabruf: www.forstliche-umweltkontrolle-bb.de

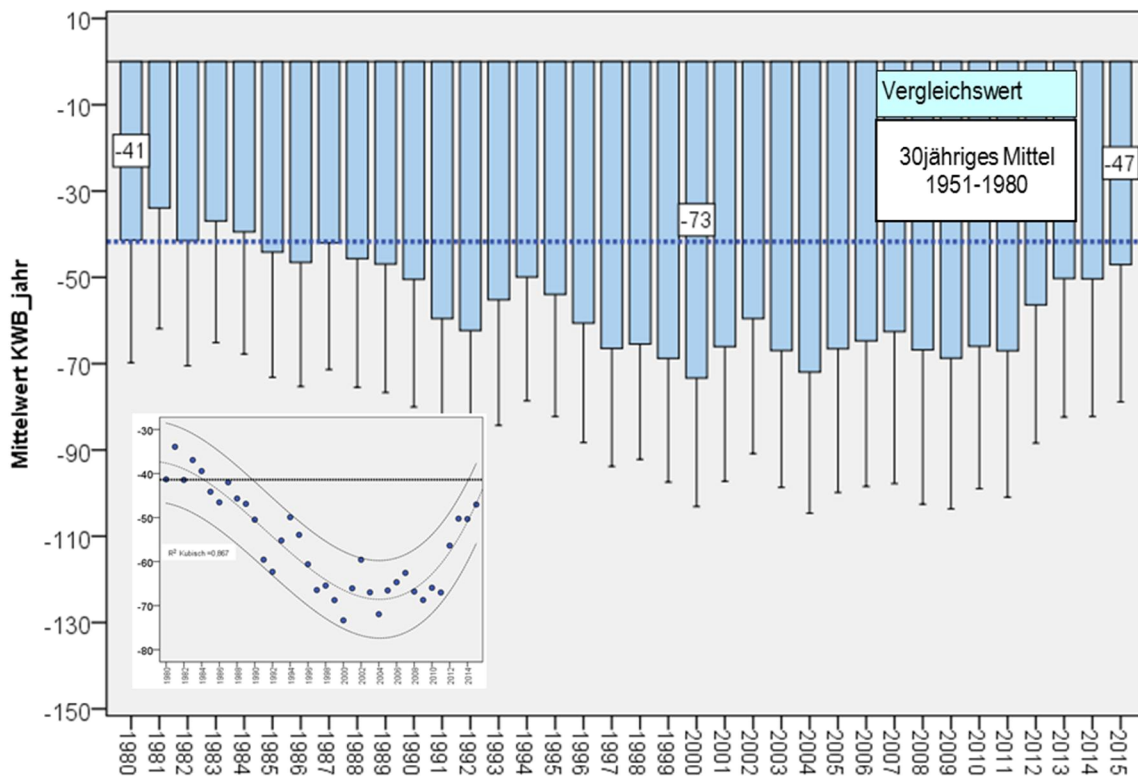


- 1 Einflussfaktoren
- 1.1 Klimaänderung
- 1.1a Wärmehaushalt
- 1.1b Wasserhaushalt**
- 1.1c Sturmrisiko
- 1.1d Waldbrandgefährdung

Stichtag: 31.12.2015
 Stand: 31.12.2015
 Periode: Jahr
 Beginn: 1951 / 1996

Anlass und Ziel: Das Klima bestimmt als ein wesentlicher Standortfaktor die Ausbildung der Waldökosysteme. Das Klima ist nicht konstant. Klimaänderungen können Anpassungsprobleme auslösen. Der Indikator Wasserhaushalt soll die Klimaentwicklung hinsichtlich der Niederschläge, ihrer Verteilung und im Zusammenhang mit dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre auf Veränderungen prüfen.

Trendaussage



Legende: gleitende 30jährige Mittel der klimatischen Wasserbilanz des Jahres an den forstmeteorologischen Stationen von Brandenburg und Berlin, Fehlerbalken markieren das 95% Vertrauensintervall des Mittelwertes; Insert: Ausgleichsfunktion des 30jährigen Mittels mit 95% Vertrauensbereich

Klimatische Wasserbilanz Jahr

1.1b4

Methodik:

Die klimatische Wasserbilanz (KWB) ist eine abgeleitete Größe, die sich aus der Differenz von Niederschlag (RR) und potenzieller Verdunstung (ETp) ergibt: $KWB = RR - ETp$. Die KWB wird für die 8 forstmeteorologischen Stationen von Brandenburg und Berlin aus den Messwerten für Niederschlagshöhe und den berechneten potenziellen Verdunstungshöhen auf Basis der Messwerte an den Stationen zu einer Jahresbilanz aggregiert. Die Messungen ab 1996 werden ergänzt um für die Stationen interpolierte Daten des DWD-Messnetzes für den Zeitraum 1951-1995. Ausgewertet wird in Anlehnung an die Klimanormalperiode das zurückgreifende 30jährige Mittel der Jahresbilanzen aller Stationen.

Ergebnis:

Die mittlere jährliche KWB im Mittel der Stationen lag im Vergleichszeitraum 1951-80 bei -41mm. Dabei treten große jährliche Differenzen auf. Das Minimum lag im Beobachtungszeitraum bei -426 mm (Weitzgrund, 2003), das Maximum bei 361 mm (Beerenbusch, 2007). Die mittleren Differenzen der Stationen im Beobachtungszeitraum 1951-2015 betragen -6 mm und reichen von 19 mm in Beerenbusch bis -32 mm in Grunewald. Das gleitende, zurückgreifende 30jährige Mittel der KWB ist im Beobachtungszeitraum bis ca. 2004 deutlich um ca. 30 mm zurückgegangen. Danach lässt sich eine Periode des Wiederanstiegs feststellen. Von 1996 bis 2011 werden signifikant geringere Werte für das 30jährige Mittel der KWB gefunden, ab 2012 besteht keine Differenz mehr zum Vergleichswert. Die Dynamik deutet auf eine periodische Oszillation und lässt sich durch eine kubischen Ausgleichsfunktion beschreiben. Ein Trend ist entsprechend nicht gegeben.

Wertung:

Bei steigenden Temperaturen wird mit einem arideren Klima für Brandenburg gerechnet. Diese Erwartung schien zunächst bestätigt, seit einigen Jahren stieg die KWB aber wieder an. Es kann daher gegenwärtig kein Trend zu einer verminderten KWB festgestellt werden. Die Gefährdung durch Trockenstress bleibt hoch, steigt aber aktuell nicht.

Monitoring-Verfahren: Forstliche Umweltkontrolle Level II

Datenerhalter: LFE

Bearbeiter: R. Kallweit

Referenzen, Datenabruf: www.forstliche-umweltkontrolle-bb.de

Waldmonitoring Bericht 2016



- 1 Einflussfaktoren
- 1.1 Klimaänderung
- 1.1a Wärmehaushalt
- 1.1b Wasserhaushalt
- 1.1c Sturmrisiko
- 1.1d Waldbrandgefährdung

Stichtag: 31.12.2016
Stand: 31.12.2016
Periode: Jahr
Beginn: 1951 / 1996

Klimatische Wasserbilanz Vegetationszeit

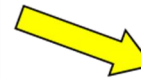
1.1b5

Methodik:

Die klimatische Wasserbilanz (KWB) ist eine abgeleitete Größe, die sich aus der Differenz von Niederschlag (RR) und potenzieller Verdunstung (ETp) ergibt: $KWB = RR - ETp$. Die KWB wird für die 8 forstmeteorologischen Stationen von Brandenburg und Berlin aus den Messwerten für Niederschlagshöhe und den berechneten potenzielle Verdunstungshöhen auf Basis der Messwerte an den Stationen zu einer Bilanz für die Vegetationszeit (April-September) aggregiert. Die Messungen ab 1996 werden ergänzt um für die Stationen interpolierte Daten des DWD-Messnetzes für den Zeitraum 1951-1995. Ausgewertet wird in Anlehnung an die Klimanomalperiode das zurückgreifende 30jährige Mittel der Vegetationszeit-Bilanzen aller Stationen.

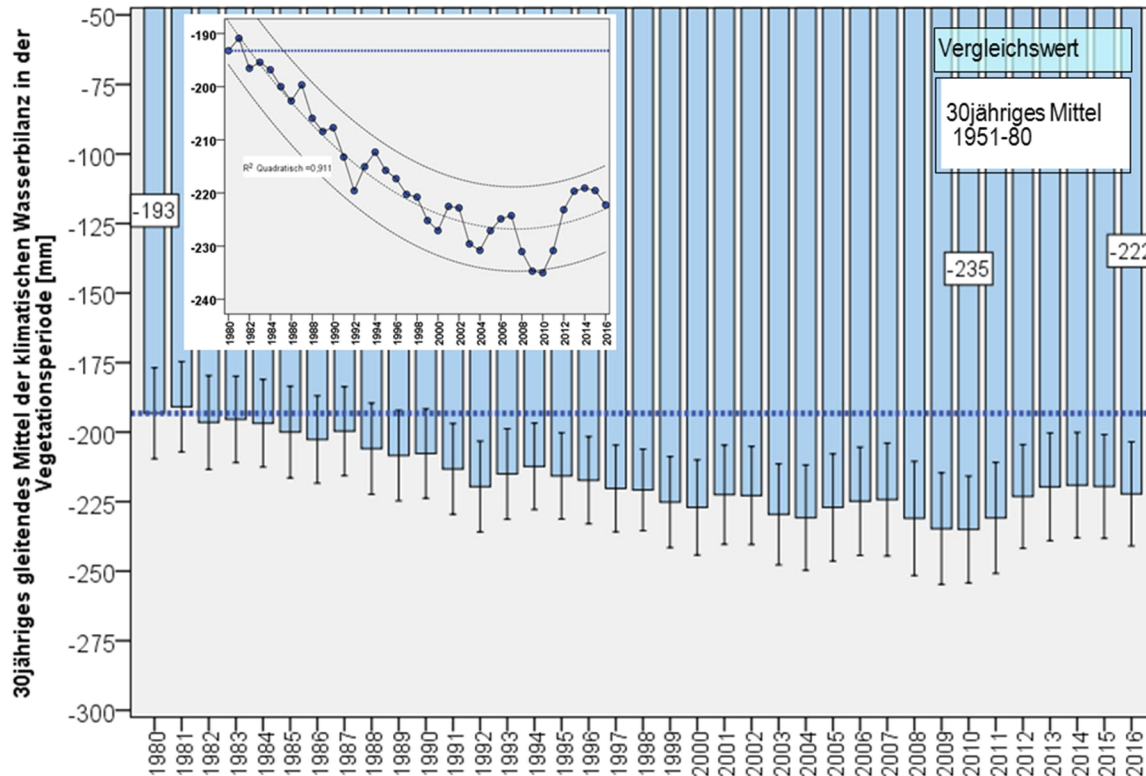
Anlass und Ziel: Das Klima bestimmt als ein wesentlicher Standortfaktor die Ausbildung der Waldökosysteme. Das Klima ist nicht konstant. Klimaänderungen können Anpassungsprobleme auslösen. Der Indikator Wasserhaushalt soll die Klimaentwicklung hinsichtlich der Niederschläge, ihrer Verteilung und im Zusammenhang mit dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre auf Veränderungen prüfen.

Trendaussage



Ergebnis:

Die mittlere KWB der Vegetationsperiode lag im Mittel der Stationen im Vergleichszeitraum 1951-80 bei -193 mm. Die Spannweite reicht von -532 mm (Weitzgrund, 2003) bis 81 mm (Beerenbusch 2007). Die mittleren Differenzen der Stationen im Beobachtungszeitraum 1951-2016 betragen -31 mm und reichen von -12,5 mm in Fünfeichen bis -50 mm in Grunewald. Das gleitende, zurückgreifende 30jährige Mittel der KWB ist im Beobachtungszeitraum bis 2010 deutlich um 42 mm zurückgegangen. Danach lässt sich ein leichter Wiederanstieg feststellen. Ab 1989 werden signifikant geringere Werte für das 30jährige Mittel der Vegetationszeit - KWB gefunden. Der Trend bleibt signifikant fallend, obwohl die quadratische Ausgleichsfunktion mit $r^2 = 0,9$ auf eine Schwingungsperiodik deutet (siehe Insert).



Legende: gleitende 30jährige Mittel der Klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit an den forstmeteorologischen Stationen von Brandenburg und Berlin, Fehlerbalken markieren das 95%Vertrauensintervall des Mittelwertes; Insert = quadratische Ausgleichsfunktion der mittleren 30jährigen gleitenden Mittel der KWB der Vegetationsperiode mit 95 % Vertrauensintervall

Wertung:

Die klimatische Wasserbilanz der Vegetationszeit ist in der Beobachtungsperiode im 30jährigen Mittel um 35 mm zurück gegangen. Das entspricht fast der Differenzierung der Stationsmittel für die Vergleichsperiode 1951-80 (50 mm). Der Rückgang ist durchgängig, aber nicht gleichförmig über alle Stationen. So nahm die KWB in Beerenbusch im Mittel um 15 mm ab, in Weitzgrund dagegen um 50mm.

Quelle:

Monitoring-Verfahren: Forstliche Umweltkontrolle Level II

Datenerhalter: LFE

Bearbeiter: R. Kallweit

Referenzen, Datenabruf: www.forstliche-umweltkontrolle-bb.de

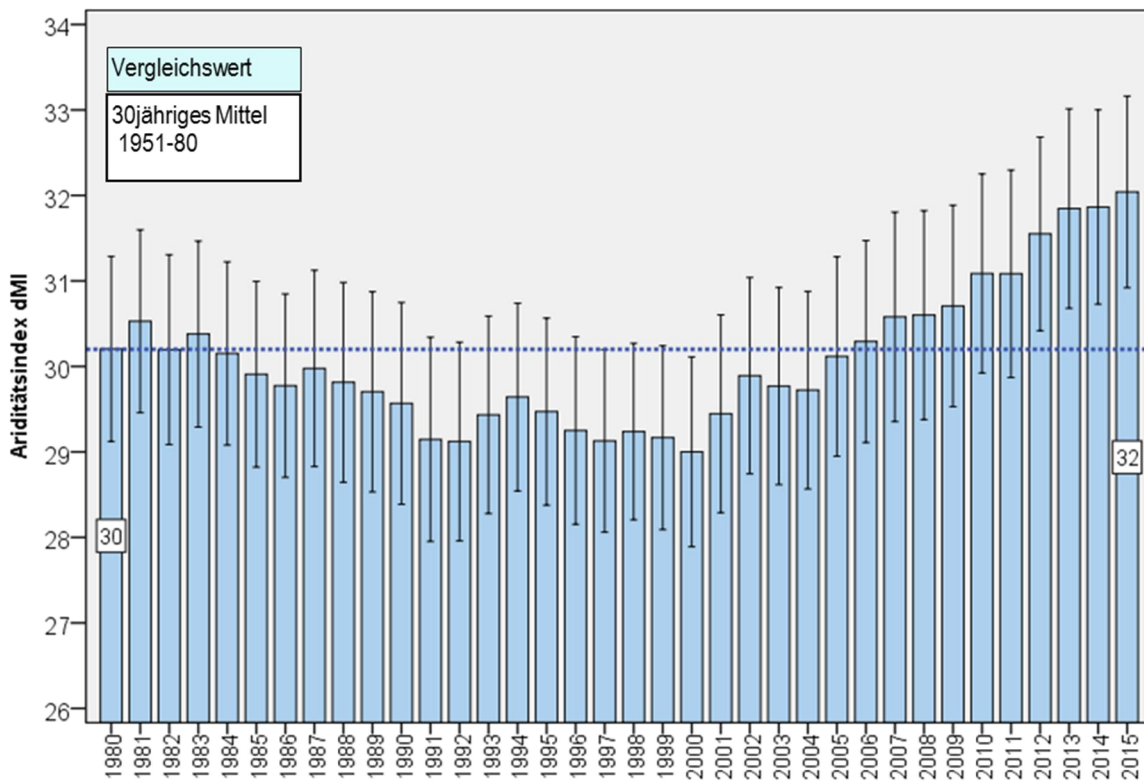


- 1 Einflussfaktoren
- 1.1 Klimaänderung
- 1.1a Wärmehaushalt
- 1.1b Wasserhaushalt**
- 1.1c Sturmrisiko
- 1.1d Waldbrandgefährdung

Stichtag: 31.12.2015
 Stand: 2015
 Periode: Jahr
 Beginn: 1951/1996

Anlass und Ziel: Das Klima bestimmt als ein wesentlicher Standortfaktor die Ausbildung der Waldökosysteme. Das Klima ist nicht konstant. Klimaänderungen können Anpassungsprobleme auslösen. Der Indikator Wasserhaushalt soll die Klimaentwicklung hinsichtlich der Niederschläge, ihrer Verteilung und im Zusammenhang mit dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre auf Veränderungen prüfen.

Trendaussage



Legende: zurückgreifende gleitende 30jährige Mittel des de Martonne Index der forstmeteorologischen Stationen; Fehlerbalken markieren das 95 % Vertrauensintervall, die Bezugslinie markiert den Mittelwert der Vergleichsperiode 1951-80.

Methodik:

Der Klimatische Trockenindex nach de Martonne kombiniert Niederschlag und Temperatur in einem Wert, der in seiner Aussage etwa der klimatischen Wasserbilanz entspricht. Ab Werten unter 20 spricht man von ariden > 20 von humiden Verhältnissen. Die Jahressummen der Niederschläge und die Jahresmittel der Lufttemperaturen an den 8 forstmeteorologischen Stationen werden jeweils zu einem Jahresindex verrechnet und gemittelt. Ausgewertet wird in Anlehnung an die Klimanomalperiode das 30jährige Mittel des dMI.

$$dMI = \frac{\text{Niederschlag}}{(\text{Temperatur} + 10)}$$

Ergebnis:

Der dMI liegt in Deutschland zwischen 30 und 100 und ist im Lauf des letzten Jahrhunderts mit Ausnahme des Ostens um 2-8 Einheiten humider geworden (Rapp, 2001). In Brandenburg werden in der Beobachtungsperiode 1951-2015 Stations-Mittelwerte von 27 bis 34 gefunden. Die Extrema waren 17 (Weitzgrund, 1982) und 56 (Neusorgefeld, 2010). Im dreißigjährigen Mittel über alle Stationen war in der Vergleichsperiode 1951-80 ein mittlerer Index von 30,2 festzustellen, der bis 2000 tendenziell sank, anschließend aber noch deutlicher zum humiden Bereich anstieg. In den Jahren 1991/92 und 1996-2000 war der Index signifikant arider als in der Vergleichsperiode. Seit 2010 ist er signifikant humider.

Wertung:

Die Zunahme der Jahresniederschläge übertrifft aktuell den Einfluss erhöhter Temperaturen auf den dMI. Damit hat sich der zum Ende des letzten Jahrhunderts festgestellte Trend zu einem arideren Klima nicht bestätigt. Die aktuell signifikant positive Differenz ist als humidere Klimatönung für die Vegetation positiv zu werten. Die Gefährdung durch Dürre ist reduziert.

Monitoring-Verfahren: Forstliche Umweltkontrolle Level II

Datenerhalter: LFE

Bearbeiter: R. Kallweit

Referenzen, Datenabruf: Rapp J.: Regionale Klimatrends in Deutschland im 20. Jahrhundert, Klimastatusbericht 2001, DWD; www.forstliche-umweltkontrolle-bb.de

Indikator 1.1b Wasserhaushalt

Zusammenfassende Charakteristik der Merkmale

Merkmale	Veränderung	Erläuterung	
1	Niederschlagshöhe Jahr	steigend	Anstieg um 50 mm (7,5 %) seit 1951-80
2	Niederschlagshöhe Vegetationszeit	ohne	Trend zu abnehmenden Niederschlägen in der Vegetationszeit seit Jahrtausendwende gebrochen
3	Grasreferenzverdunstung	steigend	seit 90er Jahren steigende Verdunstungsansprüche, aktuell wieder reduziert
4	klimatische Wasserbilanz Jahr	ohne	bis 2000 Rückgang um 30mm, danach Wiederanstieg bis zum Vergleichswert 1951-80, kein Trend,
5	klimatische Wasserbilanz Vegetationszeit	fallend	steigende Verdunstungsansprüche der Atmosphäre werden nicht Niederschläge in der Vegetationsperiode ausgeglichen, Trend bleibt trotz aktuell geringerer Defizite fallend
6	klimatischer Trockenindex nach de Martonne	steigend	Jahresindex tendiert aktuell zu humideren Werten,

Gesamtbewertung: mehr Niederschlag, mehr Verdunstungsanspruch - Achtung Trockenstress

Der Indikator Klimaänderung Wasserhaushalt weist unterschiedliche Signale auf. Im Beobachtungsraum steigen die Jahresniederschläge. Damit sind eine bessere Füllung der Bodenwasserspeicher und eine Reduzierung des Grundwasserflurabstandes möglich. Positiv ist auch der aktuell nicht fortgesetzte Trend zu reduzierten Vegetationszeit-Niederschlägen zu werten. Da aber die Verdunstungsansprüche mit gestiegenen Temperaturen in der Vegetationszeit ansteigen, ist mit gegenüber der Referenzperiode steigender Trockenstress-Gefährdung der Wälder zu rechnen. Das bestätigt auch die Betrachtung der klimatischen Wasserbilanz, die im Jahr ohne Veränderung bleibt und daher eher neutral bewertet wird. In der Vegetationszeit allerdings bleibt die klimatische Wasserbilanz bei negativem Trend und deutet auf gegenüber der Vergleichsperiode zunehmende Trockenstress-Belastung. Der Ariditäts-Index nach de Martonne weist auf das Jahr gerechnet eine Tendenz zu humideren Bedingungen auf. Zumindest ist der bis zur Jahrtausendwende bestehende Trend zu arideren Bedingungen im ohnehin sehr trockenen Brandenburg nicht anhaltend.

Die klimatischen Bedingungen zum Wasserhaushalt sind gegenüber der Vergleichsperiode verändert und weisen in Richtung auf vermehrte Verdunstungsansprüche bei gleichbleibenden Sommerniederschlägen. Damit steigt die Trockenstress-Gefährdung der Wälder. Insgesamt steigen die Niederschläge aber an und lassen entsprechend höhere Abfluss- und Sickerraten zur Grundwasser-Neubildung erwarten.