

2.14 Mittlere jährliche klimatische Wasserbilanz

Die *klimatische Wasserbilanz* (KWB) ist definiert als Differenz zwischen der Niederschlags-höhe und der Höhe der potentiellen Verdunstung für einen Betrachtungsort in einer Betrachtungszeitspanne (DIN 4049-3). In der allgemeinen Klimatologie basieren die Klimaklassifikationen in der Regel auf den Größen Lufttemperatur und Niederschlagshöhe, aus denen z. B. zur Beschreibung der Aridität des Klimas ein sogenannter Trockenheitsindex abgeleitet wird. Die klimatische Wasserbilanz ist allerdings im Rahmen wissenschaftlich-hydrologischer Problemstellungen zur hydroklimatischen Charakterisierung von Standorten und Gebieten bzw. von Zeitspannen besser geeignet, weil die Beschreibung der (hydro)klimatischen Bedingungen unmittelbar durch die in den Wasserhaushaltsprozessen wirksamen Größen Niederschlag bzw. potentielle Verdunstung (Verdunstungsanspruch der Atmosphäre) und in deren Einheit (mm) erfolgt. Je nachdem, ob in dem betrachteten Zeitintervall die Niederschlagshöhe oder die potentielle Verdunstungshöhe überwiegt, nimmt die klimatische Wasserbilanz positive oder negative Werte an und liefert damit eine Aussage über die *klimatisch bedingten* Überschüsse bzw. Defizite in der Wasserhaushaltssituation und in ihrer regionalen Verteilung. Die tatsächliche (reale) Verdunstung bzw. die Bilanz aus Niederschlag und tatsächlicher Verdunstung wird von diesen hydroklimatischen Bedingungen und darüberhinaus von der Flächennutzung und den Bodenverhältnissen bestimmt (vgl. Begleittext Atlastafel 2.13).

Zu beachten ist, dass sich die Werte der klimatischen Wasserbilanz je nach verwendetem Berechnungsverfahren der Eingangsgrößen erheblich unterscheiden können. Bei Angaben zur klimatischen Wasserbilanz ist daher neben dem räumlichen und zeitlichen Bezug eine Angabe des Berechnungsverfahrens der potentiellen Verdunstung (vgl. auch Begleittext Atlastafel 2.12) sowie der Niederschlagshöhe (ohne/mit Korrektur) unerlässlich. Auf diese Problematik wird im abschließenden Abschnitt „Praktische Hinweise“ näher eingegangen.

Zur Kartendarstellung

Karte 2.14 zeigt in Rasterfeldardstellung die mittleren jährlichen Werte der KWB, berechnet als Differenz aus den Rasterfeldern der mittleren jährlichen Werte der korrigierten Niederschlagshöhe (Karte 2.5) und der Gras-Referenzverdunstung (Karte 2.12). Die Klasseneinteilung der 1 km² großen Rasterfelder weist unterschiedliche Klassenbreiten auf. Im unteren, teilweise negativen Wertebereich der Bilanzen bis +100 mm beträgt die Klassenbreite 50 mm. Der Bereich zwischen 100 mm und 400 mm wurde in 100 mm-Stufen, der nachfolgende Bereich (bis 1000 mm KWB) in 200 mm-Stufen eingeteilt. Der Bereich der hohen klimatischen Wasserbilanzen (> 1000 mm) wird in 500 mm-Stufen differenziert.

Die mittleren jährlichen Summen der klimatischen Wasserbilanz nehmen in der Norddeutschen Tiefebene von etwa 300 mm an der Nordseeküste in südöstlicher Richtung bis auf negative Werte ab. Die mittlere Verteilung der Niederschlagshöhen weist in dieser Richtung eine Abnahme, die der Gras-Referenzverdunstung eine Zunahme auf. In weiten Bereichen an der unteren Saale (nordöstliches/östliches Harzvorland), der mittleren Elbe, der unteren Havel und dem Baruther Ustrumtal sind die jährlichen Summen der Gras-Referenzverdunstung im vieljährigen Mittel größer als die der korrigierten Niederschlagshöhe, die klimatischen Wasserbilanzen also negativ. Die größten jährlichen Defizite, die im Mittel Werte um -100 mm und in extremen, niederschlagsarmen Jahren bis zu -400 mm erreichen, treten im östlichen Harzvorland auf, wo auch die geringsten Niederschlagshöhen Deutschlands zu verzeichnen sind (vgl. Begleittext Atlastafel 2.2). Größere Gebiete mit negativen mittleren Jahresbilanzen sind im Nordosten Deutschlands weiterhin das Oderbruch und die nördlich angrenzenden Gebiete des Uckermärkischen Hügellandes und des unteren Odertals, im Südwesten treten das Vorderpfälzer Tiefland und das Alzeyer Hügelland hervor. In niederschlagsreichen Jahren werden in diesen Trockengebieten auch positive Jahreswerte der klimatischen Wasserbilanz verzeichnet. Im Zeitraum 1961–1990 traten positive Jahresbilanzen je nach Gebiet in etwa 30 % bis 50 % der Jahre auf.

Im Nordosten Deutschlands – insbesondere im Land Brandenburg – wird der angespannte Wasserhaushalt nicht nur durch die beschriebenen niederschlags-/verdunstungsklimatischen sondern auch durch die naturräumlichen Bedingungen hervorgerufen. Hohe Flächenanteile von natürlichen und künstlichen Gewässern (Tagebaurestseen, Kanäle) sowie von grundwassernahen Niederungen und Luchgebieten weisen eine hohe tatsächliche Verdunstung und i. Allg. negative Wasserbilanzen auf. Weiterhin treten in dieser Region verbreitet Sandböden mit geringer Wasserspeicherkapazität auf, so dass in niederschlagsarmen Zeitabschnitten der Vegetationsperiode keine ausreichende Pflanzenwasserversorgung gewährleistet ist, andererseits aber in niederschlagsreichen Zeiten die Grundwasserneubildung gefördert wird.

Im Mittelgebirgs- und im Alpenraum sind die durchschnittlichen jährlichen Bilanzen bei den im Staubbereich der Gebirgslagen auftretenden hohen Niederschlägen und der Abnahme der Verdunstung mit der Höhenlage durchweg positiv. Die höchsten Werte der klimatischen Wasserbilanz sind in den Hochlagen der Mittelgebirge (Westerwald, Harz, Schwarzwald) und der Alpen mit jährlichen Durchschnittswerten bis über 2000 mm zu verzeichnen, die in niederschlagsreichen Jahren noch wesentlich überschritten werden. Auch in Jahren mit erheblich unterdurchschnittlichen Niederschlägen liegen hier die jährlichen klimatischen Wasserbilanzen im positiven Bereich. Die thermisch begünstigten, niederschlagsärmeren Täler zeichnen sich in der mittleren regionalen Verteilung mit deutlich verminderten Bilanzwerten ab. Als Beispiele hierfür sind das Maintal (Schweinfurter Becken) sowie das bereits oben angeführte niederschlagsarme Gebiet Rheinhessens mit durchschnittlich negativen Jahresbilanzen zu nennen.

Die regionalen Unterschiede in den niederschlags- und verdunstungsklimatischen Bedingungen Deutschlands spiegeln sich auch im innerjährigen Verlauf der klimatischen Wasserbilanz wider. In Tabelle 1 werden anhand ausgewählter Standorte die für einige Regionen Deutschlands typischen mittleren Jahres- und Halbjahreswerte der klimatischen Wasserbilanz aufgeführt. Die Angaben dieser Tabelle sind als beispielhafte Richtwerte aufzufassen, anhand derer ein Überblick über die großräumige Verteilung der jährlichen und jahreszeitlichen klimatischen Wasserbilanzen zu geben ist. Infolge der so-

wohl im Gebirge als auch im Tiefland auftretenden kleinräumigen Strukturen der Niederschlagsfelder (s. Begleittext der Atlastafeln 2.2 und 2.4) können schon auf relativ kurzen Distanzen erhebliche Unterschiede in den mittleren klimatischen Wasserbilanzen auftreten. Konkrete standort- oder gebietsbezogene Aussagen zur klimatischen Wasserbilanz unter Verwendung der Messdaten repräsentativer Niederschlags- bzw. Wetterstationen.

Im Sommerhalbjahr bleiben positive (mittlere) Bilanzwerte auf den nord-

seeküstennahen Bereich, das Niederrheinische Tiefland, die Westfälische Tieflandsbucht und die Geestniederungen von Dümme, Ems und Hunte beschränkt. In ca. 30 % der Jahre treten auch hier negative Sommerhalbjahreswerte der klimatischen Wasserbilanz auf. Die mittleren Monatswerte nehmen etwa von Mai bis Juli negative Werte an; mit negativen monatlichen Bilanzen ist bei niederschlagsarmer Witterung aber in fast allen Monaten (außer November, Dezember) zu rechnen.

In der Norddeutschen Tiefebene vollzieht sich mit zunehmender Entfernung vom Atlantik bzw. von der Nordseeküste ein kontinuierlicher Übergang mit einer Verminderung der positiven Bilanzwerte im Winterhalbjahr und einer Verstärkung der Bilanzdefizite im Sommerhalbjahr. Negative mittlere Sommerhalbjahresbilanzen sind bereits im Weser-Aller-Flachland, in der Lüneburger Heide sowie im Ostseeküstenraum zu verzeichnen. Der gesamte Tieflandsbereich von Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen weist negative Sommerhalbjahresbilanzen auf, wobei die Durchschnittswerte –100 mm teilweise erheblich unterschreiten. Die größten Defizite im Sommerhalbjahr nehmen Werte kleiner –300 mm an. In niederschlagsreichen Sommerhalbjahren werden auch positive Halbjahreswerte bilanziert; in der Zeitreihe 1961–1990 war das in etwa einem Drittel der Jahre der Fall.

Der Jahresabschnitt mit durchschnittlich negativen Monatsbilanzen erstreckt sich im Binnentiefland von April bis September/Okttober. Die größten monatlichen Bilanzdefizite mit Werten unterhalb –100 mm sind in den Monaten Mai bis Juli zu verzeichnen. Negative Monatsbilanzen treten bei niederschlagsarmer Witterung während des ganzen Jahres auf. Im Regenschattengebiet des Harzes und in den östlichen Gebieten Brandenburgs und Sachsens ergeben sich in wenigen einzelnen Jahren auch für das Winterhalbjahr negative Bilanzen.

In den mittleren und hohen Lagen der Mittelgebirge und im Alpenraum sind die klimatischen Wasserbilanzen für Sommer- und Winterhalbjahr durchweg positiv. Negative monatliche Bilanzen treten hier nur selten auf, sind aber in den östlich gelegenen Mittelgebirgen in fast allen Monaten des Jahres zu erwarten, in den Hochlagen der westlichen Gebirge meist auf das Sommerhalbjahr beschränkt. In den Mittelgebirgen ergeben sich die jährlichen Summen der klimatischen Wasserbilanz im Durchschnitt zu ca. 60 % aus den Bilanzwerten des Winterhalbjahrs und zu 40 % aus denen des Sommerhalbjahrs. In den Alpen sind die Anteile der Halbjahressummen am Jahreswert im Mittel etwa gleich groß.

Die niederschlagsärmeren Tal- und Leelagen, z. B. Alzeyer Hügelland oder Vorderpfälzer Tiefland, zeichnen sich durch einen Jahresgang der klimatischen Wasserbilanz ab, wie er für die Regionen des Binnentieflandes typisch ist. Der Übergang vom maritim zum kontinental geprägten Klima ist jedoch auch bei den klimatischen Wasserbilanzen der niederschlagsreichen Luvlagen deutlich erkennbar. In vergleichbaren Höhenlagen sind die jährlichen und halbjährlichen Werte der klimatischen Wasserbilanz in den westlicher gelegenen Gebirgen deutlich höher als in den östlichen Gebirgen. Von West nach Ost ist bei den Mittelgebirgen eine Zunahme in der Anzahl der Sommerhalbjahre mit negativen klimatischen Wasserbilanzen bzw. eine Verlängerung des Jahresabschnittes mit durchschnittlich negativen Monatswerten zu verzeichnen. Ausschließlich positive Halbjahresbilanzen weist hingegen die voralpine Region auf. In diesem niederschlagsreichen Gebiet im Staubbereich der Alpen ergeben sich nur vereinzelte negative Monatsbilanzen; typisch für diese Region sind die durch ergiebige sommerliche Schauer (vgl. Begleittext Atlastafel 2.4) hervorgerufenen hohen Sommerhalbjahresbilanzen, welche – wie auch in den Hochlagen der Alpen zu verzeichnen – an die Bilanzwerte des Winterhalbjahres heranreichen oder sie noch übertreffen.

Praktische Hinweise

Die klimatische Wasserbilanz weist eine hohe zeitliche Variabilität auf, die ebenso wie ihre regionale Variabilität im wesentlichen auf die starken Schwankungen der Niederschlagshöhe zurückzuführen ist. Bei niederschlagsarmer Witterung können sowohl über- als auch unterdurchschnittliche potentielle Verdunstungswerte auftreten, entsprechendes ist für niederschlagsreiche Witterung zu verzeichnen. Der Schwankungsbereich der Bilanzgröße ist daher gegenüber dem der Niederschlagshöhe kleiner. Abbildung 1 zeigt die mehr als 100jährige Zeitreihe der jährlichen klimatischen Wasserbilanzen der Wetterstation Potsdam. Der Mittelwert der für den Hydrologischen Atlas bearbeiteten jüngsten Standardbezugszeitreihe 1961–1990 stimmt hier zufällig mit dem der langen Reihe überein. Die geglättete Zeitreihe (Gaussfilter) lässt Abschnitte mit höheren bzw. geringeren Durchschnittswerten der klimatischen Wasserbilanz erkennen. Der Schwankungsbereich der klimatischen Wasserbilanzen der einzelnen Jahre beläuft sich auf ca. 500 mm. Die seit Beobachtungsbeginn 1893 an dieser Station aufgetretene höchste und die geringste jährliche Summe der klimatischen Wasserbilanz sind in der Reihe 1961–1990 enthalten (1981 bzw. 1982). Die gezeigte Zeitreihe der jährlichen Bilanzen weist einen leicht abnehmenden, nicht signifikanten Trend auf.

Tab. 2 Mittlere Jahreswerte der klimatischen Wasserbilanz KWB bei Verwendung verschiedener Berechnungsverfahren der potentiellen Verdunstung PET (Station Potsdam, Reihe 1961–1990)

* unter Verwendung unkorrigierter Niederschlagsmesswerte
** unter Verwendung korrigierter Niederschlagsmesswerte

PET-Verfahren	KWB* in mm	KWB** in mm
Gras-Referenzverdunstung (Atlastafel 2.12)	-15	+42
Penman	-125	-68
Turc	+9	+66
Haude	-38	+19

Neben dem durch die Variabilität der klimatischen Wasserbilanz bedingten zeitlichen und regionalen Bezug sind bei Vergleichen von Bilanzwerten aus verschiedenen Quellen unbedingt die verwendeten Berechnungsverfahren zu beachten. Vorwiegend in älteren Kartierungen und Klassifikationen finden sich Angaben zur klimatischen Wasserbilanz, denen nach Haude oder nach Penman (mit unterschiedlichen empirischen Faktoren!) berechnete potentielle Verdunstungshöhen sowie in der Regel nicht-korrigierte Messwerte der Niederschlagshöhe zugrundeliegen. Tabelle 2 zeigt am Beispiel der Station Potsdam, dass die in der Praxis gebräuchlichen Berechnungsverfahren der potentiellen Verdunstung das Bilanzergebnis erheblich beeinflussen; die Verwendung nichtkorrigierter Niederschlagshöhen vermindert die Bilanzwerte in Tabelle 2 nochmals um 57 mm gegenüber dem Ergebnis bei Berücksichtigung der Niederschlagskorrektur. Diese Vergleichsrechnungen machen deutlich, dass es zu erheblichen Fehleinschätzungen kommen kann, wenn Angaben zur klimatischen Wasserbilanz nicht auf einheitlicher Berechnungsbasis erstellt werden.

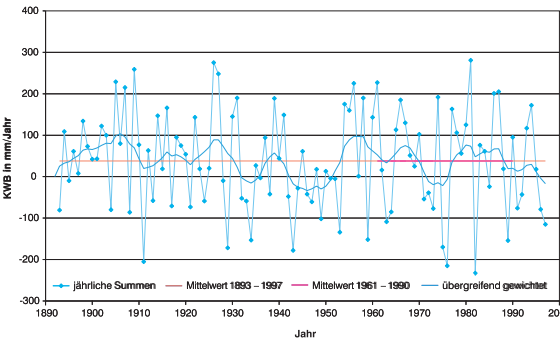


Abb. 1 Zeitlicher Verlauf der klimatischen Wasserbilanz (N_{kor} – ET_g) von Potsdam für den Zeitraum 1893 bis 1997