

## Standardized Precipitation Index (SPI) – ein Maß für die aktuellen hydrologischen Verhältnisse

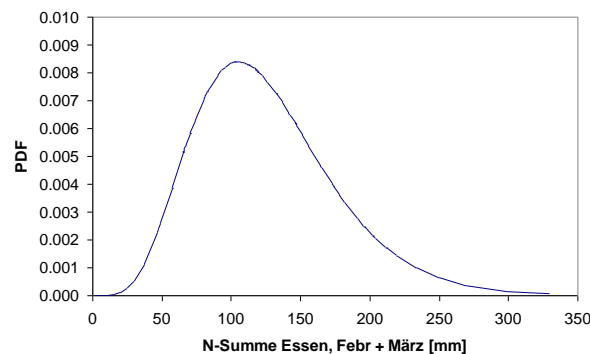
Der Niederschlagsverlauf hat einen bestimmten Einfluss auf die hydrologischen Verhältnisse. Sehr hohe Vorregen führen insbesondere im Winterhalbjahr zu einer erhöhten Hochwassergefahr, aus niedrigen Vorregen ergibt sich im Sommerhalbjahr ein erhöhtes Dürreerisiko. Ein Vergleich des gefallenen Niederschlages mit den Normalwerten hilft, die aktuellen hydrologischen Bedingungen einzuschätzen. Für einen derartigen Vergleich bietet sich der, in den USA seit einigen Jahren gebräuchliche Vergleichswert „Standardized Precipitation Index (SPI)“ an (Edwards & McKee, 1997):

### *Die Datenbasis*

Ausgangspunkt des Verfahrens ist eine lange, d.h. mindestens 30 Jahre umfassende Reihe von monatlichen Niederschlagssummen. Aus den Monatssummen können für jeden, frei zu wählenden mehrmonatigen Zeitraum Summenwerte berechnet werden. Man kann jedoch auch einzelne Monatswerte verwenden.

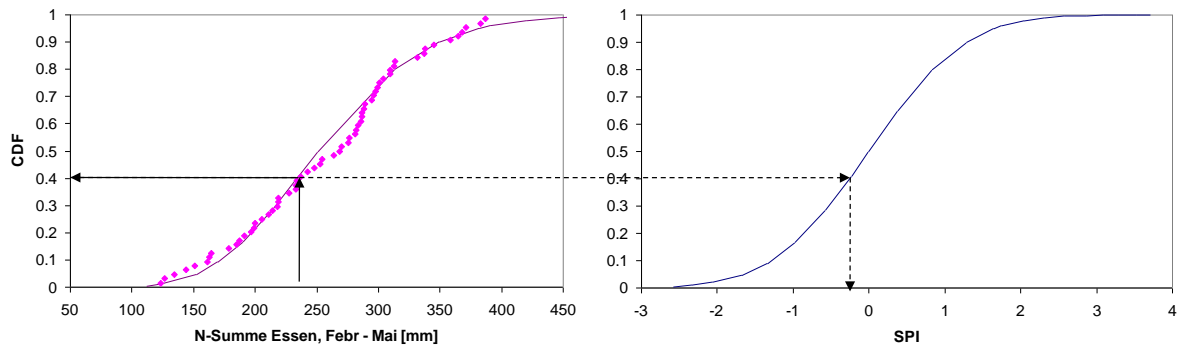
### *Die Ermittlung des SPI*

Ein Vergleich der Monatswerte (oder der Summenwerte ausgewählter Zeitabschnitte) der Einzeljahre untereinander könnte z.B. über die Abweichung vom langjährigen Mittelwert erfolgen. Dies ist aber nicht sinnvoll, da die Niederschlagssummen meist rechtsschief verteilt sind, d.h. der Mittelwert ist in der Regel größer als der Medianwert (50 % Wahrscheinlichkeit für Über- oder Unterschreitungen). Damit wären für die Mehrzahl aller betrachteten Jahre Unterschreitungen des Mittelwertes zu erwarten. Der SPI-Index berücksichtigt dies, indem eine (rechtsschiefe) Gammaverteilung an die Niederschlagssummen angepasst wird (Abbildung 2).



**Abbildung 2** Gammaverteilung der Niederschlagssummen in Essen für Februar und März 1949 bis 2011

Aus der Verteilung könnte dann für jedes Jahr der Wert der Unterschreitungswahrscheinlichkeit der jeweils betrachteten Niederschlagssumme ermittelt werden. Ein Wert der Unterschreitungswahrscheinlichkeit von z.B. 0,357 ist allerdings ohne Kenntnis der Verteilungsfunktion nicht aussagekräftig. Deshalb wird im nächsten Schritt die Standardnormalverteilung (Mittelwert 0 und Varianz 1) genutzt, um ein standardisiertes Quantil für diese Unterschreitungswahrscheinlichkeit zu ermitteln. Als Standardized Precipitation Index (SPI) wird das Quantil der (0,1)-Normalverteilung für die gleiche, aus der Gammaverteilung abgeleitete Unterschreitungswahrscheinlichkeit angegeben (Abbildung 3).



**Abbildung 3** Ermittlung des Standardized Precipitation Index (SPI), links die angepasste Gammaverteilung, rechts die (0,1)-Normalverteilung, die zur Ermittlung des SPI dient

*Die Beurteilung des SPI*

Das Quantil der (0,1)-Normalverteilung schwankt um den Zentralwert 0. Positive Werte des SPI weisen feuchte, negative Werte dagegen trockene Zeiträume aus. Der Wert -2,0 entspricht einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit  $P_u$  des jeweiligen Niederschlagswertes von 2,3 % (extrem trocken), der Wert -1 einem moderate Trockenheitswert ( $P_u=16$  %) und der Wert von -0,5 mit  $P_u=31\%$  nahezu normalen Verhältnissen. Einen Überblick über eine mögliche Bewertungsskala gibt Tabelle 1.

**Tabelle 1** Bewertungsskala des SPI in den USA, Quelle: <http://www.drought.unl.edu/whatis/indices.htm#spi>

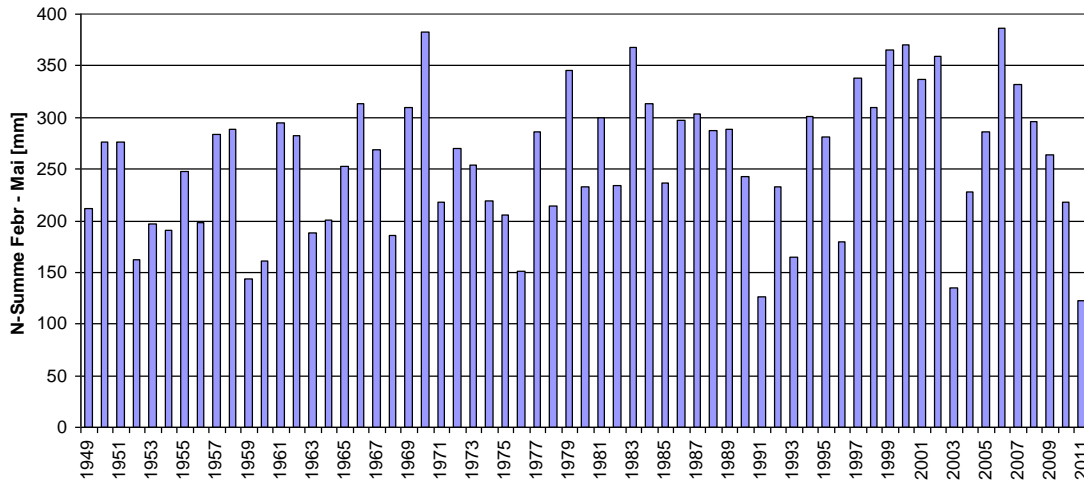
SPI	Bewertung
2,0 und größer	extrem feucht
1,5 bis 1,99	sehr feucht
1,0 bis 1,49	moderat feucht
-0,99 bis +0,99	nahezu normal
-1,0 bis -1,49	moderat trocken
-1,5 bis -1,99	kritisch trocken
-2 und kleiner	extrem trocken

*Welche Vorteile hat der SPI?*

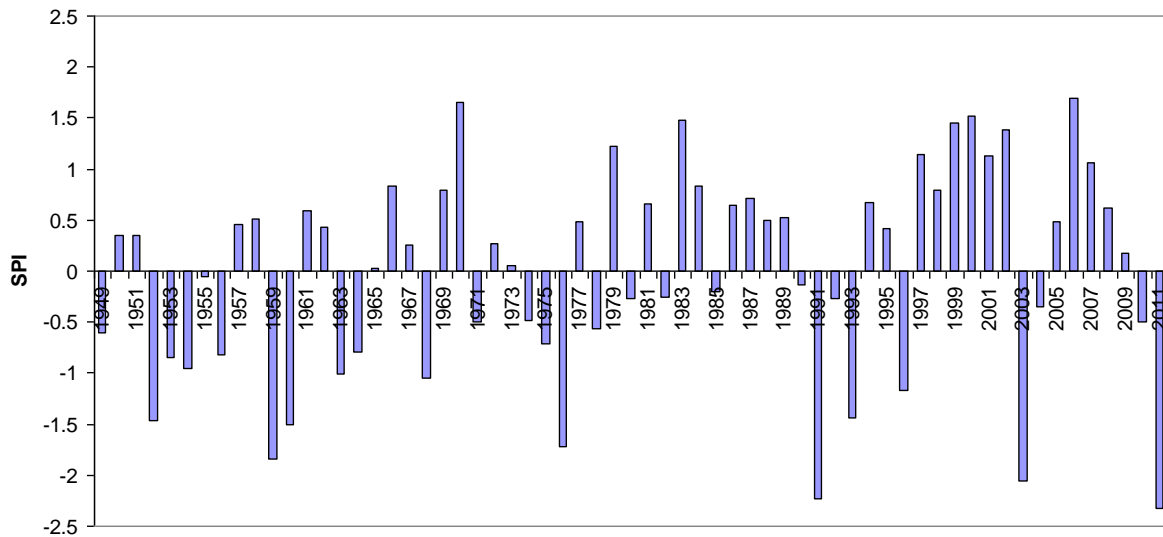
1. Die aktuelle Niederschlagsituation kann einfach mit den Verhältnissen des gleichen saisonalen Zeitraumes in allen Beobachtungsjahren der Vergangenheit verglichen werden. Damit kann z.B. beurteilt werden, ob und um wie viel die derzeitigen Verhältnisse von den Verhältnissen z.B. des Trockenjahres 2003 abweichen.
2. Durch die Standardisierung werden die Niederschlagsverhältnisse in Flussgebieten vergleichbar, da weder die einzelnen Verteilungsfunktionen noch die klimatologischen Niederschlagswerte direkt verglichen werden. Allerdings sollten die langen Niederschlagsreihen nach Möglichkeit die gleichen Zeiträume umfassen. Somit werden z.B. Kartendarstellungen der Niederschlagsentwicklung in Flussgebieten möglich.
3. Durch die Staffelung von Zeiträumen (hier 1, 3 und 6 Monaten) kann die zeitliche Entwicklung der Trockenwettersituation verfolgt werden.

**Anwendungsbeispiel Essen**

Betrachtet wird die Niederschlagsstation Essen, Aufzeichnungszeitraum: 1949 bis Mai 2011 (63 Jahre, dem LANUV NRW und der Emschergenossenschaft- Lippeverband wird für die Datenbereitstellung gedankt). Die Niederschlagssummen der Einzeljahre für die Zeitspannen Februar – Mai sind in Abbildung 4, die zugehörigen SPI- Werte in Abbildung 5 dargestellt. Für den Zeitraum Februar – Mai würde eine Niederschlagssumme von 251 mm einem SPI von 0,0 entsprechen, d.h. in 50% aller Jahre wird der Wert von 251 mm über und in 50% unterschritten.



**Abbildung 4:** Darstellung der Niederschlagssummen des Zeitraumes Februar bis Mai für die Reihe Essen 1949 bis 2011



**Abbildung 5:** Darstellung der SPI- Werte für den Zeitraum Februar bis Mai der Reihe Essen 1949 bis 2011

Die zehn Jahre mit dem niedrigsten SPI- Wert sind in Tabelle 2 in ihrer Rangordnung zusammengestellt (Rang 1: trockensten Perioden).

**Tabelle 2:** Auflistung der zehn Jahre, die für die untersuchte Zeitspanne Februar bis Mai den kleinsten SPI aufweisen

Rangzahl	Jahr	SPI	$P_u$
1	2011	-2,32	0,010
2	1991	-2,23	0,013
3	2003	-2,06	0,020
4	1959	-1,85	0,032
5	1976	-1,72	0,043
6	1960	-1,50	0,066

7	1952	-1,47	0,071
8	1993	-1,44	0,075
9	1996	-1,17	0,122
10	1968	-1,05	0,146

Aus der Übersicht wird deutlich, dass der Zeitraum Februar bis Mai seit Beginn der Reihe 1949 am trockensten im Jahres 2011 war. In der gefallenen Niederschlagssumme ähnelt dieser Zeitabschnitt den Verhältnissen 1991, er ist aber noch deutlich trockener als 1959 oder 1976.

Literatur:

Edwards DC, McKee TB. 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple scales. Atmospheric Science, Paper No. 634, May; 1–30.