

**Zeitschrift:** Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie  
**Herausgeber:** Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel  
**Band:** 53 (2012)  
**Heft:** 1-2  
  
**Artikel:** Reaktion der Vegetation auf Trockenstress im nördlichen Teil der Negev  
**Autor:** Strähl, Sarah C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1088206>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Reaktion der Vegetation auf Trockenstress im nördlichen Teil der Negev

Sarah C. Strähl

## *Zusammenfassung*

*Vegetationsmuster stehen in ariden Gebieten in engem Zusammenhang mit der räumlichen Verteilung von Niederschlag, Abfluss und Infiltration. Vegetation ist in erster Linie von der Wasserversorgung abhängig, die wiederum sehr stark von den Niederschlagsschwankungen beeinflusst ist. Die Stabilität der Vegetation gegenüber Klimawandel ist von signifikanter Bedeutung für die Abschätzung der Folgen globaler Erwärmung im 21. Jahrhundert. In diesem Beitrag wird die Reaktion der Vegetation in einem ariden Teil der Negevwüste in Israel auf eine Serie von Jahren mit geringen Niederschlägen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl Vegetationsdichte als auch Artenzusammensetzung sehr stark auf die Veränderung des Niederschlags reagiert haben. Dies deutet eine hohe Wahrscheinlichkeit der nachhaltigen Degradierung der Vegetation als Folge von Klimawandel an.*

## 1 Einleitung

Klima, insbesondere der Jahresniederschlag, bestimmt in Trockengebieten die Vegetationsdichte. Die Korrelation von Vegetationsgrenzen und Niederschlagsmenge auf einer globalen Skala ist jedoch einer grossen Variabilität unterworfen und begrenzt so die Aussagen zu den Folgen von Klimawandel auf einer lokalen oder regionalen Ebene. Kleinräumige Unterschiede zeigen sich in der Bodenbedeckung, der Niederschlagsverteilung, der Topographie und den Abflussprozessen. Die Faktoren interagieren und führen zur unterschiedlichen Verfügbarkeit von nutzbarem Wasser. Die vorliegende Studie wurde 2008 in der Nähe von Sede Boker (Negev-Wüste, Israel) durchgeführt. In der Region hat es seit den 1990er-Jahren eine Folge von Trockenjahren gegeben, ausserdem wurden während ökohydrologischer Studien in den 1970er- und 1980er-Jahren detaillierte Vegetationskartierungen durchgeführt (Olsvig-Whittaker et al. 1983, 54; Kadmon et al. 1989, 14; Schreiber et al. 1995, 28). Der Vergleich der aktuellen Vegetationsdichte und -diversität ermöglicht so eine Abschätzung der Folgen von Klimavariabilität auf die Vegetationsbedeckung.

---

Adresse der Autorin: Dipl.-Geogr. Sarah C. Strähl, Universität Basel, Departement Umweltwissenschaften, Physische Geographie und Umweltwandel, Klingelbergstrasse 27, CH-4056 Basel;  
E-Mail: sarah.straehl@unibas.ch

## 2 Klima und Ökohydrologie in der Region Sede Boker

Das Arbeitsgebiet in der Nähe von Sede Boker befindet sich im Hochland des nördlichen Negev (30°52'N, 34°48'E) auf etwa 510 m Höhe (Abb. 1). Die Hänge bestehen aus Kalkstein der Oberkreide. Sie sind aus den geologischen Formationen Netser, Shivta und Drorim aufgebaut. Das Klima der Region ist arid. Die mittlere Monatsmitteltemperatur beträgt 9 °C im Januar und 25 °C im August. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 93 mm. Die Anzahl Regentage reicht von 10 bis 42 Tage pro Jahr, wobei sich der Niederschlag auf die Wintermonate beschränkt. Die Niederschlagsmenge in den Wintermonaten schwankt zwischen 34–167 mm, wobei über 80 % des Niederschlags an Tagen mit weniger als 10 mm fällt. Seit 1995 gibt es eine Häufung von Jahren mit unterdurchschnittlichen Jahresniederschlägen (Abb. 2).

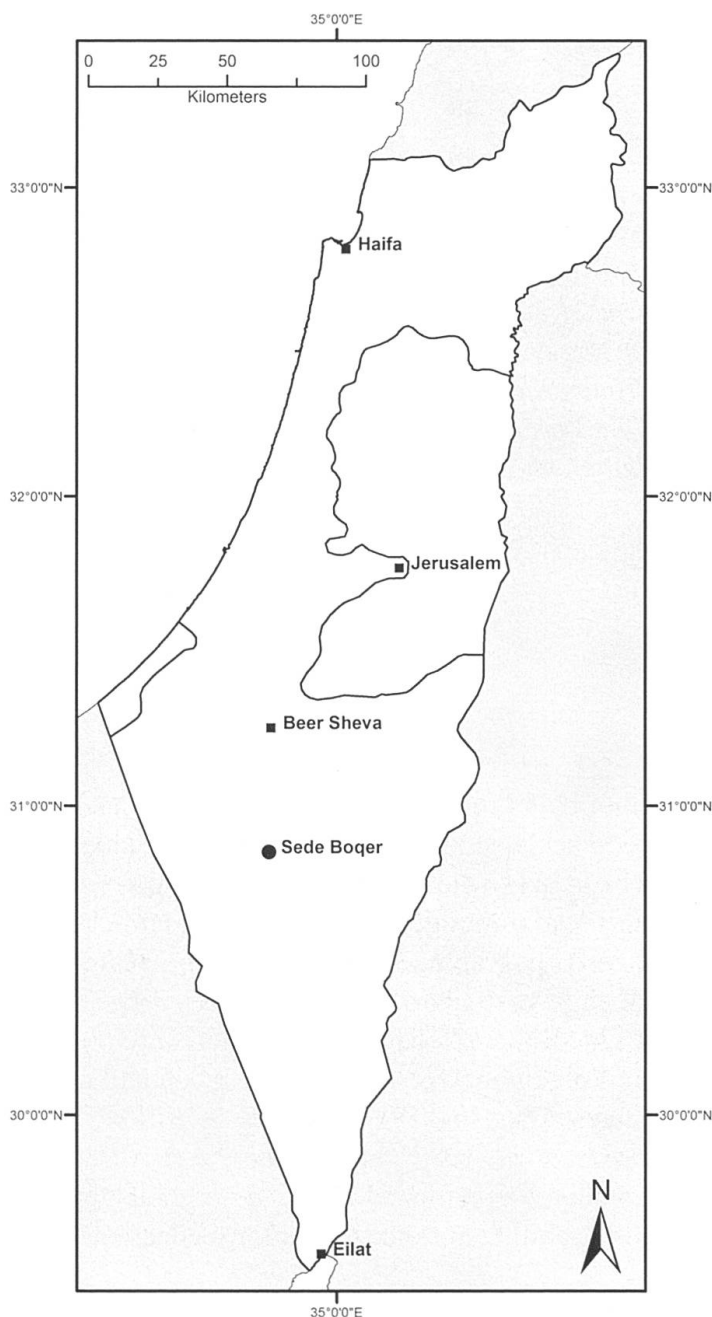


Abb. 1 Übersichtskarte von Israel und Lage des Arbeitsgebietes (Sede Boker).

Vorangegangene Studien zur Ökohydrologie (Yair & Raz-Yassif 2003, 61; Yair 1995, 13; Yair & Dainin 1980, 47) zeigten, dass dem Zusammenwirken von Niederschlag, Abfluss und Infiltration eine besondere Bedeutung für die Wasserversorgung zukommt. Dieses Zusammenwirken ist schematisch in Abb. 3 dargestellt.

Gemäss FAO-Klassifikation dominiert der Bodentyp *Desert Brown Lithosols* ( $\text{C}_{22}$ ). Ausgangsmaterial für die Bodenbildung sind vorwiegend äolisch abgelagerte Sedimente, die in die von der Oberflächenstruktur des Gesteins vorgegebenen Depressionen geweht oder gespült wurden. Sie sind daher nicht flächendeckend ausgebildet (vgl. Abb. 4 und 5), sondern konzentrieren sich auf Klüfte und Felsterrassenstufen.

Dies beeinflusst die Wasserversorgung der Pflanzen: Auf bodenlosen Felsflächen entsteht Abfluss, der dann in Felsnischen und auf Bodenfächern versickert. Durch diesen Effekt wird die Menge des pflanzenverfügbaren Wassers um das Doppelte und mehr vergrößert (Olsvig-Whitaker et al. 1983, 54). Entsprechend dieser Abfluss- und Bodenmuster beeinflusst die Morphologie die Qualität des Pflanzenstandorts. Einerseits muss ausreichend Boden vorhanden sein, um den Pflanzen als Substrat zu

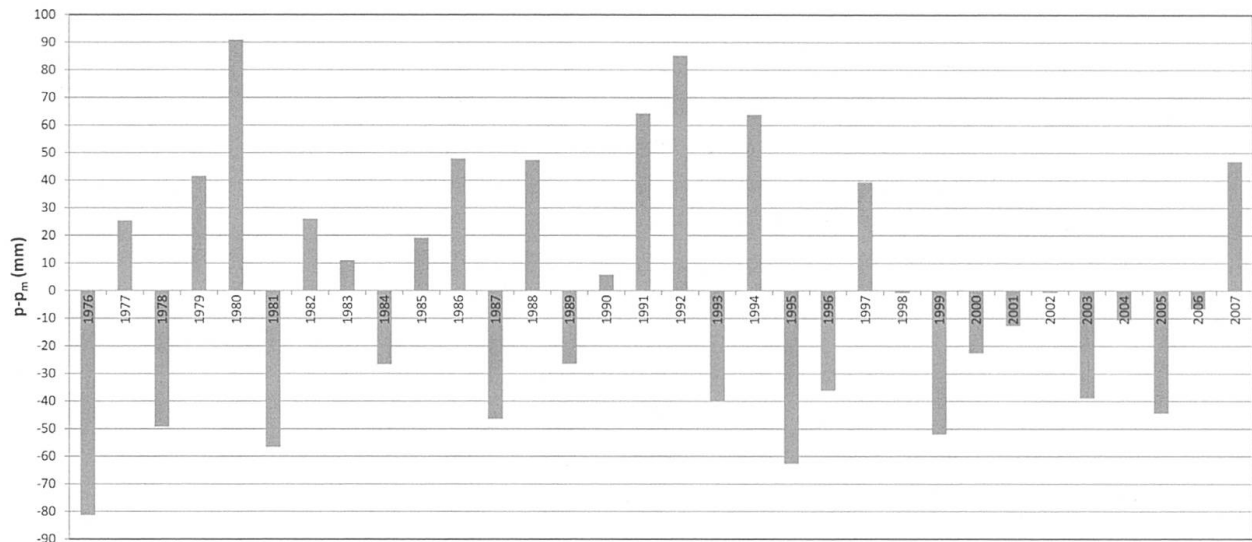


Abb. 2 Abweichungen der Niederschlagsmenge vom langjährigen Mittelwert (1976 bis 2007). Jahre über dem Durchschnittswert werden als feuchte Jahre, Jahre unterhalb des Durchschnittswertes als Trockenjahre bezeichnet (Datenquelle: Sede Boker Meteorological Site, 30°51'N, 34°57'E, 480 m ü. M., ).

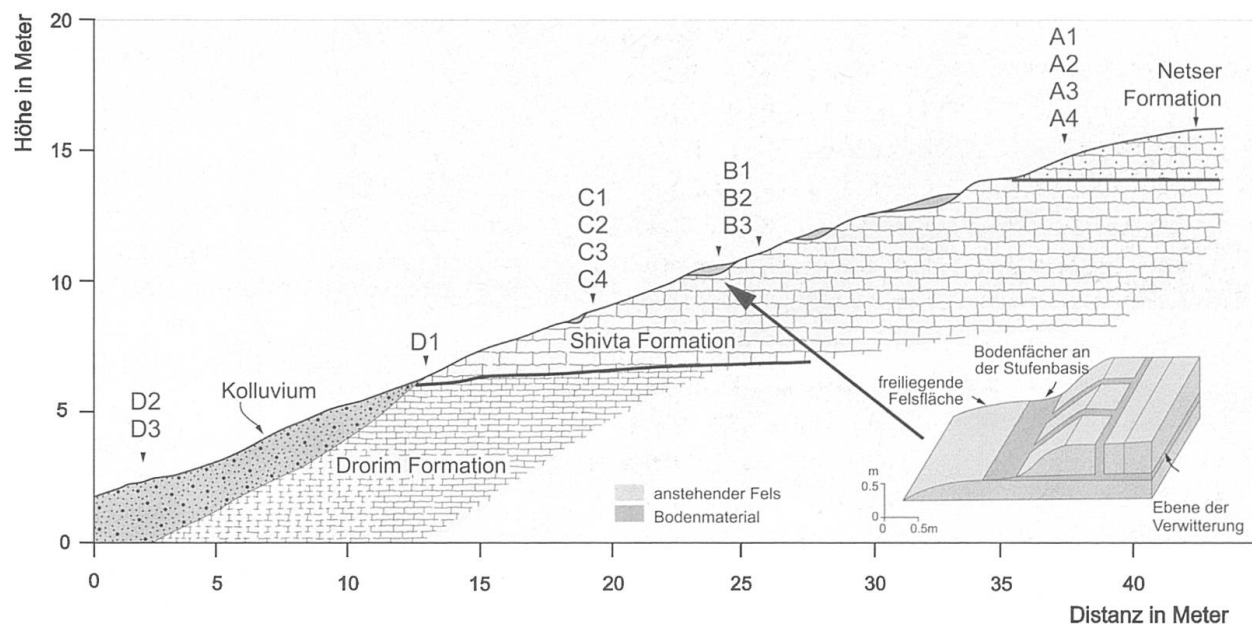


Abb. 3 Muster von Fels- und Bodenflächen auf den Hängen des Untersuchungsgebiets bei Sede Boker. Die Felsflächen liefern den Abfluss für die mit Boden bedeckten Flächen (nach Yair & Shachak 1982, 54; Olsvig-Whittaker et al. 1983, 54; Schreiber et al. 1995, 28) (Grafik: Hikel & Strähl 2011).

dienen, andererseits muss dieser “Blumentopf” von einer Felsfläche umgeben sein, die den Abfluss zur Sättigung des Wasserbedarfs der Pflanzen liefert (Breckle et al. 2008; Yair 1995, 13; Olsvig-Whittaker et al. 1983, 54). Aufgrund der Morphologie und den sich daraus ergebenden Fels-Boden-Mustern können entlang eines Hangs die Standorte Kuppe (A in Abb. 3), terrassierte Hänge (B), Felsfläche (C) und Kolluvium (D) unterschieden werden.

Die Vegetation im Untersuchungsgebiet ist eine Mischung zwischen der irano-turanischen und der saharo-arabischen Pflanzengesellschaft mit einzelnen mediterranen Komponenten. Dominante Arten sind Sträucher oder Halbsträucher, v. a. *Artemisia herba-alba*, *Gymnocarpus decander*, *Hammadetum scoparia*, *Noea mucronata*, *Calligonum comosum* und *Zygophyllum dumosum*. Die höheren Hanglagen werden von der Strauchart *Artemisia herba-alba* dominiert, während die tieferen Lagen hauptsächlich von trockenresistenteren Arten wie *Zygophyllum dumosum* geprägt sind.



Abb. 4 Kartierter Hangabschnitt im Untersuchungsgebiet in der Nähe von Sede Boker (Negev-Wüste, Israel). Deutlich zu erkennen ist eine unterschiedliche Vegetationsverteilung von der Kuppe (ganz oben), über die terrassierten Hänge (Mitte) zum unteren Hangbereich (Kolluvium).

Foto: S. Strähl,  
Juli 2008



Abb. 5 Vegetations- und Bodenverteilung am Beispiel einer Aufnahme fläche entlang des terrassierten Hangabschnittes.

Foto: S. Strähl,  
Juli 2008

### 3 Methoden

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der Methode von Braun-Blanquet (*Braun-Blanquet* 1964) auf jeweils drei 100 m<sup>2</sup> grossen Flächen auf den morphologisch unterschiedlichen Hangabschnitten Kuppe, terrassierte Hänge und Kolluvium entsprechend der Kartierung in früheren Arbeiten (*Olsvig-Whittaker* et al. 1983, 54) durchgeführt. Die Felsflächen tragen aufgrund des fehlenden Bodens keine Vegetation und wurden daher nicht kartiert. Die Nomenklatur der Pflanzenarten richtet sich nach der "Flora of Palestine" von *Zohary* (1962). Aus den erhobenen Daten (Strauchwuchshöhe, Anzahl Arten, Dichte vitaler und toter Sträucher) wurde für jeden Hangabschnitt die gesamte Vegetationsbedeckung berechnet. Die Unterscheidung eines vitalen bzw. toten Strauches wurde entsprechend der Methode von *Ferguson* (1964) durchgeführt. Die Vitalität der Sträucher wurde in der Arbeit von *Olsvig-Whittaker* et al. (1983) nicht berücksichtigt, 2008 jedoch aufgenommen, da als Folgen von Trockenheit ein Strauch zwar abstirbt, jedoch nicht sofort verschwindet und so den Vergleich der Vegetationsdichte verzerrt.

### 4 Resultate

Die Ergebnisse der Kartierung 2008 sowie die Ergebnisse von *Olsvig-Whittaker* et al. aus den Aufnahmen von März 1981 sind in Abb. 6 und Tab. 1 dargestellt. Der Vergleich zeigt, dass die Anzahl der Straucharten auf der Kuppe und den terrassierten Hängen zurückgegangen ist. Die Abnahme der Artenvielfalt war besonders hoch entlang der terrassierten Hänge (~ 66 %), während sich die Artenzahl im Kolluvium kaum verändert hat. Die Anzahl vitaler Straucharten ist entlang der terrassierten Hänge am grössten (11 Arten) und auf der Kuppe am niedrigsten (1 Art). Der Vergleich der Verbreitung verschiedener Straucharten ermöglicht neben der Veränderung der Dichte eine Aussage über die Reaktion der Vegetation auf die Dürreperiode seit 1995.

Beispielhaft seien hier *Zygophyllum dumosum*, *Artemisia herba-alba* sowie *Noea mucronata* untersucht. Alle drei Straucharten weisen eine gute pflanzenphysiologische Anpassung an aride Standortverhältnisse auf. Die sukkulente Strauchart *Zygophyllum dumosum* ist am besten an die trockenen Verhältnisse in Sede Boker angepasst. Entsprechend kommt diese Strauchart in allen Hangabschnitten des Untersuchungsgebietes in vitaler Form vor. Im Vergleich dazu ist *Artemisia*

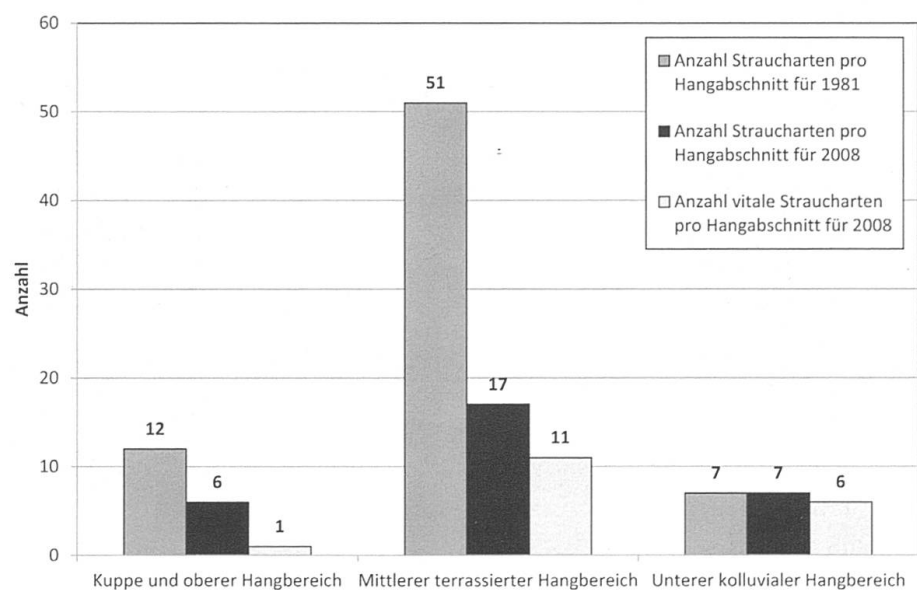


Abb. 6 Anzahl Straucharten entlang der selektierten Hangabschnitte (nach *Olsvig-Whittaker* et al. 1983, 54).



*herba-alba*, die nicht sukkulent ist, weniger gut an die trockenen Verhältnisse angepasst. Diese Strauchart ist 2008 nur im mittleren terrassierten und unteren kolluvialen Hangbereich vital, im oberen Hangabschnitt nur in toter Form vorhanden (Tab. 1).

Tab. 1 Veränderung der Dichteverteilung zwischen 1981 und 2008 für die untersuchten Straucharten *Zygophyllum dumosum*, *Artemisia herba-alba* und *Noea mucronata* entlang der selektierten Hangabschnitte mit Einbezug der vitalen Strauchdichte.

<i>Zygophyllum dumosum</i>	Dichte (%) 1981	Dichte (%) 2008	Veränderung (%)	Verhältnis vitale / tote Pflanzen
Kuppe und oberer Hangbereich	1.4	5.1	3.7	0.47
Mittlerer terrassierter Hangbereich	0.8	2.3	1.5	0.41
Unterer kolluvialer Hangbereich	4.4	1.9	-2.5	0.49
<i>Artemisia herba-alba</i>	Dichte (%) 1981	Dichte (%) 2008	Veränderung (%)	Verhältnis vitale / tote Pflanzen
Kuppe und oberer Hangbereich	11	6.5	-4.5	<0.01
Mittlerer terrassierter Hangbereich	25.8	7.6	-18.2	0.01
Unterer kolluvialer Hangbereich	27	6.2	-20.8	0.03
<i>Noea mucronata</i>	Dichte (%) 1981	Dichte (%) 2008	Veränderung (%)	Verhältnis vitale / tote Pflanzen
Kuppe und oberer Hangbereich	3.8	0.8	-3	<0.01
Mittlerer terrassierter Hangbereich	1.2	4.9	3.7	0.02
Unterer kolluvialer Hangbereich	0.2	2.1	1.9	0.1

In den letzten 30 Jahren hat sich die Strauchdichte für alle untersuchten Arten im Schnitt um 4.2 % reduziert. *Artemisia herba-alba* hat mit 14.5 % am stärksten abgenommen. Im Vergleich dazu hat die Dichte von *Zygophyllum dumosum* (0.9 %) leicht zugenommen. Die Strauchart *Noea mucronata* scheint sich gegenüber den klimatischen Verhältnissen der letzten 30 Jahre stabil zu verhalten, denn die Strauchdichte hat sich nur wenig verändert. Das Verhältnis (vitale / tote Pflanzen) beträgt für *Zygophyllum dumosum* für alle Hangbereiche im Schnitt 0.45, für *Artemisia herba-alba* jedoch unter 0.01, für *Noea mucronata* erreicht es maximal 0.1 (Tab. 1). Diese Differenzen zwischen vitaler und nicht vitaler Vegetation zeigen einen wesentlich drastischeren Effekt der Trockenheit als die Dichteveränderung zwischen 1981 und 2008 vermuten lässt.

## 5 Fazit

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Trockenperiode seit den 1990er-Jahren eine deutliche Veränderung in der Vegetation in der Region Sede Boker zur Folge hatte. Insgesamt hat die Dichte der Vegetationsbedeckung abgenommen, besonders stark ist dies bei *Artemisia herba-alba*, die eine mediterrane Art ist und nicht wie andere sukkulente Arten wie beispielsweise *Zygophyllum dumosum* über spezielle Speicherzellen zur Wasserversorgung verfügt. Die Unterscheidung von vitalen und nicht-vitalen Pflanzen in dieser Studie stellte sich ebenfalls als wichtig für eine Bewertung der Folgen der Trockenheit heraus, da die Strauchbedeckung insgesamt noch recht hoch ist, jedoch teilweise einen Anteil toter Sträucher von über 90 % aufweist. Auch hier zeigt die mediterrane Art *Artemisia herba-alba* die stärkste Differenz. Der Eindruck einer dichten Vegetationsbedeckung, besonders während der Trockenzeit, kann also ohne Information zur Vitalität der Strauchschicht nicht als Indiz für Trockenresistenz gewertet werden. Der starke Effekt der meteorologischen Dürre auf die weniger trockenresistenten Arten deutet ebenfalls an, dass diese

als Folge eines entsprechenden Klimawandels in der Region an Verbreitung verlieren würden. Insgesamt ermöglichen grossmassstäbige Vergleiche der Vegetationsdichte und -diversität eine Abschätzung der regionalen Folgen von Klimawandel im 21. Jahrhundert.

## Literatur

- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Wien, 1–865.
- Breckle S.-W., Yair A. & Veste M. 2008. *Arid Dune Ecosystems*. Berlin, 1–460.
- Compton, J. T., Dregne, H. E. & Wilbur, W. N. 1991. Expansion and Contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. *Science, New Series* 253(5017): 299–301.
- Evenari M., Shanan L. & Tadmor A. 1971. *The Negev – The Challenge of a desert*. Harvard University Press. Cambridge (Mass.), 1–344.
- Fahn A. & Cutler D.F. 1992. *Xerophytes*. Berlin, 1–176.
- Ferguson C.W. 1964. *Annual rings in Big Sagebrush. Paper of the Laboratory of Tree-Ring Research*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Kadmon R. Yair A. & Danin A. 1989. Relationship between soil properties, soil moisture, and vegetation along loess-covered hillslopes, Northern Negev, Israel. *Catena Supplement* 14: 43–57.
- Littmann T. & Veste M. 2006. Determination of actual evapotranspiration and transpiration in desert sand dunes (Negev Desert) using different approaches. *For. Stud. China* 8(1): 1–9.
- Olsvig-Whittaker L., Shachak M. & Yair A. 1983. Vegetation patterns related to environmental factors in a Negev Desert watershed. *Vegetatio* 54: 153–165.
- Schreiber K-F., Yair A. & Shachak M. 1995. Ecological Gradients Along Slopes of the Northern Negev Highlands Israel. *Advances in GeoEcology* 28: 209–229.
- Singer A. 2007. *The Soils of Israel*. Berlin, 1–306.
- Yair A. & Danin A. 1980. Spatial Variations in Vegetation as Related to the Soil Moisture Regime over an Arid Limestone Hillside, Northern Negev, Israel. *Oecologia* 47: 83–88.
- Yair A. 1995. Short and long term effects of bioturbation on soil erosion, water resources and soil development in an arid environment. *Geomorphology* 13: 87–99.
- Yair A. & Raz-Yassif N. 2003. Hydrological processes in a small arid catchment: scale effects of rainfall and slope length. *Geomorphology* 61: 155–169.
- Zohary M. 1962. *Plant Life of Palestine*. New York, 1–262.

## Internetquellen

- 🌐<sub>1</sub> Sede Boker Meteorological Site, 30°51'N, 34°57'E, 480 m. Online verfügbar: <http://bidr.bgu.ac.il/BIDR/research/phys/meteorology> [Letzter Zugriff: 23.12.2011]
- 🌐<sub>2</sub> FAO 2006. World reference base for soil resources. Online verfügbar: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/wrb2006final.pdf> [Letzter Zugriff: 23.12.2011]



