

3. Geographie

Die tektonische Struktur des Jordangrabens durchzieht als meridionale und markante morphologische Depression das Gebiet des Staates Israel. Der maximal 30 km breite Jordangraben erstreckt sich über 350 km von der Syrisch-Libanesischen Grenze im Norden Israels bis zum Golf von Aqaba im Süden und trennt Israel und Palästina im Westen von dem Königreich Jordanien im Osten.

Höhenzüge flankieren den Graben zu beiden Seiten. Im Westen sind das der Galilee, die Westbank mit Samaria und Judea sowie der Negev. Im Osten bilden das Hermon Massiv, der Golan und der Transjordan die Grabenschulter. Der Graben (Abb. 3-1) ist morphotektonisch in Senken und Rücken segmentiert. Diese sind von Nord nach Süd: das Hulatal, der Korazim-Block, das Becken des See Genezareth (Beq`at Kinarot), das Zentrale und Südliche Jordantal, das Tote Meer, das Nördliche Arava und das Wadi Arava (Horowitz, 2001). Das Hulatal befindet sich auf ~70 m NN. Südlich der Korazim-Schwelle liegt der See Genezareth im Beq`at Kinarot bereits auf ca. -209 m NN. Den tiefsten Bereich des Grabens nimmt das abflusslose Tote Meer ein, dessen 400 m unter NN gelegene Oberfläche den tiefsten terrestrischen Punkt (Abb. 3-2) darstellt. Südlich des Toten Meeres steigt der Graben zunächst bis auf 200 m NN bei Gav Ha`Arava an, um bei Aqaba am Roten Meer erneut das Meeresspiegelniveau zu erreichen.

Der See Genezareth füllt vollständig die pull-apart Beckenstrukturen des Beq`at Kinarot aus. Sein etwa 2800 km² großes Drainagesystem umfasst Teile des Galilee, des Hermon Massiv, des Golan sowie das Hula Tal (Abb. 3-3). Der Jordan als größter Vorfluter und Wasserlieferant des Sees entspringt am Fuße der im äußersten Norden gelegenen und 2.800 m NN hohen Erhebung des Hermon Massivs.

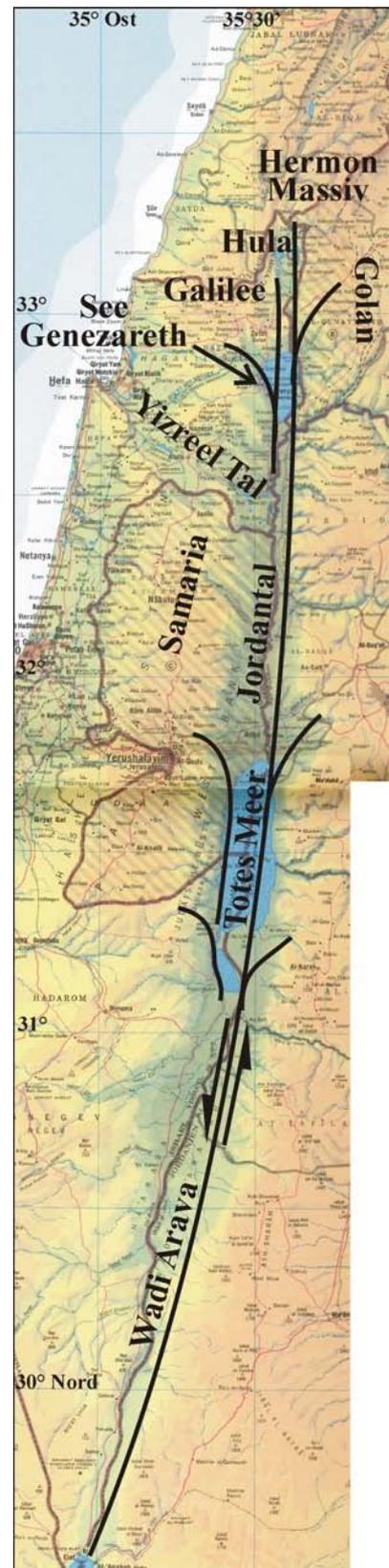


Abb. 3-1: Der Jordangraben und wichtige morphotektonische Elemente

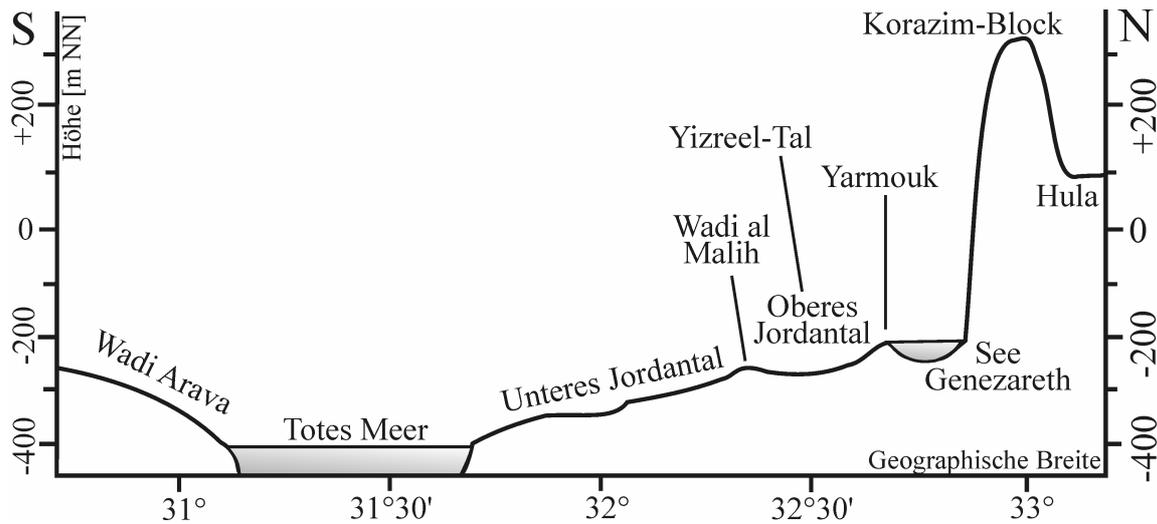


Abb. 3-2: Schematisches Profil durch den Jordangraben vom Hulatal im Norden bis zum Wadi Arava im Süden (stark überhöht).

Die daran angrenzenden Höhenzüge des Golan und des Galilee verflachen nach Süden. Auf Höhe des Hulatal erheben sie sich im Westen noch bis auf 1000 m und im Osten bis auf 1400 m NN. Östlich und westlich des Beq'at Kinarot erheben sich die Gipfel des Unteren Galilee noch höchstens 200 m über NN und die Ausläufer des südlichen Golan bis zu 400 m über NN. Sowohl perennierende als auch episodisch Wasser führende Wadis haben die Flanken des Grabens tief eingeschnitten. Während der Wintermonate, in denen der Jahresniederschlag fällt, schwemmen Flutereignisse durch diese Wadis große Mengen an Feinsedimenten in den See ein.

Die südliche Fortsetzung des Beq'at Kinarot ist das etwa 6 km schmale Zentrale Jordantal, das im Westen vom Unteren Galilee und Samaria und auf jordanischer Seite vom Gil'ad Plateau gesäumt

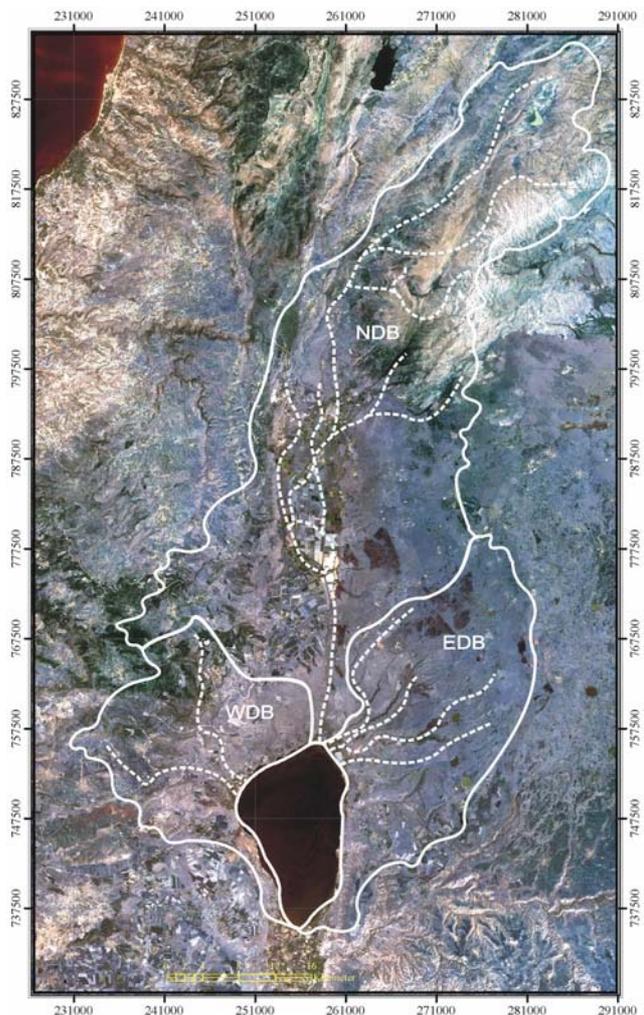


Abb. 3-3: Landsat TM Aufnahme des Einzugsgebietes des See Genezareth. EDB, NDB und WDB sind östliches, nördliches und westliches Drainagegebiet (in weiß umrandet).

(Bandkombination 1,2,3)

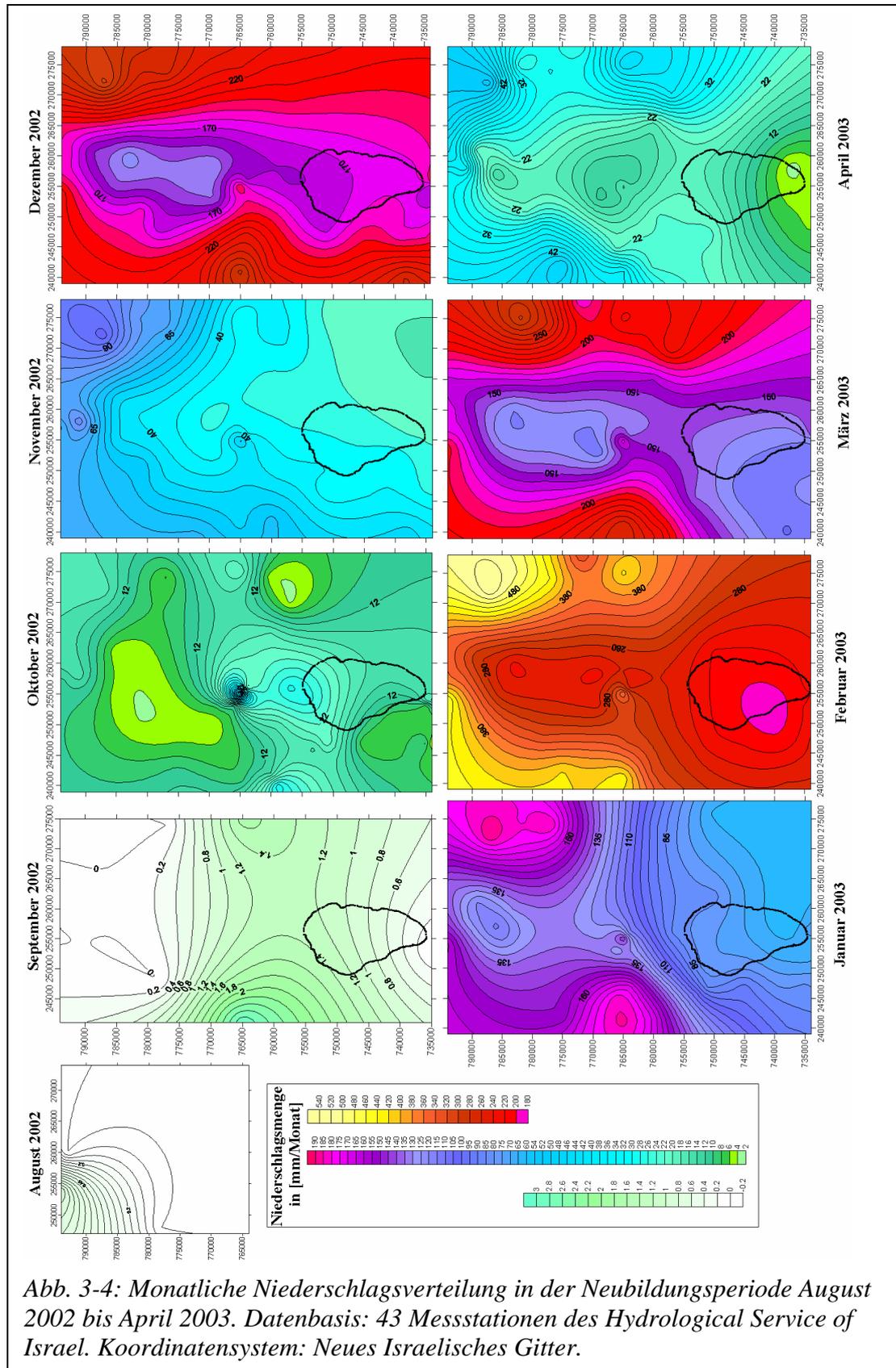
wird. Zwischen dem Unteren Galilee und Samaria tritt vom Mittelmeer das Yizre'el-Tal ins Jordantal ein (Abb. 3-1). Letzteres verbreitert sich hier bis auf 20 km und weist nun einen von pleistozänen Sedimenten verflachten Talboden auf.

3.1 Klimatische Bedingungen

Israel liegt im Übergangsbereich verschiedener Klimaregime, deren Wechselwirkungen eine starke räumliche Variabilität der Klimafaktoren verursacht, jedoch ganzjährig ein relativ stabiles Westwindssystem erzeugt. Im Winter verlagern polare Hochdruckgebiete den globalen Westwindgürtel der nördlichen Hemisphäre nach Süden. Infolge dessen werden dem Levant europäische Kaltluftfronten zugeführt, welche Wärmeenergie aus dem Mittelmeer aufnehmen. Die Quelle der Energie ist zunächst kühles Atlantikwasser, das während des Sommers im höher salinaren Mittelmeer oberflächennah von Gibraltar nach Osten fließt, erwärmt und durch Evaporation aufkonzentriert wird. Die resultierende höhere Dichte führt anschließend zur Versenkung vor der Küste des Levants und zur Wärmeenergiespeicherung (Horowitz & Assaf, 1981). Diese Energie wird im Winter teilweise an die polare Kaltluft abgegeben, wodurch über dem Mittelmeer Zyklone entstehen (Gat & Dansgaard, 1972). Solche, aber auch atlantische Zyklone, werden von den vorherrschenden Westwinden in den Levant transportiert und durch die Höhenzüge des Galilee und der Westbank zum Aufstieg gezwungen, was von Oktober bis März zu subtropischen und hoch variablen Winterniederschlägen führt. In den verbleibenden Monaten kommt es zu keinen nennenswerten Niederschlägen (HSI, 2004). Im direkten Einzugsgebiet des See Genezareth variiert der Jahresniederschlag zwischen 270 mm und 720 mm (HSI, 2004) und beträgt im langjährigen Mittel 400-500 mm/a (EXACT, 1998; Shentsis & Ben-Zvi, 2001). Abbildung 3-4 zeigt, dass durch den steilen Abfall der Grabenflanken (200 m NN im Galilee) auf unter -200 m NN am See Genezareth die Menge an direktem Niederschlag über dem See und innerhalb des Grabens geringer ist als in den Flanken und Höhenlagen (bis 1.100 mm im Hermon Massiv) (Neumann & Stanhill, 1979; EXACT, 1998). Die Niederschläge fallen zumeist als Regen und nur im Gebiet des Hermons häufiger auch als Schnee.

Im Sommer beherrschen die Hochdruckgebiete über der Sahara und die Monsun-Tiefdrucksysteme des Indischen Ozeans die Region und bringen heiße und trockene Luft aus W' und NW' Richtungen. Treffen die Luftmassen auf die morphologische Depression des Jordantals, werden sie aufgrund der Topographie und der beständigen Tiefdruckgebiete über dem Roten Meer nach Süden abgelenkt. Daher sind während des Sommers im Jordangraben Nordwinde typisch (Horowitz, 2001). Im Frühjahr und Herbst dagegen, wenn Hochdruckgebiete über der Arabischen Wüste entstehen, treten im Jordangraben trockene und heiße Süd-

winde auf. Die Tiefenlage des Grabens führt zur Verschleppung des ariden Negev- und Arava-Klimas bis weit nach Norden und zur Erwärmung der Fallwinde von den Grabenflanken. Daher herrschen im Beq'at Kinarot ganzjährig ausgeglichene Temperaturen, während die



Temperaturschwankungen in den umliegenden Höhenlagen des Galilee und des Golan sehr viel ausgeprägter sind. Als Folge der unterschiedlichen Klimaregime und der Morphologie des Landes sind in Israel von Nord nach Süd und von West nach Ost steile Gradienten in der Temperatur, Windrichtung sowie der Niederschlagsverteilung zu beobachten (EXACT, 1998).

3.2 Der äolische Sedimenteintrag

Etwa $40 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ aeolischer Staub (Ganor, 1996) werden im Einzugsgebiet des Sees während Gewitterstürmen, aber auch durch die Wüstenwinde aus der Arabischen Wüste und der Sahara eingetragen. Die Gesamtmenge an äolischer Sedimentablagerung wird von Ganor et al. (2000) mit 10×10^6 - 16×10^6 kg/a angenommen, wobei 30-40% unlösliche anorganische Bestandteile sind und ein ähnlich hoher Anteil wasserlösliche, anorganische Minerale wie Halit und Gips. Die saisonal variierenden Windsysteme führen im Sommer vorwiegend Calcit und Dolomit aus nahe gelegenen Karbonatgebieten zu. Im Winter werden vorwiegend quarzitisches Feinsande aus Nord-Afrika und Tonminerale in das Gebiet des Sees eingetragen. Generell ist nach Ganor et al. (2000) der Anteil an Feldspat in der äolischen Fracht im Jahresdurchschnitt mit 34% am höchsten, gefolgt von Quarz (28%), Calcit (21%) und Dolomit (17%). Die Tonfraktion ist durch die Minerale Kaolinit, Illit und Palygorskit vertreten, die vornehmlich Verwitterungsprodukte der Basalt- und Karbonatböden sind.

3.3 Die Sedimente des Seebodens

Als Folge der räumlich und saisonal stark variablen, jedoch hohen Sedimentationsraten von 2-7 mm/a (Serruya, 1973; Serruya, 1978b; Nishri & Koren, 1993; Thompson et al., 1985) (durchschnittlich 198×10^6 kg/a) ist der Seeboden, bis auf die Kursi Depression, morphologisch geglättet. Auf der Plattform südlich der Transformstörung Tiberias-Ha'On (Reznikov et al., 2005) sedimentieren vorwiegend grobkörnige Silikate aus den neogenen Ablagerungen vom östlichen Seeufer (Nathan, 1969). Am übrigen Seeboden akkumulieren große Mengen an Biomasse, die zu einem erhöhten Methangehalt (0.1-0.66 mg/l) im Sediment und Benthos führen (Ben-Avraham et al., 1986). Die kompakten, grauen Seesedimente werden von 2-5 cm weichem schwarzen Material bedeckt. Diese oberste Schicht wird im Winter durchmischt, weshalb Warven aus winterlichen Flutsedimenten, autochthonen Karbonaten (Frühjahr-Sommer) und organischen Ablagerungen (Sommer) fehlen.

Die Korngröße des Sediments nimmt mit der Wassertiefe ab. Die Tonfraktion bildet unterhalb 12 m Wassertiefe etwa 90-95% des Sediments (Singer et al., 1972). Die Hälfte des Sediments besteht aus Calcit, wovon etwa 75% (entspricht 412 - $588 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$) autochthon gebildet wurden (Serruya, 1978b). Die nicht-karbonatischen, meist alumo-silikatischen Ablagerungen

(Smektit, Kaolinit, Palygorskit und Quarz) werden als Detritus durch die Vorfluter und die Luft eingetragen (Tab. 3-1). Die Silikate und besonders Smektit und Kaolinit stammen aus den Terra Rossa- und Rendzina-Böden der Karbonate sowie den Basaltböden des Galilee und Golans (Gal, 1966; Singer, 1966). Von den durch den Jordan eingetragenen Mineralen der Tonfraktion sedimentiert Kaolinit zuerst. Daher dominiert das Mineral im Mündungsgebiet der Flüsse und als Folge der Corioliskraft entlang des NW' Ufers (Nishri & Koren, 1993; Laval et al., 2003). Im übrigen See überwiegen Smektite. Palygorskit tritt besonders oft in der Nähe der Mg-reichen Quellen am Ostufer auf, jedoch nicht als authigenes Mineral (Millot, 1964), sondern als allochthoner Eintrag aus den neogenen, Palygorskit führenden Sedimenten am Ostufer (Nathan, 1969).

Tab.3-1: Mineralogie der Tonfraktion in Böden und Sedimenten im Drainagegebiet:

Mineral	Basalt-Boden (Galilee) ¹	Basalt. Vertisole (Golan) ²	Braune kalkige Böden von neogenen Sedimenten ²	Terra Rossa auf Kalksteinen (Galilee) ³	Neogene Sedimente östliches Ufer ⁴	Seeboden (karbonatfreie Fraktion) ⁵ (=78% ± 13,2% der Tonfraktion)
Smektit	55-60	50-55	60-65	45-50	45-50	69
Kaolinit	25-30	35-40	25-30	30-35	25-30	18
Palygorskit	-	-	5-10	-	5-10	9
Illit	-	-	0-5	5-10	0-5	-
Quarz	5-10	5-10	0-5	10-15	-	4
Freie Oxide	5-10	5-10	0-5	5-10	-	-

¹⁾ Singer (1966), ²⁾ Singer (1971), ³⁾ Gal (1966), ⁴⁾ Nathan (1969), ⁵⁾ Singer et al. (1972)