

## 2. Das Untersuchungsgebiet

Die Betrachtung der naturräumlichen Verhältnisse in den beiden Untersuchungsgebieten Nanhuta Shan und Yushan erfordert das Verständnis allgemeiner physischer Charakteristika Taiwans. Im Folgenden werden daher sowohl die allgemeinen Verhältnisse in und um Taiwan als auch diejenigen der beiden Untersuchungsgebiete vorgestellt. Dabei wird auf die Nachvollziehbarkeit und Nachprüfbarkeit der in dieser Arbeit vorgestellten Untersuchungen Wert gelegt, was sich beispielsweise in einer Beschreibung der Zugänglichkeit der Untersuchungsgebiete widerspiegelt. Einen Überblick über die Lage von Ortschaften, auf die im Text verwiesen wird, gibt Abb. A8-1. Unterschiedliche Schreibweisen von Ortsnamen sind in Tab. A8-1 dargestellt.

### 2.1 Lage und Ausdehnung

Zum Territorium Taiwans, dessen offizieller Name Republik China (R.O.C.: Republic of China) ist, gehören 86 Inseln. Neben der Hauptinsel, die auch unter dem Namen *Formosa* bekannt ist, den ihr portugiesische Seefahrer gaben („Ilha Formosa“ = schöne Insel), gehören dazu die 64 Penghu- (Pescadore-) Inseln (127 km<sup>2</sup>), die 12 Inseln der Quemoy-Gruppe (150 km<sup>2</sup>), deren Hauptinsel nur 2 km vom chinesischen Festland getrennt liegt, sowie die Matsu-Gruppe (12 km<sup>2</sup>) mit den Inseln Matsu, Kaoteng, Peikan, Tungyin, Hsiyin, Tungchü und Hsichü. Die Gesamtfläche der Republik China beträgt 36.188 km<sup>2</sup> (Länderinformation des Auswärtigen Amtes der BRD). Die in dieser Arbeit vorgestellten Untersuchungen beschränken sich auf die Hauptinsel („Taiwan proper“). Für sie wird im Folgenden der international allgemein gebräuchliche Name Taiwan verwandt.

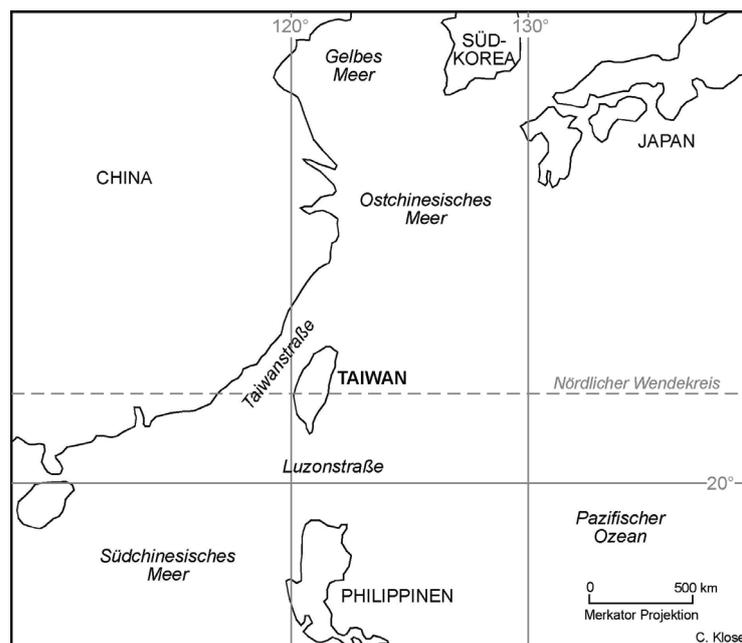
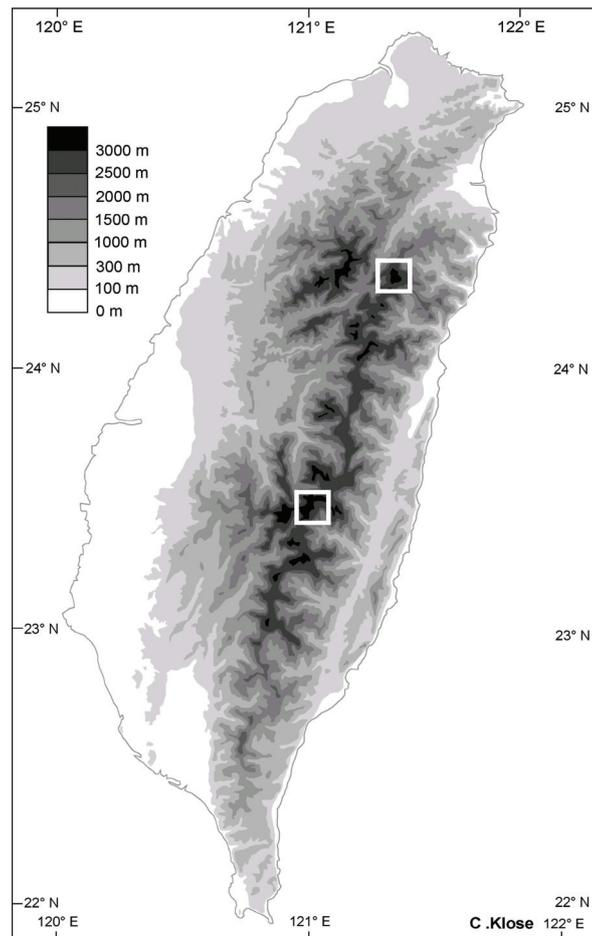


Abb. 2 Lage Taiwans

Taiwan liegt im westlichen Pazifik 160 km vor der Küste der Volksrepublik China (Festlandchina), von der sie geographisch durch die Taiwan-Straße getrennt ist (Abb. 2). Die Insel erstreckt sich zwischen 21°30' - 25°30' nördlicher Breite und 120° - 122° östlicher Länge. Der nördliche Wendekreis durchzieht die Insel in ihrem südlichen Drittel. Im Norden schließt sich der japanische, im Süden der philippinische Inselbogen an. Die Insel Taiwan ist 377 km lang, ihre breiteste Ausdehnung beträgt 142 km, die Gesamtfläche umfasst 35.899 km<sup>2</sup> (Statistical Yearbook of the R.O.C. 2004).



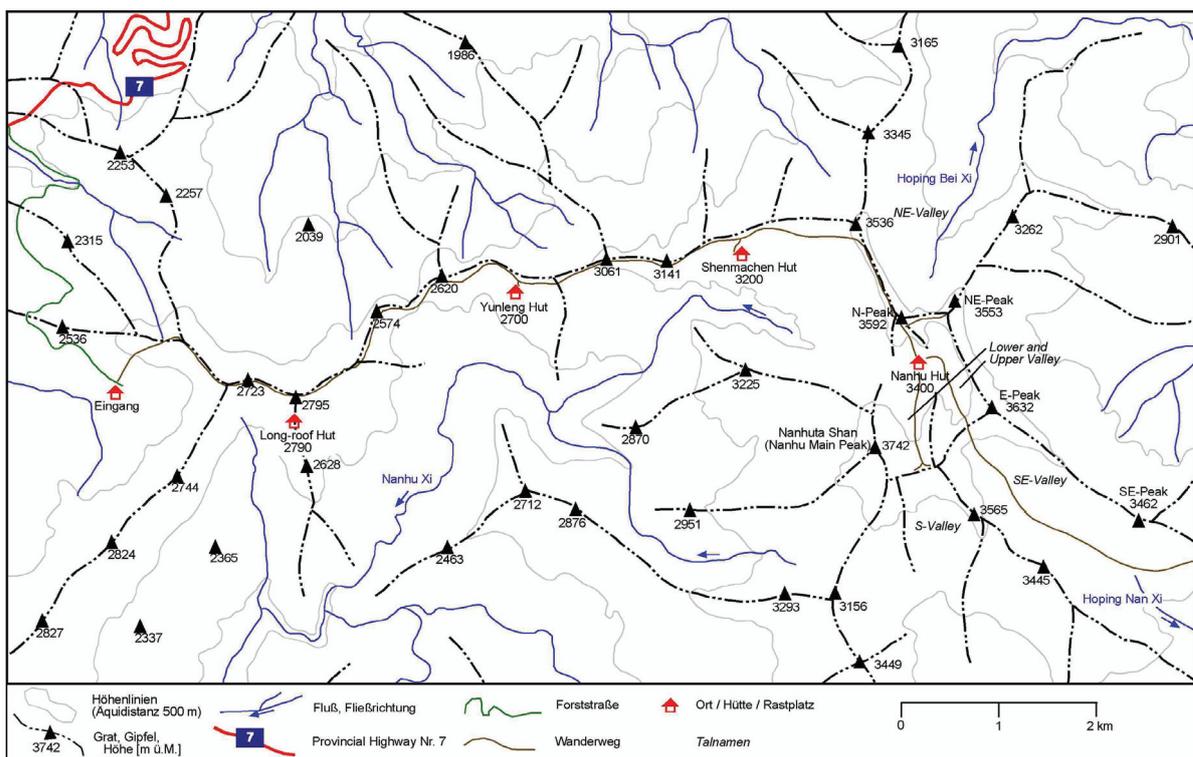
**Abb. 3** Lage der Untersuchungsgebiete Nanhuta Shan (N 24°21', E 121°26') und Yushan (N 23°28', E 120°56')

Das Nanhuta Shan Massiv liegt im Nordosten der Central Mountain Range bei N 24°21' und E 121°26' (Abb. 3). Es ist Teil des Taroko Nationalparks, der administrativ dem Nantou County zugeordnet ist. Das Untersuchungsgebiet wird über den Provincial Highway Nummer 7 (Northern Cross Island Highway) erreicht. Die 84 km südwestlich der Stadt Ilan gelegene Ortschaft Szuyuan ist der dem Untersuchungsgebiet am nächsten gelegene Punkt, der mit dem Auto erreicht werden kann. Von hier aus führt ein 6,7 km langer Wanderweg zum offiziellen Eingang in das Nanhuta Shan Gebiet (Tab. 2). Von dort aus sind es 17,5 km bis zum Nanhuta Shan. Der Weg verläuft auf dem Grat bzw. entlang der Talflanke nördlich des oberen Nanhu River.

Lokalität	Höhe [m ü.M.]	Entfernung von der Straße [km]	Zeit [h]
Szuyuan (road)	1900	-	-
Eingang (gate)	2250	6,7	~ 2
Long-roof Hut	2790	8,5	~ 3
Yunleng Hut	2700	12,2	~ 6
Shenmachen Hut	3200	15,5	~ 8,5
Nanhu Hut, Lower Valley	3400	17,5	~ 10,5

**Tab. 2** Wegpunkte/Etappen von der Ortschaft Szuyuan am Provincial Highway Nummer 7 zum Nanhuta Shan, ihre Entfernung und die benötigte Zeit um diese zurückzulegen. Die Zeit bezieht sich auf den Aufstieg bei zügigem Tempo ohne größere Pausen

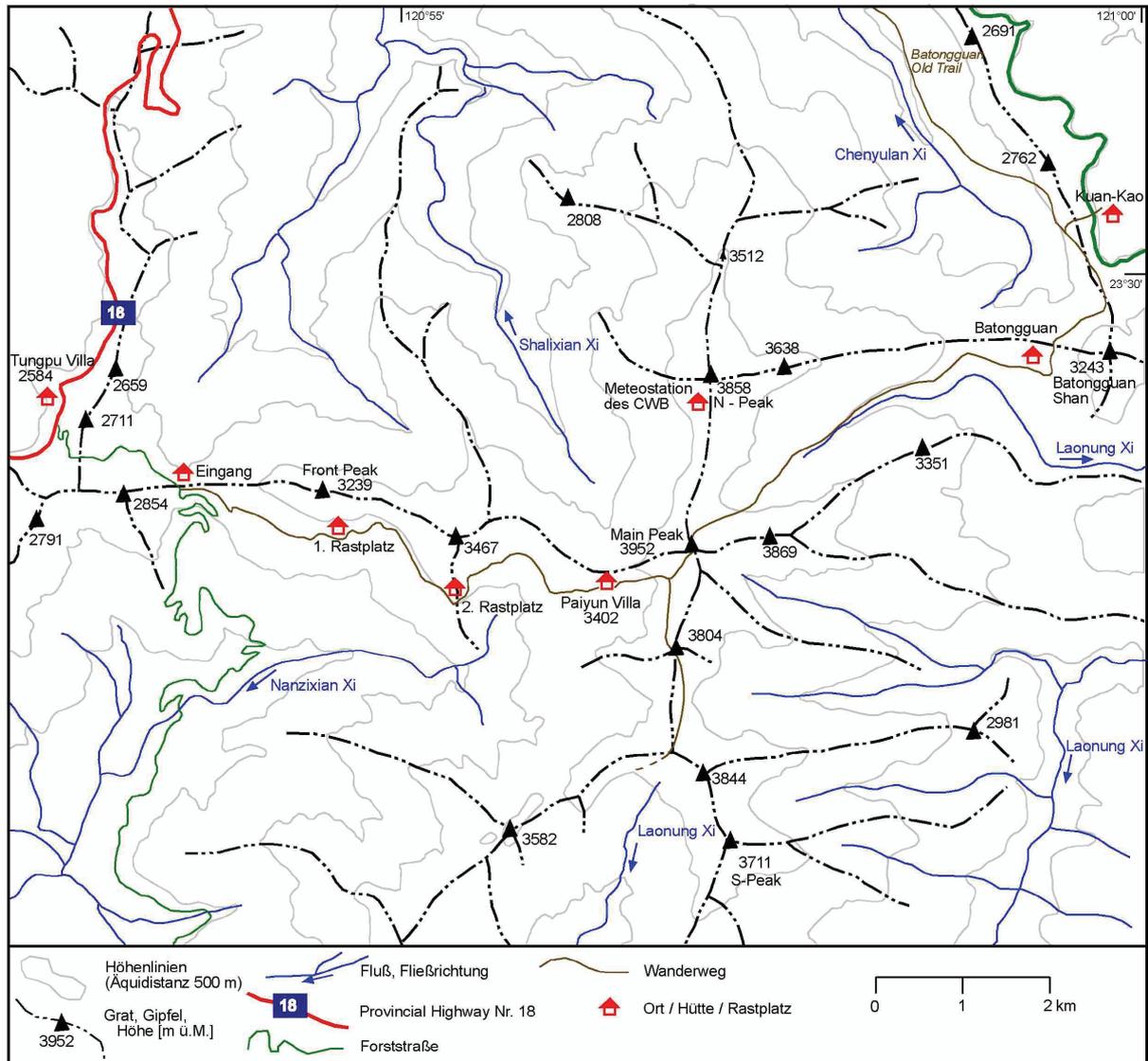
Das Untersuchungsgebiet im engeren Sinne umfasst das Upper Valley und das Lower Valley, die beiden Täler, die vom Nanhuta Shan (Nanhu Main Peak), Nanhu North Peak, Nanhu Northeast Peak und Nanhu Southeast Peak eingefasst sind, sowie das obere Southeast Valley (Abb. 4). Das Einzugsgebiet des Upper und Lower Valley haben zusammen eine Fläche von knapp 2 km<sup>2</sup>, das obere SE-Valley umfasst weitere ca. 2 km<sup>2</sup>.



**Abb. 4** Überblick über die Ausdehnung des Untersuchungsgebietes Nanhuta Shan, seine Anbindung und die hydrographischen Verhältnisse

Das Yushan Massiv liegt im Süden der Central Mountain Range bei 23°28'N und 120°56' E (Abb. 3). Es ist Teil des Yushan Nationalparks, der administrativ den Counties Nantou, Chiayi, Kaoshiung und Hualien zugeordnet ist. Das Untersuchungsgebiet wird über den Provincial Highway Nummer 18 (New Central Cross Island Highway) von Chiayi oder über den Provincial

Highway 21 von Shueili angefahren. Der Haupt-Wanderweg Richtung Yushan Main Peak (3.952 m) beginnt in der Ortschaft Tataka. Ein weiterer Weg führt von dem Ort Tungpu über Batongguan zum Main Peak (Abb. 5).



**Abb. 5** Überblick über die Ausdehnung des Untersuchungsgebietes Yushan, seine Anbindung und die hydrographischen Verhältnisse

Von Tataka führt der Weg über den Eingang am Tatchia Pass (2.680 m) westlich des Front Peak (3.236 m) zur Paiyun Villa (3.402 m), dem Basiscamp für das Untersuchungsgebiet. Die Strecke vom Eingang zur Hütte beträgt 9,3 km.

Von Tungpu führt der Weg entlang der orographisch rechten Talflanke des Chenyulan Xi. In Kuan-Kao, 14,3 km von Tungpu entfernt, gibt es eine Hütte, die als Basiscamp für Arbeiten in Batongguan genutzt werden kann, wenn dort nicht gezeltet wird. Von Kuan-Kao bis Batongguan sind es 2,8 km, etwa 1,5 Stunden Marsch. Der Grad der Instandhaltung des Weges nimmt mit zunehmender Entfernung von Tungpu, von wo aus Tagesausflügler die Strecke nutzen, ab. Der

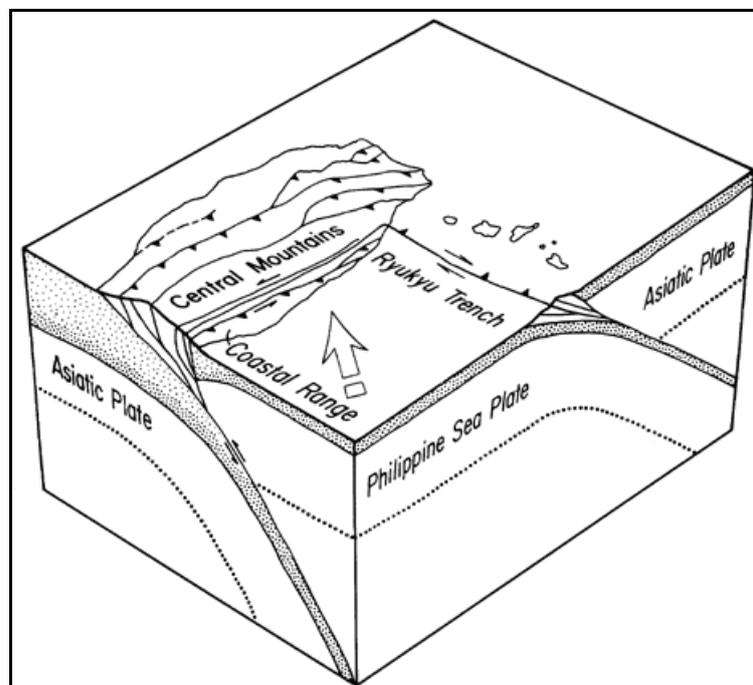
Weg ist schmal und führt an einer sehr steilen Talflanke entlang. Steinschläge und Hangrutschungen verschütten die Wege und stellen eine nicht unerhebliche Gefahr dar. Für Geländearbeiten in Batongguan empfiehlt sich daher von Westen her über den Yushan Main Peak in das Gebiet zu gehen. Der Weg zwischen Batongguan und dem Yushan Main Peak verläuft im Tal des Laonung Xi. Die Talflanken sind von Steinschlägen und Muren betroffen, der Weg ist aber dennoch gut begehbar.

Das Untersuchungsgebiet im Yushan umfasst die Talflanke westlich des Grats, der vom Yushan Main Peak zum South Peak verläuft, das Tal vom Main Peak nach Batongguan sowie Batongguan selbst.

## 2.2 Geologisch-tektonische Übersicht

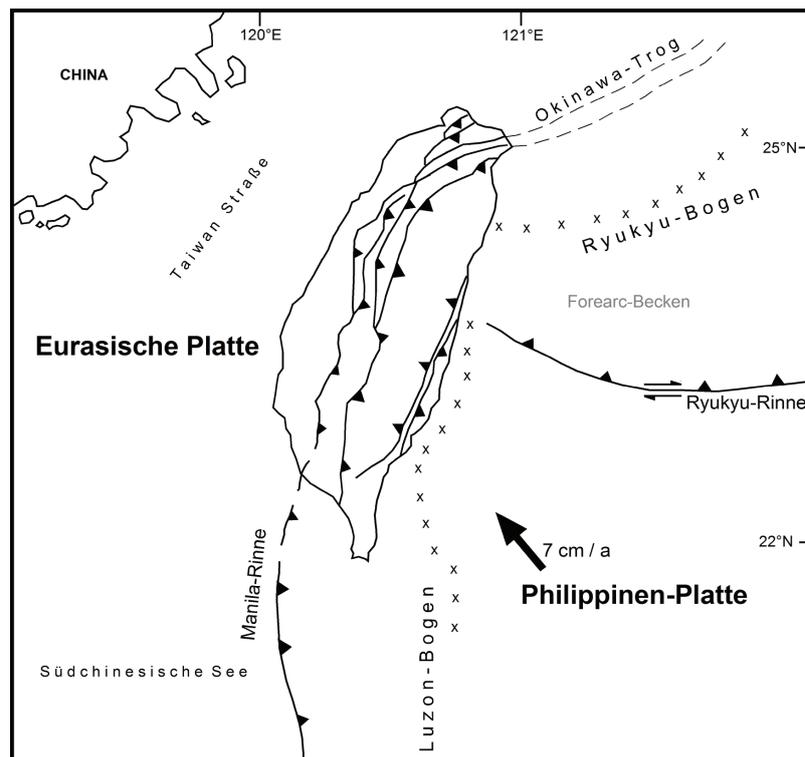
### 2.2.1 Tektonik

Die Insel Taiwan liegt an einer komplexen Verbindungsstelle zwischen der Eurasischen und der Philippinischen Lithosphärenplatte (Abb. 6 und 7). Die Pazifische Platte bewegt sich mit ca. 10 cm/a Richtung WNW, die Philippinische Platte hat mit ca. 7 cm/a dieselbe Bewegungsrichtung. Mit einer Konvergenzrate von 3 cm/a wird die Pazifische Platte entlang der Mariana-Rinne unter die Philippinische Platte subduziert (vgl. Eisbacher 1996: Abb. 27.11).



**Abb. 6** Schematisches Diagramm der plattentektonischen Situation der Insel Taiwan.  
Quelle: Liou und Hsiao 1999

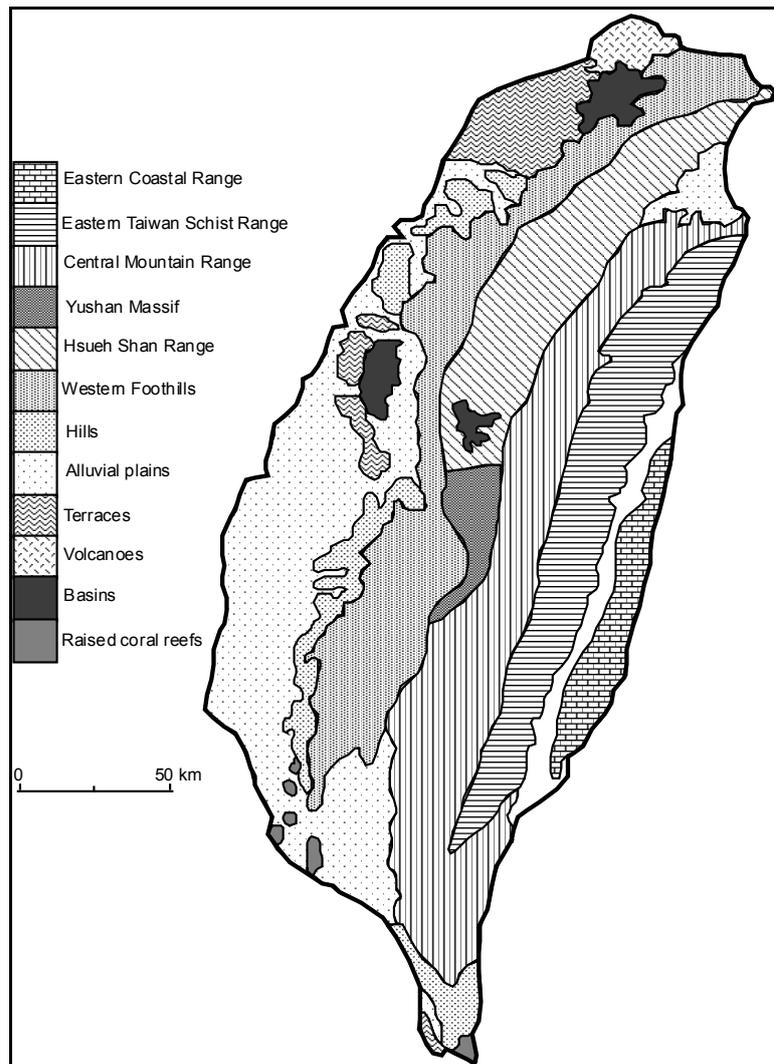
Nördlich und östlich von Taiwan subduziert die Philippinische Platte entlang des Ryukyu-Grabens unter die Eurasische Platte. Südlich der Insel subduziert die Eurasische Platte Richtung Osten unter die Philippinische entlang der Manila-Rinne. Diese schräge Subduktion weist zwei Bewegungskomponenten auf: eine Konvergenzkomponente, die für die reine Unterschiebung in die Subduktionszone verantwortlich ist, und eine Blattverschiebungskomponente, die parallel zum Plattenrand streicht (vgl. Burg 2004).



**Abb. 7** Skizze der Plattentektonische Situation in der Region um Taiwan.  
Nach CGS 1997, Ho 1986, Lin 2000

Eine der Wechselbeziehungen der beiden Platten besteht in der Inselbogen-Kontinent-Kollision des vulkanischen Luzonbogens mit dem Eurasischen Kontinent, die vor rund 4 Ma nahe der heutigen südlichen Ryukyu-Inseln nördlich von Taiwan begann und sich nach Süden hin fortpflanzte (Suppe 1981). Die seitlichen Störungsbewegungen der Blattverschiebung haben zur Ausbildung von fünf akkretionären Terranen geführt, aus denen sich die lithotektonischen Großeinheiten Taiwans ergeben (Abb. 8). Letztere werden von einer Suturzone, dem östlichen Längstal (Longitudinal Valley), das das Ostküstengebirge (Eastern Coastal Range) vom östlichen Zentralgebirge (Eastern Central Range) trennt, in zwei große tektonische Provinzen geteilt. Die westliche Provinz, die den größten Teil der Insel ausmacht, ist Teil des Eurasischen Kontinentalschelfs, die östliche - das schmale Ostküstengebirge - gehört tektonisch gesehen zur Philippinischen Platte. Die Südspitze Taiwans, die Hengchun Halbinsel, und die südliche Central Range repräsentieren die nördliche Verlängerung des Akkretionskeils, der in Folge der Subduktion der Eurasischen unter die Philippinenplatte entsteht (Barrier und Angelier 1986, Suppe 1981).

Folglich lässt sich Taiwan in verschiedene lithotektonische Großeinheiten gliedern (Abb. 8). Von Westen nach Osten setzen sie sich aus der westlichen Küstenebene (Western Coastal Plain), den Western Foothills, der Hsueh Shan Range, der Western Central Range, der Eastern Central Range und dem Ostküstengebirge (Eastern Coastal Range) zusammen. Die Hsueh Shan Range und die Western und Eastern Central Range werden für gewöhnlich als Central Mountain Range (CMR) zusammengefasst.



**Abb. 8** Lithotektonische Einheiten Taiwans. Nach Hsieh und Shen 1994, verändert

Durchschnittliche Hebungsraten in der zentralen Gebirgskette (Central Mountain Range = CMR) und dem Ostküstengebirge (Eastern Coastal Range) lagen in den letzten 9.000 Jahren bei etwa  $5,0 \pm 0,4$  mm/a (Lin 2000). Je nach Untersuchungsgebiet und -methode differieren einzelne Angaben stark von diesem Wert. Peng et al. (1977, zit. in Lin 2000) geben eine Hebungsrate für Nord-Taiwan von 2 mm/a für den Zeitraum 5.500 bis 1.500 a BP an. Konishi et al. (1968, zit. in Lin 2000) berechnen Hebungsraten zwischen 1,8 und 4,8 mm/a vom Norden zum Süden der CMR. Liu, C.H. (1995) geht von einer Beschleunigung der Hebungsrate von 7 auf 16 mm/a in den letzten

1,5 Ma aus, seine jüngeren Messungen ergaben Raten von 36-42 mm/a in der letzten Dekade. Dadson et al. (2003) geben Werte von 3 – 6 mm/a an. Das Gros der Autoren gibt jedoch eine Hebungsrate von durchschnittlich 5 mm/a an (z.B. Lin, J.-C. 2000, Liu, T.K. 1982, Literatur in Lin, C.-H. und Roecker 1998).

### 2.2.2 Erdbeben

Aufgrund seiner Lage zwischen zwei tektonischen Platten unterschiedlicher Polarität ist Taiwan einem hohen Maß an Seismizität sowie aktiven Faltungs- und Stauchungsvorgängen unterworfen. In den Jahren 1991-2003 gab es in Taiwan durchschnittlich rund 1.000 wahrnehmbare Erdbeben pro Jahr (Statistical Yearbook of Taiwan 2004). Wie eingangs bereits erwähnt, hatte das stärkste Erdbeben in den letzten 100 Jahren am 21.09.1999 um 01:47 Uhr eine Magnitude von 7,3 auf der Richter-Skala. Sein Epizentrum nahe der Stadt Chi Chi ist namensgebend für dieses Erdbeben. Mehr als 1.300 Nachbeben wurden bis zum nächsten Morgen registriert, das stärkste mit einer Magnitude von 6,8 in Zentral-Taiwan. Im Jahr 2002 wurden 28.907 Erdbeben aufgezeichnet (Taiwan Yearbook 2004), nur 5,8% davon waren jedoch wahrnehmbar (Statistical Yearbook of Taiwan 2004). Das stärkste Erdbeben in jenem Jahr fand am 31. März statt. Es hatte sein Epizentrum nahe der Stadt Hualien und eine Magnitude von 6,8 auf der Richter Skala. Am 10.12.2003 hatte ein Erdbeben der Stärke 6,6 sein Epizentrum im Taitung County im Südosten Taiwans. 186 Nachbeben folgten innerhalb von drei Stunden (Taiwan Yearbook 2004).

Die Epizentren der meisten Erdbeben beschränken sich auf die Regionen Ost- und Süd-Taiwan. Im Osten Taiwans liegen die Epizentren meist in der Gegend um Hualien und Ilan bzw. vor der Ostküste. Im südlichen Taiwan treten die häufigsten Erdbeben in der Gegend um Chiayi und Tainan auf (Ho und Lee 1963). Am häufigsten insgesamt treten Erdbeben in der Region um Hualien auf, rund 18 bzw. 30 km Luftlinie von den Untersuchungsgebieten Nanhuta Shan und Yushan entfernt. Daten über seismische Aktivitäten in Taiwan werden vom Seismic Observation and Reporting Centre des Central Weather Bureau von Taiwan in der Region zwischen 21° und 26°N sowie 119° und 123°E durchgängig erhoben (Statistical Yearbook 2004). Detaillierte seismische Daten aus dem Nanhuta Shan und Yushan liegen nicht vor. Die oben genannten Beispiele verdeutlichen jedoch, dass tektonische Aktivitäten bei der Betrachtung geomorphologischer Prozesse im Hochgebirge von Taiwan nicht außer Acht gelassen werden dürfen. Über die Erdbebenhäufigkeit in Taiwan im Untersuchungszeitraum gibt Tab. 3 Auskunft.

Jahr	Erdbeben
2001	990
2002	1.668
2003	983

**Tab. 3** Anzahl wahrnehmbarer Erdbeben in Taiwan in den Jahren 2001 bis 2003.  
Datenquelle: Statistical Yearbook of Taiwan 2004. Datenerhebung: Central Weather Bureau, Taiwan

### 2.2.3 Geologie

Aufgrund der tektonischen Situation nimmt der Metamorphosegrad der Gesteine von Westen nach Osten zu (Abb. 9).

Die Western Coastal Plain setzt sich vorwiegend aus schwach verfestigten, quartären klastischen Sedimenten und fluvialen Schottern aus der in Hebung begriffenen Central Mountain Range zusammen. Im Norden sind mächtige Schotterterrassen ausgebildet. Die Grenze zwischen der Küstenebene und dem Gebirgsvorland wird durch die westliche Deformationsgrenze definiert (Font 2002, Ho 1986).

Die Western Foothills setzen sich aus einer mächtigen Abfolge klastischer Sedimente aus flachmarinen und Schelfbereichen aus dem Oligozän, Miozän und frühen Pleistozän zusammen (Fuller et al. 2003, Font 2002). Dabei handelt es sich überwiegend um Sandstein, Schluffstein, Tonstein und Schiefer, lokal auch um Kalksteinlagen (Ho 1986).

Die Hsueh Shan Range besteht aus eozänen-oligozänen Quarziten und metamorphisierten marinen Flachwassersedimenten (Chang et al. 2000 zit. in Fuller et al. 2003, Lu et al. 1997). Die nach Westen einfallende Lishan-Verwerfung trennt die Hsueh Shan Range von der Backbone Range (Font 2002).

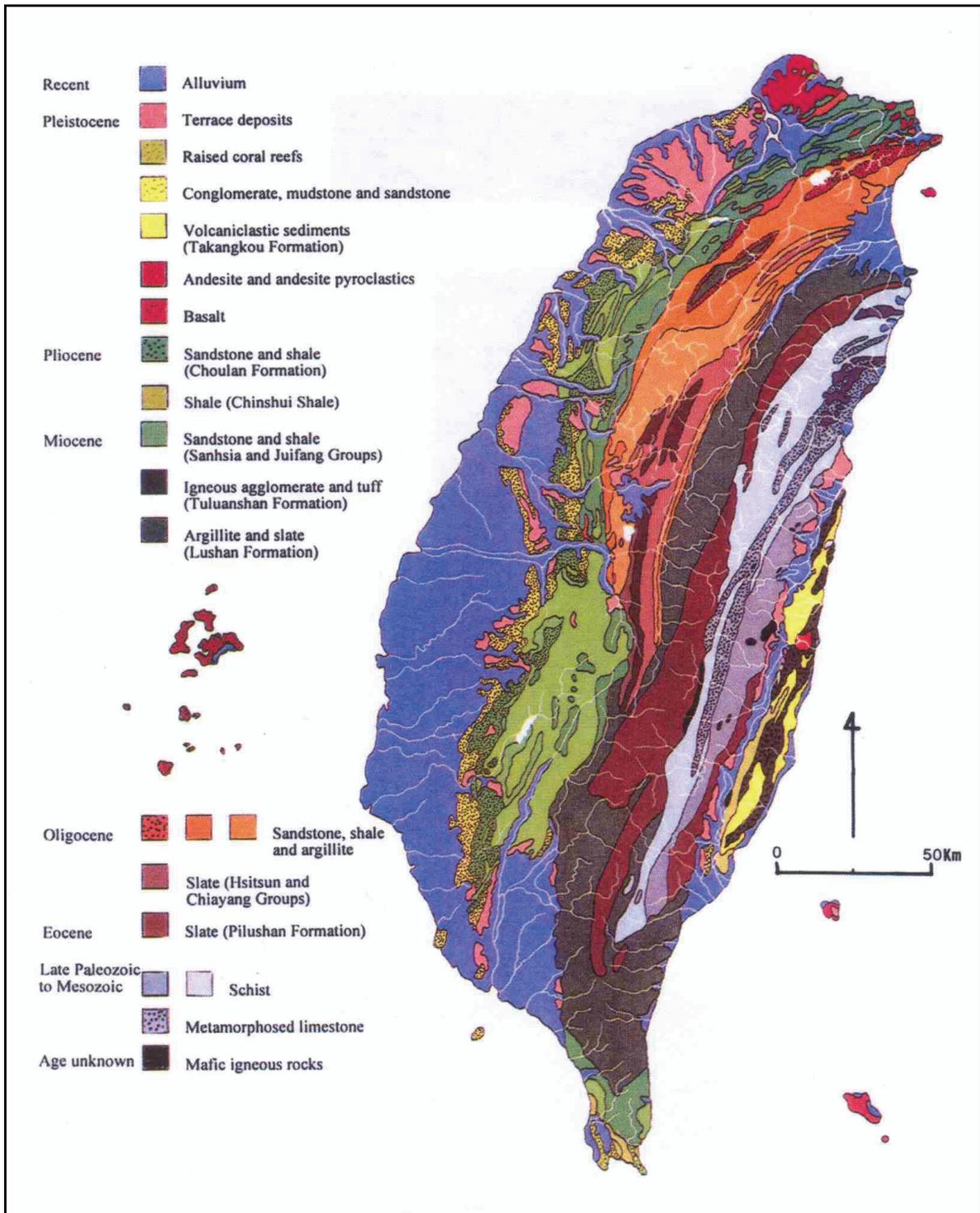
Das Deckgebirge der Western Central Range (Tailuko belt) setzt sich vornehmlich aus zwei Gesteinseinheiten zusammen: dem eozänen und dem miozänen Schiefergürtel (slate belt). Es besteht aus dunkelgrauem Flysch und Phylliten, die z.T. von Kalksteinlagen und Vulkaniten durchzogen werden. Das Grundgebirge wird von prätertiären Metamorphiten gebildet, die im östlichen Teil exponiert sind (Ho 1986).

Zwischen der Western und der Eastern Central Range verläuft eine Störungszone, die durch Mylonite gekennzeichnet ist.

Die Eastern Central Range (Yuli belt) besteht vorwiegend aus mesozoischen bis spät-paläozoischen Schiefen und metamorphisiertem Kalkstein. Der Tananao Schist der Eastern Central Range bildet die älteste Gesteinseinheit in Taiwan (Ho 1986). Seine Entstehung geht auf Ablagerungen im Perm/Trias zurück (Lin und Roecker 1998).

Die Central Mountain Range wird im Osten vom Longitudinal Valley, einer nach Osten einfallenden Überschiebungszone, begrenzt. Dieses Längstal wird durch die Suturezone zwischen der Eurasischen und der Philippinischen Platte gebildet (Font 2002).

Die Eastern Coastal Range stellt die nördliche Verlängerung des Luzon-Bogens dar (Ho 1986). Das Grundgebirge besteht im Wesentlichen aus Mio-/Pliozänen andesitischen Magmatiten. Eine plio-/pleistozäne Molassessequenz von 4-5 km Mächtigkeit sowie die Lichi Mélange bilden das Deckgebirge (Font 2002).



**Abb. 9** Geologische Karte von Taiwan. Quelle: Hsieh und Shen 1994. Angaben zu den Sedimenten der Western Foothills (hellgrüne Flächensignatur) fehlen in der Legende. Sie sind im Text (Kap. 2.2.3) erläutert

#### 2.2.4 Nanhuta Shan

Das Nanhuta Shan Massiv gehört tektonisch gesehen der Backbone Range bzw. Eastern Taiwan Schist Range an (Abb. 8 und 9; CGS 1997). Stratigraphisch ist das Massiv aus der eozänen Pilushan Formation aufgebaut. Verbreitete Gesteine sind Schiefer (slate) und Phyllite sowie grauer Quarz-Sandstein. Einzelne Linsen dunkelroter Vulkanite finden sich ebenso wie Kalkstein- und Mergellagen. Vereinzelt finden sich Kalksteinkonglomerate und Kalksandsteinschichten. Die Klasten der Konglomerate bestehen aus Schiefer (schist) und metamorphem Sandstein. Die Pilushan Formation unterscheidet sich von den jüngeren stratigraphischen Schichten der Backbone Range durch die relativ geringe Verbreitung von Sandsteinen, vergleichsweise höheren Vorkommen vulkanischer Linsen, der Verbreitung eozäner Foraminiferen und einer größeren Verbreitung von Kalksteinlagen und Kalk-Konglomeraten (CGS 2005). Der Untergrund des Untersuchungsgebietes ist von Schiefergesteinen dominiert. Etwa 100 m nördlich des Main Peak steht eine Quarzit-Bank an, die sich in nordöstlicher Richtung durch das Lower und das Upper Valley zieht. Im Flussbett des SE-Valley (vgl. Abb. 4, 25) ist in einer Höhe von 3.180 m ein Konglomerat aufgeschlossen, dessen Klasten Durchmesser bis 20 cm aufweisen (Photo 24).

#### 2.2.5 Yushan

Das Yushan Massiv ist tektonisch gesehen Teil der Hsueh Shan Range (s. Abb. 8 und 9; CGS 1997). Die älteste stratigraphische Einheit bildet die Shihpachungchi Formation des späten bis mittleren Eozän. Sie besteht aus schwarzen Tonschiefern (slate) und hellgrauem Sandstein. Die Shihpachungchi Formation wird zum Teil von Intrusivgesteinen durchdrungen. Einer dieser Intrusivkörper ist auf dem alten Batongguan Pfad zwischen Tungpu und Lolo exponiert. Konform darüber lagert der Tachien Sandstein, der sich überwiegend aus hellgrauem, fein- bis grobkörnigem Quarzsandstein zusammensetzt. Er ist dickbankig bis massiv mit Zwischenlagen aus metamorphen Schiefen (slate, metamorphosed shale). Der Tachien-Sandstein wird von der Chiayang Formation konform überlagert. Bei letzterer handelt es sich um eine mächtige Schiefer (slate)-Serie, mit geringmächtigen Schichten oligozänen bis eozänen feinkörnigen Sand- und Schluffsteins. Die untere Schicht der Chiayang-Formation wird von einer Serie wechselnder schwarzer Schiefer (slate) und hellgrauem metamorphem Sandstein gebildet. Diese Yushanchushan Formation bildet neben mehreren Gipfeln der Hsueh Shan Range auch den Yushan Hauptgipfel (CGS 2000, 2005).