

• *Date palm – Falaj – Irrigation – Settlement archaeology*

**Maher Nagieb, Stefan Siebert, Eike Luedeling,  
Andreas Buerkert (Kassel) and Jutta Häser (Berlin)**

## **Settlement History of a Mountain Oasis in Northern Oman – Evidence from Land-Use and Archaeological Studies**

*Siedlungsgeschichte einer Bergoase im Nordoman –  
Untersuchungen zur Landnutzung und Archäologie*

With 6 Figures, 3 Tables and 4 Photos

Little is known about the functioning and history of the rapidly decaying ancient mountain oases in Northern Oman. In the *Wadi Bani Awf* with its head oasis *Balad Seet* hydro- and pedological measurements were combined with archaeological surveys to derive a series of comprehensive settlement hypotheses. The main driving force for the dynamic development of this exemplary selected watershed at the northern foot of the *Hajar* mountain range was the availability of an abundant and stable flow of springs. The likely construction of a spring-based *aflaj* irrigation system and of elaborate terraces in the first millennium BC allowed an increasingly efficient water use for the production of dates, wheat and alfalfa. The scarcity of land and water might have been two major driving forces for the development of this mountain oasis over its three millennia of existence.

*Summary: Settlement History of a Mountain Oasis in Northern Oman – Evidence from Land-Use and Archaeological Studies*

To unravel the settlement history of oases in northern Oman, data on topography, the agricultural setting, water and soil parameters and archaeological findings were collected in the *Wadi Bani Awf* with its head oasis *Balad Seet*. Data collection lasted from April 2000 to April 2003 and was based on the establishment of a 3D-georeferenced map of the oasis comprising all its major infrastructural and agronomic features. At today's *Balad Seet*, a total of 8.8 ha are planted to 2,800 date palms and 4.6 ha are divided into 385 small fields dedicated to wheat,

barley, sorghum, oats, alfalfa, garlic, onion, lime and banana. Radiocarbon dating of charcoal in the lower part of the main terrace system determined its age to  $911 \pm 43$  years. Monthly flow measurements of four major *aflaj* systems showed a total maximum flow of  $32 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  with the largest *falaj* contributing 78% of the total flow. During drought periods, average water flow decreased by 3% per month, however, with significant differences between the spring systems. The analysis of the tritium/<sup>3</sup>helium ratio in the water led to an estimated water age of up to 10 years. In combination with the flow data, this provided insights into the elasticity of the spring flow over time. The use of the natural resources of the *Wadi Bani Awf* by a pastoral population started

probably in the early 3<sup>rd</sup> millennium BC. The first permanent settlement might have been established at Balad Seet during the first part of the 1<sup>st</sup> millennium BC. Presumably it was initiated by settlers from al-Hamra, a village at the southern foot of the Hajar mountains. Given an abundant and stable flow of springs, even in periods of drought, the construction of Balad Seet's first irrigation systems may have occurred at this early time. The combination of topographic, agricultural, hydro-pedological and archaeological data allowed assessment of the carrying capacity of this oasis over the three millennia of its likely existence. The changing scarcity of land and water and the eventual optimisation of their use by different *aflaj* constructions have been major driving forces for the development and apparent relatively stable existence of this oasis.

*Zusammenfassung: Siedlungsgeschichte einer Bergoase im Nordoman – Untersuchungen zur Landnutzung und Archäologie*

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Entschlüsselung der jahrtausendealten Siedlungsgeschichte von Oasen im Nordoman am Beispiel des Bani Awf Tales mit seiner Kopfoase Balad Seet. Dazu wurden zwischen April 2000 und April 2003 topographische, landwirtschaftliche, hydrologische und pedologische Messungen sowie archäologische Geländeaufnahmen auf der Grundlage einer dreidimensionalen Geländekartierung durchgeführt. Die Analyse zeigte 2800 Dattelpalmen auf 8,8 ha Fläche und 385 mit Weizen, Gerste, Sorghum, Hafer, Luzerne, Knoblauch, Zwiebeln, Limetten und Bananen bestandene Kleinparzellen mit einer Gesamtfläche von 4,6 ha. Das Alter der Hauptterrassen konnte mittels <sup>14</sup>C-Datierung von Holzkohle in einem Bodenprofil auf 911 ± 43 Jahre bestimmt werden. Monatliche Wasserflussmessungen der vier wichtigen Quellkanalsysteme ergaben eine maximale Gesamtwassermenge von 32 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, woran das größte Kanalsystem einen 78%igen Anteil hatte. Während einer längeren Trockenphase nahm der Wasserfluss monatlich um durchschnittlich 3% ab, wobei allerdings deutliche Unterschiede zwischen den vier Kanalsystemen festgestellt werden konnten. Die Bestimmung des Tritium/<sup>3</sup>Helium-Isotopen-

verhältnisses in den Quellwässern ergab deren Alter mit bis zu 10 Jahren und erlaubte in Verbindung mit den Flussmessungen eine Abschätzung der Elastizität der Wasserverfügbarkeit über die Zeit. Die Nutzung der natürlichen Ressourcen im Wadi Bani Awf begann vermutlich im frühen 3. Jahrtausend v. Chr. durch eine nomadische Hirtenbevölkerung. Die dauerhafte Besiedlung von Balad Seet dürfte bereits in der ersten Hälfte des frühen 1. Jahrtausends v. Chr. eingesetzt haben. Sie wurde vermutlich von Siedlern aus al-Hamra auf der Südseite des Hajar-Gebirges initiiert. Es gibt Hinweise darauf, dass bereits zu dieser frühen Zeit in Balad Seet die ersten einfachen Bewässerungskanalsysteme entstanden sein könnten. Die Kombination von biophysikalischen Messergebnissen und archäologischen Befunden erlaubte auch eine erste Abschätzung der Besiedlungsdichte dieser Oase über den Zeitraum ihrer vermutlich dreitausendjährigen Geschichte. Die wechselnde Knappheit von Ackerland und Wasser sowie deren letztliche Optimierung durch den Bau verschiedener *aflaj*-Kanalsysteme dürften wesentliche Triebkräfte für die Entwicklung und den Bestand der Oase gewesen sein.

*Résumé: Histoire de l'établissement d'une oasis de montagne au nord d'Oman – Recherches d'usage du terrain et d'archéologie*

Pour révéler l'histoire de l'établissement d'oasis du nord d'Oman, des mesures biophysiques et des recherches archéologiques ont été conduites dans l'oued Bani Awf et son oasis amont, Balad Seet. La collecte des données s'est déroulée d'avril 2000 à avril 2003. Elle repose sur le lever d'une carte de l'oasis en 3 dimensions comprenant les principaux aménagements agricoles et hydrauliques. De nos jours à Balad Seet, 2800 palmiers dattiers sont plantés sur une superficie totale de 8,8 ha et 4,6 ha sont subdivisés en 385 petites parcelles vouées aux cultures de blé, orge, sorgho, avoine, luzerne, ail, oignon, citrons verts et bananes. Une datation au <sup>14</sup>C d'une pièce de charbon prélevée à la base du principal système de terrasse établit son âge à 911 ± 45 ans. Les mesures mensuelles des flux de sortie des quatre principaux canaux (*aflaj*) indiquaient un flux maximal de 32 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> auquel le principal *aflaj* contribue pour

78%. Au cours des périodes de sécheresse les flux de sortie moyens décroissaient de 3% par mois avec, cependant, de significatives différences entre sources. Une analyse du rapport tritium/hélium de l'eau conduisait à estimer l'âge moyen de l'eau à jusqu'à 10 ans environ, ce qui, avec les données de flux, donnait une idée de l'élasticité temporelle de l'écoulement des sources. La première occupation humaine, par des éleveurs, de l'oued Bani Awf remonte probablement au 3<sup>ème</sup> millénaire BC alors que la première occupation de Balad Seet remonte au début du 1<sup>er</sup> millénaire BC. Probablement, initiée par migrants provenant d'al-Hamra, un village du sud des monts Hajar. L'écoulement des sources étant abondant et stable, même en période de sécheresse, la construction du premier système d'irrigation de Balad Seet peut remonter à ces premiers temps. La combinaison de données archéologiques et

biophysiques permettait d'évaluer la capacité de charge de l'oasis au cours des trois millénaires de son existence probable. Les variations du manque de terre et d'eau et leur optimisation par la construction de divers *aflaj* ont été les forces directrices majeures du développement et de l'existence continue de l'oasis.

*Dipl.-Ing. Maher Nagieb, Dipl.-Ing. Stefan Siebert, Prof. Dr. Andreas Bürkert*, Institute of Crop Science, University of Kassel, Steinstr. 19, 37213 Witzendhausen, Germany, nagieb@wiz.uni-kassel.de, ssiebert@wiz.uni-kassel.de, buerkert@uni-kassel.de

*Dr. Jutta Häser*, Deutsches Archäologisches Institut, Orient-Abteilung, Podbielskiallee 69-71, 14195 Berlin, Germany, juh@orient.dainst.de