

• *Megacity development – Semiarid – Water scarcity – Climate change*

Katharina Fricke, Thomas Sterr, Olaf Bubenzer and Bernhard Eitel

**The Oasis as a Megacity:
Urumqi's Fast Urbanisation in a Semiarid Environment**

Die Oase als Megacity: Urumqis schnelle Urbanisierung in einem Trockenraum

With 5 Figures

Urumqi represents one of the most dynamic examples of urban development of the last 50 years, changing from a traditional Central Asian city of less than 100,000 inhabitants in 1950 to the most important economic growth pole of northwestern China with a population of approximately 4 million people. Due to its location in a narrow semiarid green belt between the glaciated Tianshan Mountains and the vast semi-desert lowlands of the Junggar Basin, water from the surrounding mountains is indispensable to human activities in this area. However, the sharp increase in water demand during the last 50 years has resulted in the usage of approximately 89 % of surface runoff. In addition, nearly 50 % of Urumqi's water supply is extracted from groundwater resources. This article describes the hydrological system of Urumqi and the water-related challenges that have to be met in the coming years.

Summary: The Oasis as a Megacity: Urumqi's Fast Urbanisation in a Semiarid Environment

The City of Urumqi is situated in northwestern China in a semiarid environment with an extremely continental climate. It is located in a narrow green grassland corridor between the Gurbantünggüt Desert and semi-desert lowlands in the north and the glaciated Tianshan Mountains in the south. The annual precipitation is about 200 to 300 mm with most of the water necessary for human activities provided by the mountainous surroundings. Urum-

qi represents one of the most dynamic city developments of the last 50 years, shifting from a traditional Central Asian city of less than 100,000 inhabitants in 1950 to the most important economic growth pole of northwestern China with approximately 4 million people in the greater Urumqi region. In the 1950s, the central government began to transform solely the extensively used peripheral areas of the northwestern basins into areas with more intensive utilisation, thereby facilitating first agricultural and later also industrial expansion. Not surprisingly, this successful economic development resulted in a rise in

water demand in this ecologically sensitive dryland environment. Rivers and smaller streams supply the greater Urumqi region with mountain and glacial water throughout the year. On the foothills, the surface runoff seeps into and infiltrates the alluvial fan, in which surface and groundwater are in an intensive exchange. Therefore, it is difficult to differentiate between surface and groundwater bodies in and outside of the urban area and to determine and specify the consequences of human activities on its quality and quantity. Despite the topographical advantage of the city, Urumqi faces several water-related challenges: 1) high evaporation rates due to storage and transportation in open canal systems as well as flood irrigation, 2) low water quality due to intensive usage and general salinisation, 3) very high water consumption rates, and 4) overexploitation of groundwater resources. Additionally, global climate change affects the sensitive water balance in the region. The quantity of precipitation tends to increase and to lead to a more variable and concentrated runoff regime. Additionally, rising temperatures cause the glaciers and snowfields in the mountains to melt and reduce the storage capacity, which originally provided melt water during the vegetation and planting period. Therefore, adaptation to the changes includes increasing the efficiency of water usage, thereby decreasing the overall consumption, securing the water supply by enhancement of the storage and transportation system, and improving the water quality by means of better water treatment and management. However, these investments and changes have to be made without compromising the overall economic development, which is probably the greatest challenge. Future research will have to analyse the exact consequences of climate change and anthropogenic activities in order to develop feasible measurements and interventions as well as to monitor the results of technical implementation.

Zusammenfassung: Die Oase als Megacity: Urumqis schnelle Urbanisierung in einem Trockenraum

Geprägt von semiariden Bedingungen und extrem kontinentalem Klima, liegt die nordwestchinesische Provinzhauptstadt Urumqi in einem schmalen Steppeingürtel zwischen der Gürbantüingüt-Wüste und

Halbwüsten-Niederungen im Norden und dem vergletscherten Tianshan-Gebirge im Süden. Der jährliche Niederschlag beträgt ca. 200 bis 300 mm, weshalb die Stadt den Großteil des für anthropogene Tätigkeiten benötigten Wassers aus den umgebenden Bergen bezieht. Urumqi stellt eine der dynamischsten Stadtentwicklungen der letzten 50 Jahre dar und wandelte sich von einer traditionellen zentralasiatischen Stadt mit weniger als 100.000 Einwohnern im Jahre 1950 zu dem wichtigsten wirtschaftlichen Wachstumspol Nordwest-Chinas mit ungefähr 4 Millionen Einwohnern in der heutigen Agglomeration. In den 1950ern begann die Zentralregierung die bis dahin nur extensiv genutzten peripheren Gebiete der nordwestlichen Beckenlandschaften in intensivere Nutzungsformen zu überführen, indem sie zuerst die landwirtschaftliche und später auch die industrielle Expansion unterstützte. Die erfolgreiche Entwicklung und der folglich steigende Wasserbedarf stehen begrenzten regionalen Wasserressourcen und einer ökologisch sensiblen Umwelt gegenüber. Flüsse und kleinere Wasserläufe versorgen die Agglomeration während des ganzen Jahres mit Wasser, das in den höheren Berggebieten als Niederschlag fällt und in Gletschern und Schnee zwischengespeichert wird. In den Fußhügeln sickert der oberflächliche Abfluss in den Schwemmfächer, wo Oberflächen- und Grundwasser in einem intensiven Austausch stehen. Daher ist es recht schwierig zwischen den Oberflächen- und Grundwasserkörpern in und um die Stadt zu differenzieren und die Auswirkungen von anthropogenen Aktivitäten auf Quantität und Qualität zu ermitteln. Trotz der topographischen Vorteile der Stadt wird Urumqi im Zusammenhang mit Wasser mit einigen Herausforderungen konfrontiert: 1) hohe Evaporationsraten aufgrund der verbreiteten Flächenbewässerung sowie Wasserspeicherung und -transport in einem offenen Kanalsystem, 2) geringe Wasserqualität aufgrund der intensiven Nutzung und generellen Versalzung, 3) beträchtliche Wasserverbrauchsrate und 4) übernutzte Grundwasserressourcen. Zusätzlich beeinträchtigt der globale Klimawandel die sensible Wasserbalance der Region. Die Niederschlagsmengen nehmen tendenziell zu und führen zu einem variableren und konzentrierteren Abflussregime. Gleichzeitig steigen die Temperaturen und bewirken das Abschmelzen der Gletscher und Schneefelder und somit eine Verringerung der Speicher, welche ursprünglich während der Aussaat und Vegetationsperiode Schmelzwasser zu Verfügung stellten. Eine Anpassung an diese

Veränderungen beinhaltet daher eine verbesserte Wassernutzungseffizienz und damit abnehmenden Gesamtverbrauch, Sicherung der Wasserversorgung durch Verbesserung des Speicher- und Transportsystems und Verbesserung der Wasserqualität durch erweiterte Wasserbehandlung und -management. Diese Investitionen und Veränderungen müssen jedoch durchgeführt werden, ohne die gesamtwirtschaftliche Entwicklung zu beeinträchtigen, was vermutlich die größte Herausforderung ist. Weitere Forschung muss die exakten Konsequenzen von Klimawandel und anthropogenen Aktivitäten analysieren, um realisierbare Maßnahmen und Eingriffe zu entwickeln, und die Ergebnisse der technischen Umsetzungen überwachen.

Résumé: L'oasis comme une mégapole: l'urbanisation rapide d'Urumqi dans un environnement semi-aride

La ville d'Urumqi est située au nord-ouest de la Chine. L'environnement est semi-aride et le climat extrêmement continental. Elle est située dans un couloir de steppe verdoyant et étroit entre le désert du Gürbantüggüt, des plaines semi-désertiques dans le nord et les glaciers des monts Tianshan dans le sud. Les précipitations annuelles atteignent environ 200 à 300 mm. La plupart de l'eau nécessaire aux activités humaines est assurée par l'environnement montagneux. Urumqi représente un des développements urbains les plus dynamiques des dernières 50 années, étant modifiée d'une ville traditionnelle de l'Asie centrale passant de moins de 100 000 habitants en 1950 au principal pôle de croissance économique du nord-ouest de la Chine, comptant environ 4 millions d'habitants dans l'agglomération d'aujourd'hui. Dans les années 1950, le gouvernement central a commencé à transformer les zones périphériques des bassins du nord-ouest. De zones utilisées extensivement, on est passé à des zones utilisées de manière de plus en plus intensives, d'abord en soutenant l'expansion agricole et plus tard aussi l'expansion industrielle. Ce développement a également une répercussion directe sur la demande en eau. Or les ressources en eau de la région sont limitées et l'environnement écologique est extrêmement sensible. Les rivières et les petits cours d'eau approvisionnent l'agglomération tout au long de l'année grâce aux précipitations des zones de hautes montagnes et à la fonte des neiges et des glaciers. Sur le contrefort, les écoulements de surface

s'infiltrent dans le cône de déjection, où les eaux de surface et souterraines se livrent à des échanges intensifs. Par conséquent, il est difficile de faire la différence entre des eaux de surface et des eaux souterraines dans et en dehors de la zone urbaine et de déterminer les conséquences des activités humaines tant sur la qualité que sur la quantité des eaux. Malgré la situation topographique avantageuse de la ville, Urumqi est confrontée aux plusieurs défis liés à l'eau: 1) le taux d'évaporation, élevé en raison de l'irrigation par inondation, de l'entreposage et du transport via des systèmes de canaux ouverts; 2) la mauvaise qualité de l'eau due à l'utilisation intensive et la salinisation générale; 3) les taux très élevés de consommation d'eau, et 4) la surexploitation des ressources en eaux souterraines. En outre, le changement climatique a des effets sensibles sur le bilan hydrique de la région. La quantité de précipitations a la tendance à augmenter et à induire un régime hydrologique plus variable et concentré. Parallèlement, la hausse des températures accélère la fonte des glaciers et des champs de neige dans les montagnes, ce qui tend à réduire la capacité de stockage, dont la fonte est nécessaire lors de la période de végétation et de semis. Pour s'adapter aux changements il faut utiliser l'eau à bon escient et par là diminuer la consommation globale, optimiser l'approvisionnement en eau par la valorisation du système de stockage et de transport, et améliorer la qualité de l'eau par un meilleur traitement et une meilleure gestion. Toutefois, ces investissements et changements doivent être faits sans pour autant compromettre le développement économique, qui est probablement le plus grand défi. La recherche ultérieure devra non seulement analyser les conséquences exactes des changements climatiques et de l'impact de l'activité humaine afin de développer des solutions réalisables ainsi que pour suivre les résultats des améliorations techniques.

Dipl.-Geogr. Katharina Fricke, Dr. Thomas Sterr, Prof. Dr. Olaf Bubenzer, Prof. Dr. Bernhard Eitel, Institute of Geography, Heidelberg University, Im Neuenheimer Feld 348, 69120 Heidelberg, Germany, katharina.fricke@geog.uni-heidelberg.de, thomas.sterr@geog.uni-heidelberg.de, olaf.bubenzer@geog.uni-heidelberg.de, bernhard.eitel@geog.uni-heidelberg.de