



NÖ GEOTAGE

„Gefahr – Wasser – Versorgung“

29. & 30. September 2011

Schloss Haindorf bei Langenlois

 Geologische Bundesanstalt



Titel: Gefahr – Wasser - Versorgung

Berichte der Geologischen Bundesanstalt <ISSN 1017-8880>, 88

Impressum:

Alle Rechte für das In- und Ausland vorbehalten

© Geologische Bundesanstalt, Wien

Redaktion: Harald Steininger

Medieninhaber, Herausgeber und Verleger:

Geologische Bundesanstalt

Neulinggasse 38

A 1030 Wien

www.geologie.ac.at

Druck: Riegelnik, Offsetschnelldruck, A 1080 Wien, Piaristengasse 19

Ziel der „*Berichte der Geologischen Bundesanstalt <ISSN 1017-8880>*“ ist die Verbreitung wissenschaftlicher Ergebnisse durch die Geologische Bundesanstalt.

Die „*Berichte der Geologischen Bundesanstalt*“ sind nicht im Handel erhältlich.

Inhalt

115 Jahre Hydrographisches Messnetz in Niederösterreich – Entwicklung von Niederschlag und Lufttemperatur	5
Friedrich SALZER	
INCA –an operational nowcasting system for hydrology and other applications.....	7
Alexander KANN & Thomas HAIDEN	
Ausweisung der Überflutungsbereiche – Grundlage des Hochwasserrisikomanagements ...	17
Bernd WINKLER	
Der Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung	19
Helmut AIGNER	
Das regionale instationär kalibrierte Grundwassermodell als wasserwirtschaftliche Entscheidungshilfe – Beispiel nördliches Tullner Feld	25
Johann FANK	
Grundwasserhochstände im Tullnerfeld Nord – Folgen für Siedlungsgebiete und Gegenmaßnahmen	31
Christoph BRAUNSTEIN	
Hochwasserschutz in NÖ am Beispiel der Donau.....	37
Dietmar PICHLER	
Siedlungsentwicklung und Wasser – eine komplizierte Beziehung.....	45
Gilbert POMAROLI	
CC-WaterS – ein europäisches Projekt zur Sicherung der Wasserversorgung.....	49
Gerhard KUSCHNIG	
Karsthydrogeologie und Speläologie in Niederösterreich	53
Rudolf PAVUZA & Lukas PLAN	
Grundwasser in Niederösterreich.....	59
Stefan RAKASEDER	
Wasserentnahmen aus Grundwasserkörpern – Herausforderungen für die Trinkwasserqualität	63
Franz DINHOBL	
Grundwasser und mineralische Rohstoffe – konfliktäre Geopotenziale?	69
Sebastian PFLEIDERER & Maria HEINRICH	
Wasserwirtschaftliche Vorranggebiete in NÖ für die Sicherung der Trinkwasserversorgung aus Porengrundwasserleitern im Hinblick auf Materialentnahmen (Trocken- und Nassbaggerungen)	73
Jörg EHRENREICH	
Einfluss von Nassbaggerungen auf die Oberflächen- und Grundwasserqualität	79
Christian MÜLLEGER	

Hydrogeologie und Geophysik – integrale Methoden zur Erkundung und Erschließung von Grundwasservorkommen (Projektbeispiele aus Niederösterreich)	83
Markus GMEINDL & Peter NIEDERBACHER	
Das Projekt CEframe – ein Beispiel für transnationale Zusammenarbeit im Bereich des Hochwasserschutzes / Risikomanagements	87
Verzeichnis der AutorInnen	89

115 Jahre Hydrographisches Messnetz in Niederösterreich – Entwicklung von Niederschlag und Lufttemperatur

Friedrich SALZER

Die Gründung und Organisation des Hydrographischen Dienstes in Österreich geht auf das k. u. k. Organisationsstatut von 1894 zurück. Darin wurde bereits eine 3-Teilung des Dienstes, nämlich in das Hydrographische Zentralbüro, die Hydrographischen Landesdienststellen und die Stationsbeobachter geregelt, eine Struktur, die noch heute besteht.

In den darauf folgenden Jahren wurde ein hydrographisches Grundmessnetz aufgebaut, sodass mit den ersten Niederschlags- und Lufttemperaturmessungen und Aufzeichnungen im Jahre 1895 begonnen werden konnte.

Somit können wir beim Hydrographischen Dienst in NÖ nun auf mehr als 115 Jahre andauernde Messreihen zurückgreifen.

Der Hydrographische Dienst in NÖ betreibt derzeit ein Messnetz von 259 Niederschlags-, 126 Lufttemperatur- und 118 Schneemessstellen. Neben der seit mehr als 100 Jahren kaum veränderten Messtechnik zur Erfassung des Tagesniederschlages mit einem einfachen Ombrometerkübel bzw. der Lufttemperaturmessung mittels Quecksilberthermometer, sind heute fast 100 Stationen auch mit hochauflösenden automatischen Messgeräten ausgestattet, von den bei mehr als 60 Stationen die Messdaten laufend im Internet visualisiert werden.

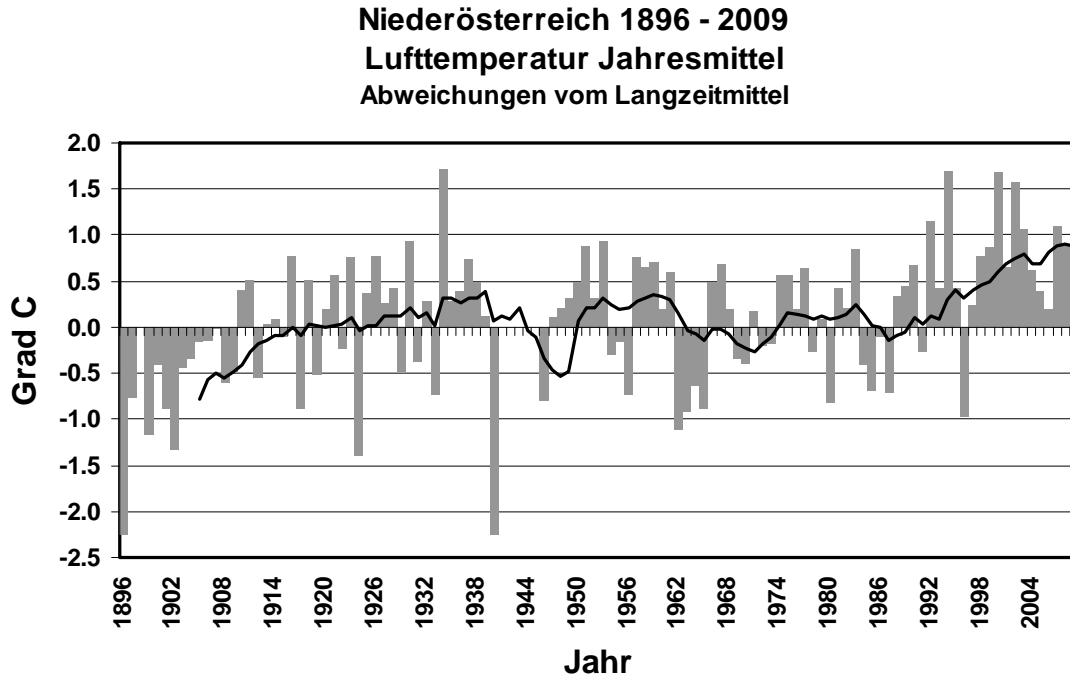
Alle Messdaten sind zurückreichend bis 1971 digital in der Datenbank HyDAMS erfasst und können so rasch für verschiedene mathematische bzw. statistische Auswertungen herangezogen werden, bzw. werden diesen Daten jedem (private Einzelperson, Planungsbüro, etc.) auf Anfrage übermittelt.

Im Rahmen des mehrjährigen Forschungsprojektes „Klimadiagnose Niederösterreich“, das vom Land Niederösterreich (Abt. Wasserwirtschaft) finanziert wurde, wurden die Messdaten (ca. 20000 Monatsrapporte) vieler Stationen, insbesondere jener die lange, nahezu lückenlose Messreihen aufweisen, digitalisiert, geprüft und teilhomogenisiert. Mit diesen Daten ist es nun möglich, sowohl den zeitlichen Verlauf, als auch die flächenhafte Veränderung einzelner hydrologischer Parameter darzustellen.

Aus den analysierten Langzeitdaten lassen sich zusammengefasst folgende **Besonderheiten des Klimaverlaufs von 1896 – 2010 in Niederösterreich** erkennen:

- sehr große Klimavariabilität, große Jahresschwankungen überlagern Trends
- Schwankungen einzelner hydrologischer Parameter (z. B. Lufttemperatur) entsprechen einer zonalen Verlagerung bis über 1000 km Nord-Süd-Erstreckung
- in kalten Extremmonaten herrschen Temperaturen im Mittel von Nordrussland
- in heißen Extremmonaten herrschen vollmediterrane Verhältnisse

Beim Verlauf der **Lufttemperatur** in NÖ zeigt sich analog zu den nahezu zahllosen weltweit durchgeführten Klimaauswertungen, ein Anstieg in den letzten 115 Jahren um etwa 1 bis 1,5 °C im Jahresmittel, wobei dieser **Anstieg** besonders stark in der warmen Jahreszeit und besonders markant in den letzten 20 Jahren zu beobachten ist.



Das **Niederschlagsregime von 1896 bis 2010** lässt folgendes erkennen:

- sehr große zwischen- und innerjährliche Variabilität
- Zunahme regionaler und innerregionaler Unterschiede
- insgesamt ist ein leicht fallender Trend bei den Niederschlagsjahressummen in NÖ zu beobachten
- Verlagerung der Niederschläge vom Sommer- ins Winterhalbjahr, insbesondere in den alpinen Regionen Niederösterreichs

Die Verlagerung der Niederschläge vom Sommerhalbjahr ins Winterhalbjahr führt insbesondere in kalten Wintern zu Schneereichtum. So sind etwa bei der Messstation **Lackenhof** **schneereiche Winter im letzten Jahrzehnt vermehrt** aufgetreten.

INCA – an operational nowcasting system for hydrology and other applications

Alexander KANN and Thomas HAIDEN

The high-resolution analysis and nowcasting system INCA (Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis) provides 3-D hourly fields of temperature, humidity, and wind, and 2-D fields of cloudiness, precipitation rate, and precipitation type at an update frequency of 15 min. The system operates on a horizontal resolution of 1 km and a vertical resolution of 100-200 m. It combines surface station data, remote sensing data (radar, satellite), forecast fields of numerical weather prediction models, and high-resolution topographic data. In the alpine area, the system provides meteorological input for operational high-resolution flood forecasting and winter road maintenance. INCA employs a new radar/raingauge combination algorithm and includes elevation effects on precipitation using an intensity-dependent parameterization. In temperature analysis and nowcasting the pooling of cold air is parameterized as a function of terrain parameters. Verification results showing the skill of the nowcast compared to a numerical weather prediction model (ALADIN) are presented.

1. INTRODUCTION

Most existing observation-based forecasting systems focus on the prediction of precipitation and convective activity (BROWNING & COLLIER, 1989; LI et al., 1995; HAND, 1996; GOLDING, 1998; PIERCE et al., 2000; SEED, 2003). During the World Weather Research Program (WWRP) Forecast Demonstration Project of the 2000 Sydney Olympics several of these methods were tested and compared (PIERCE et al., 2004). In the same project, one wind analysis and nowcasting system was tested and evaluated (CROOK & SUN, 2004). However, research has generally focused not so much on forecasting the wind field as such but its effect on the initiation and development of deep convection (WILSON & SCHREIBER, 1986; WILSON et al., 2004). Similarly, analysis and nowcasting of near-surface temperature (SUN & CROOK, 2001) and humidity has traditionally been regarded as a means for predicting convective developments and not so much as a value in itself.

At the same time there is an increasing demand in public and private sectors for high-quality very-short-range forecasts of temperature, wind, global radiation, cloudiness, and precipitation. Real-time flood-warning systems are implemented based on hydrological models that require meteorological input at small scales and short lead times. Transportation planning is increasingly dependent on meteorological forecasting. Weather services face the challenge of issuing weather warnings at a high update frequency and with more precise geographical specification.

In order to satisfy these requirements the INCA system was developed. The most important operational application of the system is flood forecasting. It should be emphasized that INCA is a relatively young system still undergoing scientific and technical development. While individual components and concepts have been developed earlier (HAIDEN, 1997; 1998; 2001) actual work on the operational system has started in spring 2004. The general strategy was to start with a working baseline version to which further improvements and refinements could be added in a step-by-step process. This approach has the advantage that (a) forecasters and applications using the baseline version can provide valuable feedback at an early stage, and (b) the baseline version can be used as a benchmark against which the significance of further improvements can be measured.

The following description gives an overview of the general characteristics and data sources (Sections 2 and 3) used in INCA. The analysis and nowcasting components are described in Section 4, and verification results are presented in Section 5.

2. GENERAL CHARACTERISTICS

The INCA system provides frequently updated forecasts in the nowcasting range (up to +6 h) and improves numerical weather prediction (NWP) forecasts for up to +48 h through downscaling and bias correction. The analyses generated by INCA are not used as initial conditions for NWP model integrations and therefore not constrained by NWP model dynamics or physics. Highly structured fields are produced both in space and time without causing noise-related adverse effects in subsequent forecasts. The methods used for spatial interpolation are simple, such as distance-weighting in geometrical and physical (e.g. θ -) space. The idea behind this choice is, apart from its straightforward implementation, that the system should be as transparent as possible and the number of 'climatological' assumptions kept at a minimum. It also makes further developments and improvements easier and allows easier interpretation of results. The meteorological fields analyzed in INCA are

- Temperature (3-d)
- Humidity (3-d)
- Wind (3-d)
- Gust speed (2-d)
- Precipitation (2-d)
- Precipitation type (2-d)
- Cloudiness (2-d)
- Global radiation (2-d)

There is limited inter-dependency between fields. For example, in the nowcasting of temperature the cloudiness analysis and nowcast is taken into account. The cooling effect of thunderstorm cells due to evaporation of precipitation is considered in the analysis and nowcasting of 2m temperature. The temperature, humidity, and wind analysis will be used to assess the initiation and evolution of convective cells (STEINHEIMER & HAIDEN, 2007).

In addition to the quantities listed above, derived fields are computed. These fields are mostly convective parameters such as lifted condensation level (LCL), convective available potential energy (CAPE), or equivalent potential temperature. Other derived fields are snowfall line and surface temperature needed for precipitation type (snow, rain, snow/rain mix, freezing rain), as well as icing potential, which is however still in the experimental stage. Using snowfall line, forecasts of snowfall accumulation (water equivalent) are generated.

The high resolution of 1 km is a fundamental characteristic of INCA. It enables the system to take most station observations at 'face value', since at this resolution the actual elevation and exposition of a station coincide reasonably well with those on the numerical grid. A wind observation at a mountain pass, for example, will not be representative of conditions a few km away because of acceleration of the flow through the pass. If this observation is used to create a high-resolution 3-d wind field analysis it is important that the analysis system is able to simulate the characteristics of the location. Only then can a kinematic or dynamic downscaling procedure make proper use of the local wind observation.

From topographic maps it can be seen that a resolution of 1 km is required to resolve major alpine valleys in a way that the modelled valley floor is close to the actual valley floor height. It is a sufficient resolution to approximately reproduce slope inclinations on the sidewalls of major valleys. Side-valleys, however, are already smoothed, even at 1 km resolution. It will be part of further studies with INCA to determine the potential benefit of having even higher resolution. Another reason for using the 1 km grid is that it corresponds to the resolution of the radar data used. One of the main conceptual differences between INCA and another Austrian analysis system VERA (STEINACKER et al., 2006) is that INCA analyses use NWP model information for interpolation between observations, whereas VERA uses climatological information through a fingerprint method.

The discretization in the vertical uses a z-system, where z is the height above the 'valley floor surface' shown schematically in Figure 1. In mountainous or hilly terrain, the valley floors of



Fig. 1: Schematic depiction of INCA coordinate surfaces. The vertical coordinate is the height above the valley floor surface, which forms the base of the topography. Vertical resolution is 200 m.

adjacent valleys are generally found at comparable heights. Thus one may define a hypothetical surface that is smooth compared to the actual topography and connects major valley floors (HAIDEN, 1998). In this way the topography is conceptually separated into a base topography and a relative topography. This separation is, of course, not unique, and depends on what is considered a major valley. In practical applications, the valley floor surface is computed objectively by identifying for every gridpoint the minimum elevation within a given radius, and arithmetically smoothing the resulting field over a circle of the same radius. For alpine topography, a radius of 10 km was found appropriate. Over completely flat terrain, topography and valley floor surface coincide. The vertical resolution of INCA is currently equidistant at $\Delta z = 200$ m. The system has 21 levels (including the surface), thus it covers the lowest 4000 m above the local valley floor surface. For the wind analysis, the valley floor surface is set to zero, i.e. a true z-coordinate with horizontal levels is used. The vertical increment in the case of wind has been set to $\Delta z = 125$ m

3. DATA SOURCES

In the case of the 3-d INCA analyses of temperature, humidity, and wind, NWP forecasts provide the first guess on which corrections based on observations are superimposed. For this purpose the output of the limited area model ALADIN running operationally at ZAMG is used. The NWP fields are 1-hourly, at a resolution of 9.6 km, with 60 levels in the vertical (WANG et al., 2006). The INCA analysis and nowcasting methods do not depend critically on the horizontal resolution of the NWP fields and can be based on other NWP models. The Swiss version INCA-CH, for example, uses COSMO fields as a first guess.

The single most important data source for the INCA system are surface meteorological stations. ZAMG operates a network of ~250 automated stations (Teilautomatisches Wetterstationsnetz, TAWES) across the country. In the vertical, this network spans most of the topographic range in Austria, with highest stations Brunnenkogel (3440 m), and Sonnblick (3105 m). Although the distribution of stations is biased towards valley locations there is a sufficient number of mountain stations to construct three-dimensional correction fields to the NWP model output, based on observations. The station density versus elevation roughly corresponds to the area-height distribution of the topography up to about 1500 m. At higher elevations, the station density is lower than it ideally should be according to the area-height distribution.

In addition to the meteorological stations the hydrological service of Austria operates a network of real-time hydrometeorological stations, of which ~100 have already been integrated into the operational analysis system. This gives a roughly two-fold increase in station density in those areas (Fig. 2). For the hourly temperature and humidity analysis, SYNOP stations from neighbouring countries are used as well.

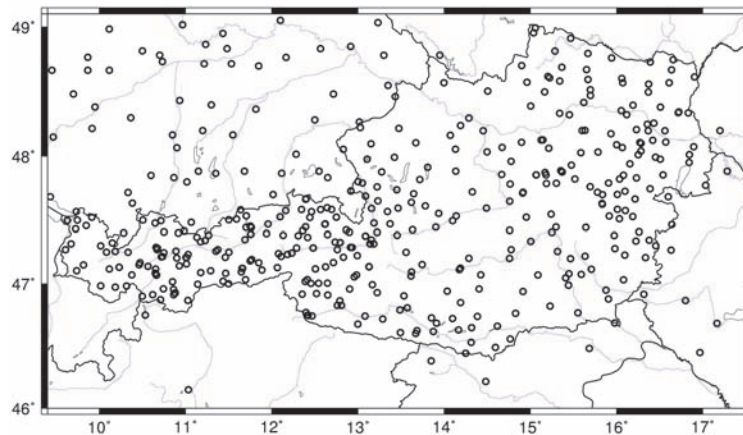


Fig. 2: Stations used operationally in the INCA temperature and humidity analysis (TAWES stations + SYNOP stations + hydrological stations).

The Austrian radar network is operated by the civil aviation administration (Austrocontrol). It consists of five radar stations located at the Vienna airport, near the city of Salzburg, near the city of Innsbruck (on Patscherkofel mountain), in northeastern Carinthia (on Zirbitzkogel mountain) and in western Austria (on Valluga mountain). ZAMG operationally obtains 2-d radar data synthesized from these 5 locations, containing column maximum values in 14 intensity categories, at a time resolution of 5 minutes. Ground clutter has already been removed from the data. However, due to the mountainous character of the country, radar data is of limited use in many areas in western Austria, especially during wintertime, when precipitation may originate from rather shallow cloud systems.

The Meteosat 2nd Generation (MSG) satellite products used in INCA are 'Cloud Type', which consists of 17 categories, and the VIS image. Cloud type differentiates mainly between different degrees of opaqueness. It also diagnoses whether clouds are more likely convective or stratiform in character. The VIS image is used to downscale the infrared-based (and thus coarser resolution) cloud types during the day.

The 1-km topography used in INCA is obtained through bilinear interpolation from the global 3'' elevation dataset provided by NASA (SRTM) (Fig. 3). For the extrapolation of 3-d ALADIN forecast fields into valleys, a 'valley floor surface' is derived from the elevation dataset. It represents the mesoscale average height of valley floors and is computed by assigning to every gridpoint the minimum elevation found within a radius of 10 km. The resulting field is smoothed with a running average 20km×20km window.

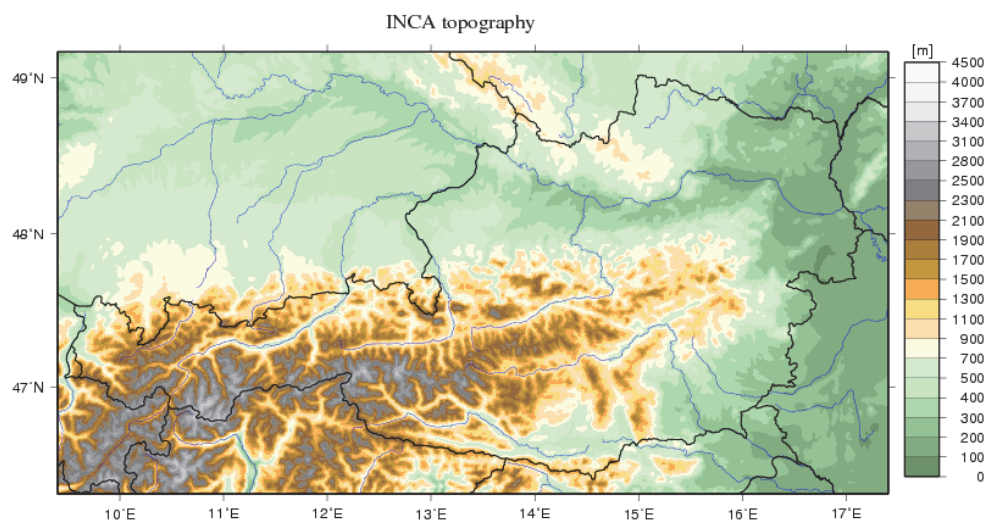


Fig. 3: INCA topography

4. ANALYSIS AND NOWCASTING

A full description of the INCA analysis and nowcasting scheme is given in HAIDEN et al. (2011). Here, a brief overview describing the methods used is presented. Those fields which are analyzed three-dimensionally (temperature, humidity, wind), are generated as follows.

First guess: The NWP fields are interpolated tri-linearly to the INCA grid (horizontal resolution 1 km, vertical resolution 200 m for temperature and humidity, 125 m for wind). Within valleys that are not represented by the NWP model, a downward shifting of the first guess to the valley-floor surface is performed.

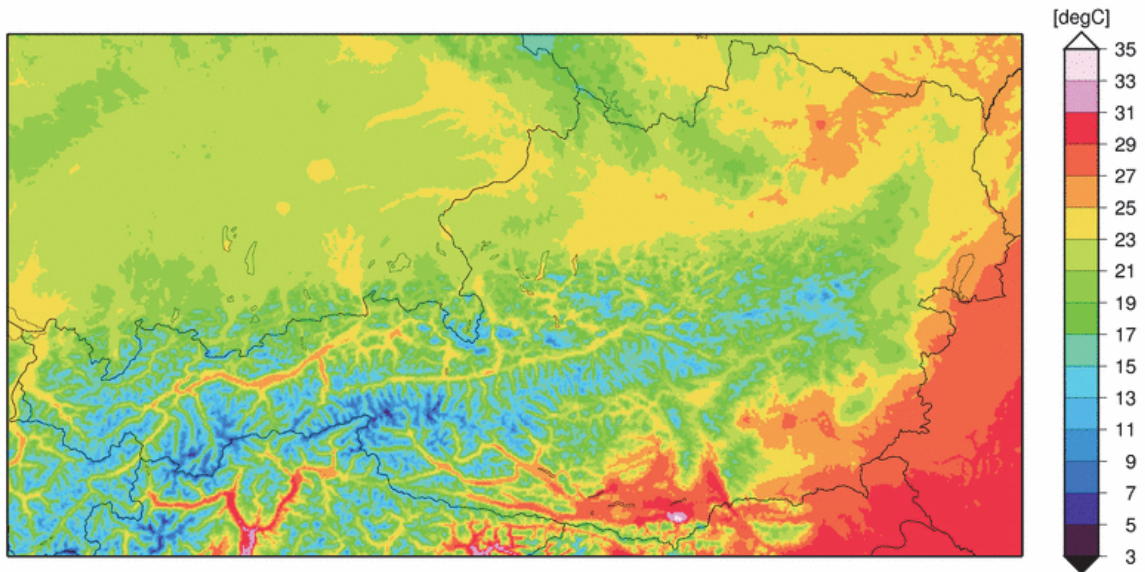
Observation correction: Differences between station observations and first guess are interpolated three-dimensionally. The interpolation uses a distance-squared weighting method. In the horizontal, geometrical distance weighting is used, while in the vertical the distance weighting is performed in potential temperature space. The three-dimensional squared 'distance' between INCA gridpoint (i,j,m) and the k-th station is given by

$$r_{ijmk}^2 = (x_k - x_i)^2 + (y_k - y_j)^2 + c^2 (\theta_k^{NWP} - \theta_{ijm}^{NWP})^2 ,$$

where the parameter c has the dimension of an inverse temperature gradient. Based on cross-validation its optimum value for both temperature and humidity was found to be close to $3 \cdot 10^4$ m/K. It means that a distance of 1 K in potential temperature space is equivalent to a horizontal distance of 30 km. The resulting difference field is added to the first guess, giving the final analysis (Fig. 4). In the case of wind, a relaxation algorithm is applied to ensure mass-consistency of the wind field with the INCA topography. Wind vectors at the station locations are kept at their observed values during the relaxation.

INCA: 2m Temperature

Analysis for: 20110711, 1200 UTC



INCA: 2m Dewpoint

Analysis for: 20110711, 1200 UTC

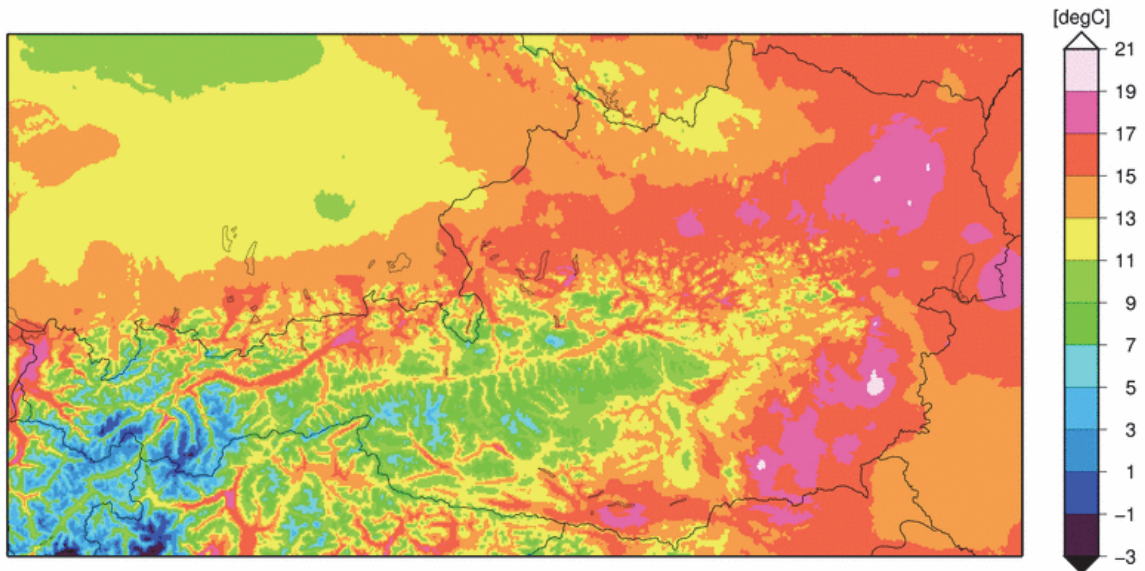


Fig. 4: Example of an INCA 2-m Temperature and Dewpoint Analysis (11/07/2011, 12Z)

Nowcast: The difference field created by interpolating the observation increments is not just added to the first guess at analysis time (+0 h) but also to the NWP forecast at subsequent times (+1 h, +2h, ..). In other words, the trend of the NWP forecast is superimposed on the most recent analysis. At lead times beyond +6 h, the INCA nowcast asymptotically merges into the bias-corrected NWP forecast. In the case of temperature, the effect of errors in the NWP cloud forecast is taken into account in the nowcast. This is especially important when low cloudiness (stratus, inversion fog), which strongly reduces the amplitude of the diurnal temperature cycle in the boundary-layer, is not well captured.

Those fields, which are analyzed two-dimensionally (precipitation, cloudiness, global radiation), are computed as follows.

Analysis: Surface station data are algorithmically combined with remote sensing data (radar in the case of precipitation, satellite in the case of cloudiness). In this way the higher quantitative accuracy of the station data, and the better spatial coverage of the remote sensing data, can be utilized. No NWP model first guess is used in the analysis of 2-d fields. The resulting analysis reproduces the observed values at the station locations. In between it contains the spatial structure given by the remote sensing data. In the case of precipitation, an intensity-dependent parameterization of elevation effects is used (HAIDEN & PISTOTNIK, 2009) in addition to the station/radar combination. Figure 5 illustrates the individual steps of the precipitation analysis procedure.

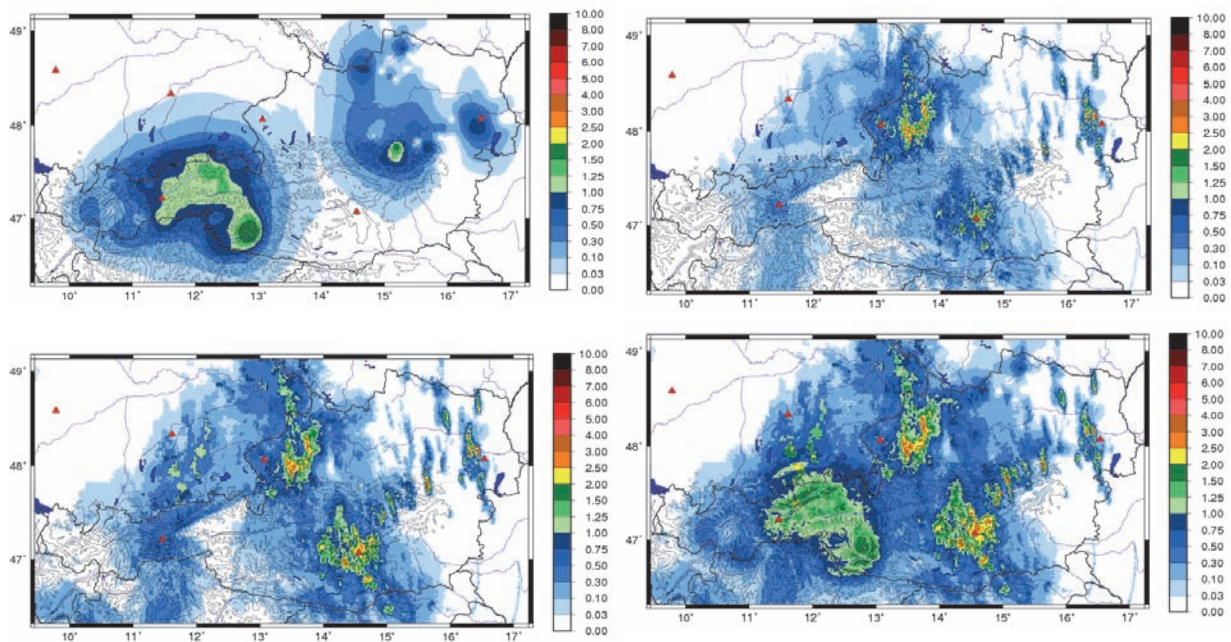


Fig. 5: Example of a 15-min INCA precipitation analysis based on the combination of station and radar data. Upper left panel (a): pure station interpolation, upper right panel (b): uncorrected radar field (Max-CAPPI), bottom left panel (c): corrected radar field, bottom right panel (d): final INCA precipitation analysis.

Nowcast: From consecutive analyses, motion vectors are computed using a correlation method. The resulting vectors are filtered statistically by setting a threshold for the correlation and meteorologically by comparing it with the NWP wind at 850 and 700 hPa. Using these vectors, the nowcast of cloudiness and precipitation is computed. Between +2 h and +6 h, the nowcast is merged with the NWP forecast with a linearly decreasing weight, so that from +6 h onwards the pure NWP forecast is used. The most important application of the INCA precipitation forecast is operational flood prediction (KOMMA et al., 2007). For improved nowcasting of convective cells (STEINHEIMER & HAIDEN, 2007) a number of additional 2-d fields (e.g. CAPE, CIN, LCL, moisture convergence) are computed.

5. VERIFICATION

Cross-validation shows that the skill of the precipitation analysis, which combines radar data, surface station data, and a parameterized elevation dependence, exceeds that of the pure radar data, and is also significantly better than pure station interpolation (Tab. 1).

Period /Type	Validation Area	Number of Analyses	Number of Stations	Relative MAE station interpolation	Relative MAE INCA analysis	Relative improvement
21.11.2008 00-12Z stratiform	Eastern Lower Austria (lowlands)	48	39	45.5%	42.3%	7%
21.11.2008 00-12Z stratiform	Salzburg (mountainous)	48	27	51.2%	46.3%	10%
28.07.2008 15-19Z convective	Salzburg (mountainous)	16	23	104.0%	55.6%	47%
03.06.2008 16-22Z convective	Tyrol (mountainous)	24	29	78.1%	64.6%	17%
04.06.2008 00-24Z strat+conv	Austria	96	260	101.5%	64.5%	36%

Tab. 1: Cross-validation of the INCA 15-min precipitation analysis for different regions and different types of precipitation events.

As can be seen from Table 1, the improvement of INCA compared to station interpolation is most pronounced in convective cases. In stratiform cases, the improvement is smaller because (a) the stations already capture a larger portion of the spatial variance of the precipitation field, and (b) spurious structures in the radar field caused by beam shielding and attenuation, bright band effects, etc. limit analysis quality.

Cross validation of the temperature analysis for a month typical of fall/winter stability conditions (Nov 2007) shows an MAE near 1 K, and an RMSE near 1.5 K. During the course of that month, the MAE averaged over all stations varied between 0.7 K (well-mixed conditions) and 1.9 K (inversion conditions, partly with Foehn effects). The difference of MAE between stations is even larger, ranging from values near 0.3 K in lowland areas with high station density, to values above 2 K in some deep alpine valleys (Tab. 2). The main reasons for large analysis errors are insufficient information about inversion heights and about patterns of Foehn-induced mixing in mountain areas.

Station	Elevation (m)	Topographic setting	BIAS (K)	MAE (K)	RMSE (K)
11035 Vienna	198	Lowland	0.0	0.3	0.4
11053 Ried	431	Lowland	-0.4	0.7	0.9
11136 Krimml	1009	Alpine valley	0.3	1.8	2.4
11127 Obergurgl	1938	Alpine valley	0.8	2.0	2.6
11126 Patscherkofel	2247	Mountain top	0.4	1.0	1.3
11343 Sonnblick	3105	Mountain top	0.9	1.5	2.1

Tab. 2: Cross-validation of the INCA 1-h temperature analysis for the whole month of Nov 2007, for stations in different topographic settings.

Averaged over all stations and seasons, the nowcast of temperature is significantly better than that of the NWP model during the first 6 hours of the forecast (Fig. 6). Beyond +6 h there is a small but non-negligible benefit from the downscaling procedure. In the classical nowcasting range the INCA forecast by roughly one-half. The bias is reduced to very small values.

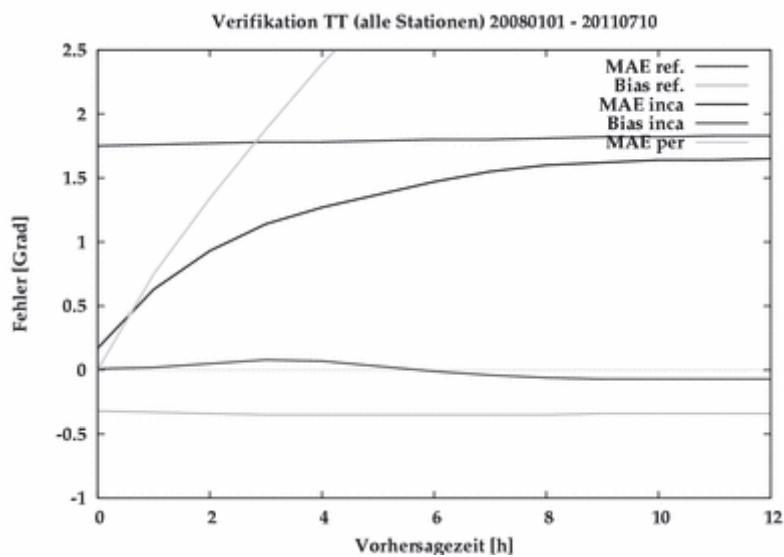


Fig. 6: 2m temperature forecast error as a function of forecast time, averaged over all stations, for the 18 month period Jan 2008 – June 2009. Red and green curves show MAE and BIAS of the reference forecast (ALADIN model). Dark blue and magenta curves show MAE and BIAS of the INCA forecast. Light blue curve indicates persistence forecast.

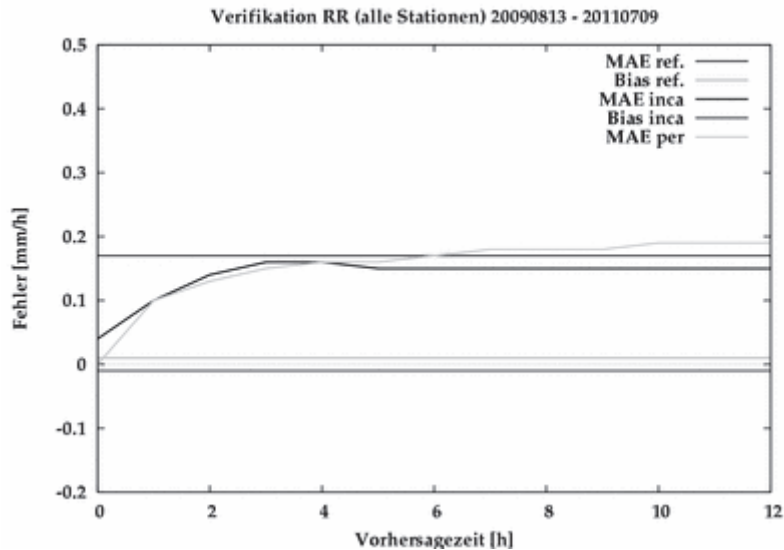


Fig. 7: 2m temperature forecast error as a function of forecast time, averaged over all stations, for the 18 month period Jan 2008 – June 2009. Red and green curves show MAE and BIAS of the reference forecast (ALADIN model). Dark blue and magenta curves show MAE and BIAS of the INCA forecast. Light blue curve indicates persistence forecast.

Verification of the precipitation nowcast shows a similar result, with significant improvements relative to the NWP forecast in the nowcasting range. However, as expected the benefit of the nowcasting vanishes earlier (at 2-3 h) (Fig. 7).

References

- Haiden, T. & Pistotnik, G. (2009): Intensity-dependent parameterization of elevation effects in precipitation analysis. – *Adv. Geosci.*, 20, 33-38.
- Haiden, T., Kann, A., Wittmann, C., Pistotnik, G., Bica, B. & Gruber, C. (2011): The Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis (INCA) system and its validation over the Eastern Alpine region. – *Wea. Forecasting*, 26, 166-183,. doi: 10.1175/2010WAF2222451.1.
- Komma, J., Reszler, C., Blöschl, G. & Haiden, T. (2007): Ensemble prediction of floods - catchment non-linearity and forecast probabilities. – *Nat. Haz. Earth Syst. Sci.*, 7, 431-444.
- Steinheimer, M. & Haiden, T. (2007): Improved nowcasting of precipitation based on convective analysis fields. – *Adv. Geosci.*, 10, 125-131.
- Wang, Y., Haiden, T. & Kann, A. (2006): The operational limited area modelling system at ZAMG: ALADIN- AUSTRIA. – *Österr. Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, 37, 33p.

Ausweisung der Überflutungsbereiche – Grundlage des Hochwasserrisikomanagements

Bernd WINKLER

Die Kenntnis der Hochwasserabflussgebiete ist die wesentlichste Grundlage für präventive Hochwasserschutzmaßnahmen. Ziel ist der Schutz von Menschenleben und die Vermeidung von Schäden. Dazu sind in erster Linie Überschwemmungsbereiche von Bebauungen und höherwertigen Nutzungen frei zu halten. Bereits bestehende höherwertige Nutzungen sind durch bauliche Maßnahmen, wie z.B. Retentionsbecken, Dämme, Mauern zu schützen. Optimale Katastropheneinsatzplanung verhindert Schäden und minimiert Restrisiko. Für alle Maßnahmen ist die Kenntnis über das Hochwasserabflussgeschehen essentiell.

Die Ermittlung der Hochwasserabflussgebiete erfolgt entsprechend dem neuesten Stand der Technik mittels 2D-Modellierung auf Basis eines digitalen Höhenmodells. Dazu wird ein Höhenmodell mit einem Raster von 1 x 1 m (aus Laser Scan) zu einem Berechnungsmodell ausgedünnt. Für jeden Knotenpunkt werden bei verschiedenen Hochwasserabflüssen die spezifischen Abflussdaten (Wasserspiegellage, Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe, Fließrichtung) rechnerisch ermittelt. Damit erhält man die betroffenen Überflutungsgebiete bei verschiedenen Hochwasserereignissen.

Im Rahmen von Abflussuntersuchungen werden weiters betroffene Gebäude ermittelt und Vorschläge für Hochwasserschutzmaßnahmen erarbeitet. Für die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen ist immer ein Interessent, in der Regel die Gemeinde, erforderlich.

Die Darstellung der betroffenen Flächen erfolgt bei statistischen Hochwasserabflüssen eines 30, 100 und 300-jährlichen Hochwasserereignisses. All diese Flächen werden auf der Homepage des Landes NÖ für ca. 2.500 km Gewässerstrecken dargestellt. Dadurch sind in NÖ die wesentlichsten Gewässer erfasst, von denen Hochwassergefahren ausgehen. Flächen im 30jährigen Hochwasserabflussbereich kennzeichnen die Bereiche, für welche eine wasserrechtliche Bewilligung für Baulichkeiten erforderlich ist. Innerhalb des 100jährigen Hochwasserabflussbereiches sind neue Baulandwidmungen in NÖ nicht zulässig. Der 300jährige Hochwasserabflussbereich kennzeichnet den sogenannten Restrisikobereich. Wir empfehlen für diese Bereiche Maßnahmen zur Eigenvorsorge.

Die Darstellung im Internet hat keine rechtliche Verbindlichkeit, stellt jedoch den neuesten Stand des Wissens dar. Entsprechend dem NÖ Raumordnungsgesetz ist bei Umwidmung zu prüfen, ob eine Baulandeignung vorliegt. Sofern keine detaillierten Daten diesbezüglich bekannt sind, werden daher auf die im Internet ersichtlichen Daten zurückgegriffen.

Nach dem österreichischen Wasserrechtsgesetz sind Hochwasserabflussgebiete im Wasserbuch ersichtlich zu machen. Neuerdings ist durch die Umsetzung der EU-Hochwasserrichtlinie eine Veröffentlichung von sogenannten Gefahren- und Risikokarten ab 2013 für signifikant gefährdete Gebiete erforderlich. In NÖ wurden ca. 500 km Gewässerstrecken als signifikante Hochwasserrisikogebieten ausgewiesen. Ab 2015 sind für diese Gebiete Hochwassermanagementpläne auszuarbeiten.

Neben den Hochwasserabflussgebieten werden zukünftig auch die wesentlichen Retentionsflächen dargestellt. Der Schutz dieser Flächen soll zur Aufrechterhaltung der bisherigen Abflussverhältnisse dienen und gewährleisten, dass es zu keinen Verschlechterungen für Unterlieger kommt. Als Schutzmechanismen können sowohl das Raumordnungsgesetz durch Widmung als „Grünland Freihaltefläche“, als auch das Wasserrechtsgesetz durch Verordnung eines „Regionalprogramm“ herangezogen werden.

Der Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung

Helmut AIGNER

Die Ausführungen befassen sich - in Berücksichtigung des Themas „Wasser als Gefahr“ - mit den Problemstellungen Wildbäche und Erosion. Das Thema Lawinengefahr wird in den ggstdl. Betrachtungen ausgeklammert.

1. Gesetzliche Grundlagen

Die Fließgewässer durchlaufen in Niederösterreich im Wesentlichen zwei Kompetenzbereiche, jene der Wildbachverbauung und in den tiefer gelegenen Abschnitten jene der Bundeswasserbauverwaltung.

Für die Unterscheidung ist § 99 (1) des Forstgesetzes 1975 verantwortlich:

(1) Ein Wildbach ... ist ein dauernd oder zeitweise fließendes Gewässer, das durch rasch eintretende und nur kurze Zeit dauernde Anschwellungen Feststoffe aus seinem Einzugsgebiet oder aus seinem Bachbett in gefahrdrohendem Ausmaße entnimmt, diese mit sich führt und innerhalb oder außerhalb seines Bettes abgelagert oder einem anderen Gewässer zuführt.

Ein wesentliches Kriterium im Wildbach ist die höhere Reliefenergie, der erhöhte Anteil von Geschiebe und Wildholz bei den Katastrophenereignissen und damit die Vielfalt von Szenarien, die bei einer Wildbachkatastrophe zu unterstellen sind – somit auch Unterscheidung der Gefahrenzonenplanung der WLW zu den Gefahrenzonenplänen bzw. Abflussuntersuchungen im Bundeswasserbau.

Der Landeshauptmann hat auf Vorschlag der Dienststelle der WLW (FG 1975 § 102 Abs. 1 lit. a) und nach Anhörung der Landwirtschaftskammer die Einzugsgebiete der Wildbäche und Lawinen durch Verordnung festzulegen (FG 1975 § 99 (5)).

Verordnung des Landeshauptmannes von Niederösterreich über die Einzugsgebiete der Wildbäche und Lawinen im Land Niederösterreich (Stammverordnung 130/98, ausgegeben am 28. August 1998)

Die Gefahrenzonenplanung der Wildbach- und Lawinenverbauung basiert auf den Regelungen im Forstgesetz 1975.

§11: Gefahrenzonenpläne (verkürzte Fassung)

(1) Zur Erstellung der Gefahrenzonenpläne und deren Anpassung an den jeweiligen Stand der Entwicklung ist der Bundesminister für LFUW unter Heranziehung von Dienststellen gemäß § 102 Abs. 1 zuständig.

(2) Im Gefahrenzonenplan sind die gefährdeten Bereiche und deren Gefährdungsgrad darzustellen.

(3) Der Entwurf des Gefahrenzonenplanes ist dem Bürgermeister zu übermitteln und von diesem durch vier Wochen in der Gemeinde zur allgemeinen Einsicht aufzulegen. Die Auflegung ist öffentlich kundzumachen.

(4) Jedermann, der ein berechtigtes Interesse glaubhaft machen kann, ist berechtigt, innerhalb der Auflegungsfrist schriftlich Stellung zu nehmen.

(5) Der Entwurf ist durch eine Kommission auf seine fachliche Richtigkeit zu überprüfen.

(6) Die Kommission fasst ihre Beschlüsse durch einfache Stimmenmehrheit.

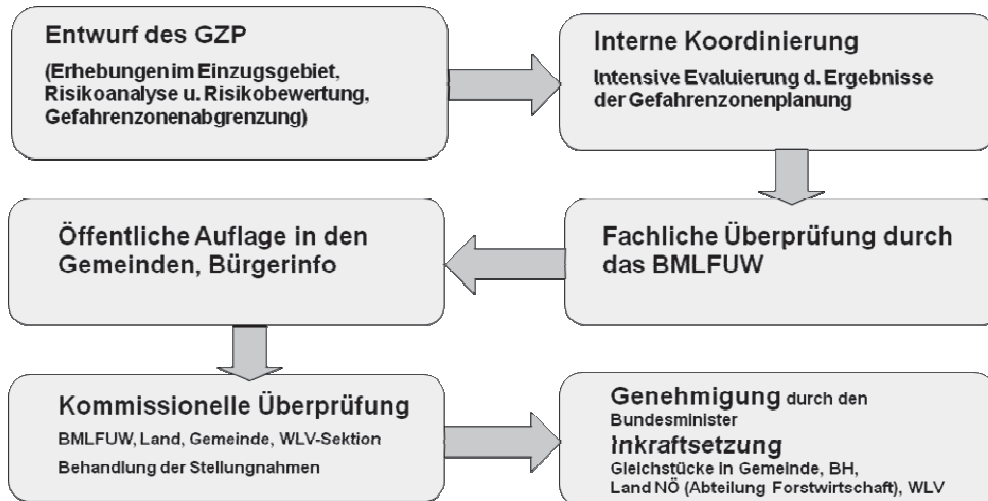
(7) Der Bundesminister hat den von der Kommission geprüften Entwurf zu genehmigen, wenn die Bestimmungen dieses Abschnittes dem nicht entgegenstehen.

(8) Die Dienststellen haben die genehmigten Gefahrenzonenpläne zur Einsicht- und Abschriftnahme aufzulegen. Je ein Gleichstück ist den betroffenen Gebietskörperschaften und Bezirksverwaltungsbehörden zur Verfügung zu stellen.

(9) Im Falle der Änderung der Grundlagen oder ihrer Bewertung ist der Gefahrenzonenplan an die geänderten Verhältnisse anzupassen.

Details über Inhalt und Ausstattung der Gefahrenzonenpläne der Wildbach- und Lawinerverbauung sind in der Verordnung vom 30. Juli 1976 über die Gefahrenzonenpläne, (BGBl. Nr. 436/1976) geregelt.

2. Ablaufschema der Gefahrenzonenplanung



Durch die öffentliche Auflegung des Gefahrenzonenplanes in der Gemeinde und die Möglichkeit für betroffene BürgerInnen, im Zuge des Überprüfungsverfahrens Stellungnahmen zum Gefahrenzonenplan abzugeben, die dann im Rahmen der Kommissionellen Überprüfung zu behandeln sind, ist eine institutionalisierte Bürgerbeteiligung gegeben.

3. Der Gefahrenzonenplan der WLV ist ein dynamisches Planungsinstrument

Der Gefahrenzonenplan ist einer laufenden Anpassung der Grundlagen der Bewertung zu unterziehen.

Wenn die Überprüfung des Gefahrenzonenplanes Auswirkungen von geänderten Grundlagen (Änderungen im Naturraum, Anpassung von Bewertungsmethoden) auf das Gefährdungspotenzial ergibt, ist er einer Revision zu unterziehen.

4. Gefahrenzonen, Vorbehalts- und Hinweisbereiche im Gefahrenzonenplan

Auf der Gefahrenzonenkarte sind die nachstehenden Gefahrenzonen unter Zugrundelegung eines Ereignisses mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von zirka 150 Jahren (Bemessungsereignis) sowie die Vorbehaltsbereiche nach folgenden Kriterien abzugrenzen (GZP-Verordnung vom 30. Juli 1976):

a) die **Rote Gefahrenzone** umfasst jene Flächen, die durch Wildbäche oder Lawinen derart gefährdet sind, dass ihre ständige Benützung für Siedlungs- und Verkehrszwecke wegen der voraussichtlichen Schadenswirkungen des Bemessungsereignisses oder der Häufigkeit der Gefährdung nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist;

b) die **Gelbe Gefahrenzone** umfasst alle übrigen durch Wildbäche oder Lawinen gefährdeten Flächen, deren ständige Benützung für Siedlungs- oder Verkehrszwecke infolge dieser Gefährdung beeinträchtigt ist;

In den Gefahrenzonenkarten erfolgt eine nachvollziehbare Abgrenzung der Gefahrenzonen innerhalb des "Raumrelevanten Bereiches" aufgrund definierter Kriterien gegliedert in Bemessungsereignis und häufiges Ereignis !

Kriterien	Zonen	Bemessungsereignis	Häufiges Ereignis
1) Stehendes Wasser	WR	Wassertiefe $\geq 1,5\text{m}$	Wassertiefe $\geq 0,5\text{m}$
	WG	Wassertiefe $< 1,5\text{m}$	Wassertiefe $< 0,5\text{m}$
2) Fließendes Wasser	WR	Höhe der Energielinie $\geq 1,5\text{m}$	Höhe der Energielinie $\geq 0,5\text{m}$
	WG	Höhe der Energielinie $< 1,5\text{m}$	Höhe der Energielinie $< 0,5\text{m}$
3) Erosionsrinnen	WR	Tiefe $\geq 1,5\text{m}$	Erosionsrinnen möglich
	WG	Tiefe $< 1,5\text{m}$	Abfluss ohne Erosionsrinnen, daher Kriterium 2)
4) Geschiebeablagerungen	WR	Ablagerungshöhe $\geq 0,7\text{m}$	Geschiebeablagerung möglich
	WG	Ablagerungshöhe $< 0,7\text{m}$	keine Geschiebeablagerung, daher Kriterium 2)
5) Nachböschung infolge Tiefen-/Seitenerosion	WR	Oberkante der Nachböschungsbereiche	-
	WG	Sicherheitsstreifen	
6) Mur- und Erdströme	WR	Rand der ausgeprägten Murablagerungen	-
7) Rückschreitende Erosion	WR	mögliches Ausmaß	keine Beurteilung
	WG	Kriterien 3) und 5) beachten	
Anmerkungen:			
zu Kriterium 1): Tümpel, Weiher, Brunnen, kleine Mulden werden nicht dargestellt			
zu Kriterium 5): Begründung für die Breite des Sicherheitsstreifens im Einzelfall			
WR = Rote Gefahrenzone Wildbach, WG = Gelbe Gefahrenzone Wildbach			

In den Gefahrenzonen werden verschiedene Prozesse wie Hochwasserabfluss, Geschiebe / Murablagerung, Nachböschungen, Auflandungen, Verklausungen, etc. berücksichtigt Die Gefahrenzonen der Wildbach- und Lawinenverbauung umfassen die Summe aller möglichen Ereignisse.

(Im Bild rechts umgrenzt die dunkle Linie die „Rote Gefahrenzone“, die helle Linie beinhaltet die „Gelbe Gefahrenzone“)



c) die **Blauen Vorbehaltsbereiche** sind Bereiche, die

1. für die Durchführung von technischen oder forstlich-biologischen Maßnahmen der Dienststellen sowie für die Aufrechterhaltung der Funktionen dieser Maßnahmen benötigt werden oder
2. zur Sicherstellung einer Schutzfunktion oder eines Verbauungserfolges einer besonderen Art der Bewirtschaftung bedürfen.

Unbeschadet der Bestimmungen des § 6 der GZP-Verordnung dürfen im Gefahrenzonenplan die nachstehend näher bezeichneten Hinweisbereiche nach folgenden Kriterien ausgewiesen werden:

- a) die **Braunen Hinweisbereiche** sind jene Bereiche, hinsichtlich derer anlässlich von Erhebungen festgestellt wurde, dass sie vermutlich anderen als von Wildbächen und Lawinen hervorgerufenen Naturgefahren, wie Steinschlag oder nicht im Zusammenhang mit Wildbächen oder Lawinen stehende Rutschungen, ausgesetzt sind;
- b) die **Violetten Hinweisbereiche** sind Bereiche, deren Schutzfunktion von der Erhaltung der Beschaffenheit des Bodens oder Geländes abhängt.

5. Der Gefahrenzonenplan der WLV als eine Grundlage des Naturgefahren-managements

GZP-Verordnung vom 30. Juli 1976, BGBl. Nr. 436/1976

Interne Planungen:

§ 1. (1) Die Gefahrenzonenpläne sind insbesondere eine Grundlage für die

- a) Projektierung und Durchführung von Maßnahmen sowie für die Reihung dieser Maßnahmen entsprechend ihrer Dringlichkeit und
- b) Tätigkeit der Angehörigen der Dienststellen als Sachverständige.

Externe Planungen:

(2) Planungen auf den Gebieten der Raumplanung, des Bauwesens und des Sicherheitswesens (Evakuierungen, Verkehrsbeschränkungen).

Gefahrenzonenpläne sind dem Charakter nach **Gutachten**, welche nach einem eingehenden Prozess der Ausarbeitung, der Überprüfung und Bürgerbeteiligung vom Bundesminister in Kraft gesetzt werden. Es kommt ihnen daher **keine unmittelbar normative** Wirkung zu. Jedoch nehmen einige **Landesgesetze** auf die Gefahrenzonen Bezug.

NÖ Raumordnungsgesetz 1976 (Auszug):

§ 15 Widmungen, Kenntlichmachungen und Widmungsverbote

(2) Im Flächenwidmungsplan sind kenntlich zu machen:

2. Flächen, für die auf Grund von Bundes- und Landesgesetzen Nutzungsbeschränkungen bestehen (... , Gefahrenzonen und dergleichen) ...

(3) Flächen, die auf Grund der Gegebenheiten ihres Standortes zur Bebauung ungeeignet sind, dürfen nicht als Bauland gewidmet werden, insbesondere:

3. Flächen, die rutsch-, bruch-, steinschlag-, wildbach- oder lawinengefährdet sind;

(4) Ausgenommen von Abs. 3 Z. 1 bis 5 sind Flächen für Bauwerke, die auf Grund ihrer Funktion an bestimmten Standorten ungeachtet der in Abs. 3 Z. 1 bis 5 angeführten Mängel errichtet werden müssen sowie Flächen innerhalb eines geschlossenen Ortsgebietes.

§ 22 Änderung des örtlichen Raumordnungsprogrammes

(2) Ein örtliches Raumordnungsprogramm ist abzuändern, wenn sich herausstellt, dass eine als Bauland gewidmete und noch nicht bebaute Fläche von Gefährdungen gem. § 15 Abs. 3 Z. 1 bis 3 und 5 tatsächlich betroffen ist und die Beseitigung dieser Gefährdungen nicht innerhalb einer Frist von 5 Jahren sichergestellt werden kann.

§ 23 Bausperre

(2) Der Gemeinderat hat durch Verordnung eine Bausperre unter Angabe des besonderen Zweckes zu erlassen, wenn

b) sich herausstellt, dass eine als Bauland gewidmete und unbebaute Fläche von Gefährdungen gemäß § 15 Abs. 3 Z. 1 bis 3 und 5 bedroht ist.

§ 24 Ersatz von Aufwendungen

(1) Die Gemeinde ist verpflichtet, dem Grundeigentümer eine angemessene Entschädigung für jene vermögensrechtlichen Nachteile zu leisten, die durch Änderungen von Baulandwidmungsarten in andere Widmungsarten unter folgenden Bedingungen entstanden sind:

c) Die natürliche Baulandeignung darf nicht durch Hindernisse im Sinne von § 15 Abs. 3 Z. 1 bis 3 und 5 bedroht gewesen sein.

5.1. Gefahrenzonenplan – Naturgefahrenmanagement Bauwesen

Bedeutung von „Wildbach Rot“ ?

Bei ortsüblicher Bauweise ist mit der Zerstörung von Gebäuden oder Gebäudeteilen zu rechnen. Auch innerhalb der Gebäude besteht für Personen Lebensgefahr.

Hinweis für die Baubehörde: In dieser Zone wird von der Errichtung von Objekten, die dem Aufenthalt von Menschen oder Tieren dienen, dringend abgeraten. Bei allen anderen baulichen Herstellungen ist ein Gutachten der Wildbach- und Lawinerverbauung einzuholen.

Bedeutung von „Wildbach Gelb“ ?

Die Beschädigung von Objekten ist möglich, jedoch sind Gebäudezerstörungen nicht zu erwarten, wenn bestimmte Auflagen erfüllt werden. Gefahr für Personen ist in derart gesicherten Gebäuden unwahrscheinlich, außerhalb der Gebäude aber in unterschiedlichem Ausmaß gegeben.



Bedeutung von „Braunen Hinweisbereichen“ ?

Hinweis für die Baubehörde: Im Falle einer Bebauung dieser Flächen ist ein Gutachten etwa eines Geologen, Bodenmechanikers oder anderer zuständiger Stellen einzuholen.

5.2. Gefahrenzonenplan – Naturgefahrenmanagement Sicherheitswesen

Der Gefahrenzonenplan der WLV wird im Sicherheitswesen als Grundlage für Einsatzplanungen (Straßensperren, Zufahrtsmöglichkeit zu Objekten, Evakuierungsplanungen, etc.) verwendet.

6. Richtlinien Hinderungsgründe

Laut diesen Richtlinien (Zahl 52.240/03-VC7/80) macht das Lebensministerium die Widmung der Förderungsmittel für Wildbach- und Lawinenverbauung unter anderem von der Berücksichtigung der Gefahrenzonenpläne, Gutachten und anderer Planungen des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung abhängig.

Werden diese nicht berücksichtigt oder wird auf die Einholung von Gutachten des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung verzichtet und ergibt sich daraus eine nachteilige Beeinflussung des Schutzes vor Wildbächen und Lawinen, entsteht im betreffenden Einzugsgebiet ein Hinderungsgrund für den Einsatz von Förderungsmitteln des Bundes für Wildbach- und Lawinenverbauungen.

Das regionale instationär kalibrierte Grundwassermodell als wasserwirtschaftliche Entscheidungshilfe – Beispiel nördliches Tullner Feld

Johann FANK

1. Einleitung

Basierend auf den Anforderungen von Wirtschaft und Verwaltung (Wasserwirtschaftliche Planung, Umweltverträglichkeitsprüfung, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung) müssen gesicherte Prognosen über die Auswirkungen von Eingriffen auf komplexe Umweltsysteme erstellt werden. Diese Fragestellung und die Ableitung von Lösungsansätzen bedürfen dabei jedenfalls einer Analyse der multikausalen Zusammenhänge von Gesamtsystemen, wobei ein Schwerpunkt auch in der Analyse der Wechselwirkungen zwischen den Teilkomponenten liegen muss.

Die numerische Modellierung von Grundwasser-Gesamtsystemen unter Berücksichtigung der flächenhaften Neubildung, der Interaktion des Grundwasserkörpers mit den Oberflächengewässersystemen und den randlichen Zuflüssen in ihrer raum-zeitlichen Variabilität sowohl im Hinblick auf die Fließ- aber zukünftig verstärkt auch auf die Transportvorgänge bildet eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung von Decision-Support-Systemen. Diese können in weiterer Folge als Planungsinstrument und zur Unterstützung der Entscheidungsfindung in wasserwirtschaftlichen aber auch raumplanerischen Fragekomplexen dienen. Fragen der Auswirkungen von anthropogenen Maßnahmen und natürlichen Veränderungen auf Ökosysteme können quantifiziert werden.

Seitens des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung wurde JOANNEUM RESEARCH – RESOURCES, Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit beauftragt, für das Grundwassergebiet des nördlichen Tullner Feldes – abgegrenzt nach der Wasserrahmenrichtlinie – ein, für einen langen Zeitraum (1993 bis 2007) instationär auf Tagesbasis kalibriertes Grundwasserströmungsmodell zu erstellen, in dem die dominanten Prozesse die Einfluss auf die Grundwasserströmungsverhältnisse nehmen, inkorporiert sind. Dieses Modell wurde in der Folge genutzt, um die Einzugsgebiete der Trink- und Nutzwasserversorgungen abzugrenzen, Trinkwasserhoffungsgebiete im nördlichen Tullner Feld zu ermitteln, die Grundwasserressourcen in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung zu bilanzieren. Das Modell kann generell verwendet werden, um die Auswirkungen von anthropogenen Maßnahmen auf die Grundwasserströmungsverhältnisse vor deren Realisierung zu prognostizieren.

2. Regionale Grundwasserströmungsmodellierung

Grundlage jeder Grundwasserströmungsmodellierung bildet die Vorstellung des (Hydro-)geologen und Hydrologen über das Strömungsverhalten des Grundwassers, der Interaktion des Grundwasserkörpers mit den Oberflächengewässern, den relevanten Prozessen der Grundwassererneuerung und der Interaktion des zu untersuchenden Grundwasserkörpers mit den benachbarten Teilsystemen über die Randbedingungen. Diese Vorstellungen und Annahmen, die auch die Auftrennung aller physikalischen Einflussnahmen auf den Grundwasserkörper in relevante und weniger bedeutsame Prozesse beinhaltet, bildet das grundlegende hydrogeologische Konzeptmodell. Durch die Anwendung hydrologischer Verfahren, der Auswertung von Messdaten und der Interpretation von geologischen und geophysikalischen Datengrundlagen wird die Geometrie des zu untersuchenden Grundwasserkörpers abgegrenzt und die auf das Grundwasser wirkenden Einflussgrößen quantifiziert. In den gering mächtigen Talgrundwasserleitern am Rande der Alpen generieren diese Einflüsse (Grundwasserneubildung aus infiltrierenden Niederschlägen, die Wechselwirkung des Grundwassers mit Oberflächengewässern oder die Randzuflüsse aus angrenzenden hydrogeologischen Einheiten) ein hochgradig instationäres Verhalten des zeitlichen Verlaufes des

Grundwasserspiegels, das in der Natur durch Messungen an Grundwasserstandsmessstellen in einem definierten zeitlichen Intervall erfasst wird. Bekannte Einwirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Grundwasserverhältnisse, wie z.B. Grundwasserentnahmen müssen für eine möglichst genaue Beschreibung erfasst und deren Arbeitsweisen durch Daten belegt werden. Die Ergebnisse hydrogeologischer Detailuntersuchungen (z.B. Pumpversuche) stellen punktuelle Aussagen über die Durchlässigkeit der Sedimente oder über das verfügbare Porenvolumen zur Wasserspeicherung zur Verfügung. Üblicherweise ist in der regionalen Grundwasserströmungsmodellierung die horizontale Ausdehnung des Untersuchungsgebietes in Relation zur Mächtigkeit des Grundwasserleiters außerordentlich hoch, sodass meist mit mittleren Werten hydrogeologischer Parameter über die vertikale Achse gearbeitet wird.

Wie in fast allen Bereichen der Natur- und Ingenieurwissenschaften basieren die Untersuchungsmethoden auch in der Analyse der Grundwasserströmung auf einem Verständnis der physikalischen Prozesse, die in den meisten Fällen durch mathematische Formeln und Gleichungen beschrieben werden können. Die grundlegende Fließgleichung ist das Gesetz von Darcy. In Kombination mit der Kontinuitätsgleichung, die den Massenerhalt an Wasser während des Flusses durch ein poröses Medium beschreibt, resultiert eine partielle Differentialgleichung der Grundwasserströmung. Für die mathematische Lösung der Strömungsgleichung existieren analytische und numerische Verfahren. Für regionale Strömungsprobleme sind die Voraussetzungen der analytischen Lösungen im Allgemeinen nicht erfüllt. Deshalb muss diese numerisch gelöst werden. Ein numerisches Strömungsmodell stellt eine räumlich und zeitlich diskretisierte Wasserbilanz eines Gebietes dar. Die Finite Elemente Methode stellt eine diskrete Beschreibungsmöglichkeit der Grundwasserströmung dar, die direkt von den physikalischen Bedingungen der Grundwasserströmung ausgeht, nämlich von der Gültigkeit des Darcy'schen Gesetzes und von der Kontinuitätsbedingung. Die Erfüllung der Kontinuitätsbedingung ist vom Diskretisierungsgrad abhängig. Je kleiner die Dreieckselemente sind, desto besser kann der exakte Verlauf der Potentialverteilung approximiert werden. Eine zweite Abhängigkeit zur Erfüllung der Kontinuität ist durch die Form der Dreieckselemente gegeben. Ein gleichseitiges Dreieck stellt dabei die beste Form der Elemente dar. Die Methode der Finiten Elemente ermöglicht es, über die physikalische Beschreibung im Innern und an den Rändern der Elemente die Potentialhöhen in den Knotenpunkten zu bestimmen. Dabei sind die Durchflussmengen als Knotenpunktergiebigkeiten aufzufassen. Ergebnis der Berechnung der Knotenpunktergiebigkeiten für alle Knotenpunkte eines Strömungsmodells bildet ein lineares Gleichungssystem, dessen Lösung die diskrete Potentialhöhenverteilung in dem Strömungsfeld liefert.

Ein Grundwassermodell ist der Versuch der Nachbildung eines realen natürlichen Systems mittels mathematischer Beschreibung zur Lösung der Strömungsgleichung. Im Grundwassermodell werden fragmentarisches Wissen über Teile des Aquifersystems und bekannte anthropogene Einflüsse (Nutzungen) zu einem Gesamtsystem zusammengefasst. Aufgrund der niemals bis ins letzte Detail sowohl in flächenmäßiger Ausprägung als auch in zeitlicher Entwicklung bekannten Randbedingungen kann das Grundwassermodell auch bei größtmöglicher Sorgfalt niemals fehlerfrei sein. Einer der entscheidenden Vorteile der Verwendung von Grundwasserströmungsmodellen ist aber, dass die unterschiedlichen Komponenten die von Außen und Innen auf die Grundwasserverhältnisse wirken in das Modell integriert werden. Eine realitätsnahe Nachbildung realer Verhältnisse ist aufgrund der hochgradigen Variabilität der Randbedingungen in seichtliegenden freien Aquiferen nur durch eine instationäre Modellierung mit kurzen Zeitschritten möglich.

Im Zuge der Entwicklung eines regionalen Grundwasserströmungsmodells werden auf Basis der im Vorfeld definierten Randbedingungen (Höhenlage des Grundwasserstauers, Zuflüsse von Außen in das Modellgebiet, flächenhafte Grundwasserneubildung, Grundwasserentnahmen, ...) und der Verwendung des an die reale Geometrie angepassten Netzes der Finiten Elemente die Systemparameter Durchlässigkeit und speicherwirksames Porenvolumen in einem iterativen Prozess kleinräumig differenziert variiert, um die berechneten Grundwasserspiegellagen best möglich an die gemessenen Daten anzupassen. Das Ergebnis ist na-

turgemäß umso besser, je besser die erste Anschätzung der Verteilung ist und je mehr Daten der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserspiegellagen für die Modellkalibration zur Verfügung steht. Ein spezifisches Problem stellt dabei die Abbildung der Interaktion des Grundwassers mit den Oberflächengewässern dar. Um die In- bzw. Exfiltration von Oberflächengewässern zu beschreiben, kann das Leakageprinzip benutzt werden. Dabei kombiniert der Leakagefaktor die beiden Größen Durchlässigkeit und Dicke der kolmatierten Schicht. Die treibende Kraft, welche die In- bzw. Exfiltration bestimmt, ist die Differenz zwischen der Grundwasserhöhe und dem Wasserspiegel des Oberflächengewässers. Fällt der Grundwasserspiegel unter die Sohle des Oberflächengewässers, so wird der Durchfluss unabhängig von der Höhenlage des Grundwasserspiegels. Werte für Leakagefaktoren können praktisch nicht empirisch gewonnen werden, sondern werden üblicherweise im Zuge des Kalibrationsprozesses ermittelt.

Steht ein ausreichend gut kalibriertes und verifiziertes Grundwasserströmungsmodell zur Verfügung, das in seiner zeitlichen Dimension einen Großteil der auftretenden hydrologischen Situationen umfasst (Modellgültigkeit für Niederwasserverhältnisse, Hochwasserverhältnisse und für unterschiedliche jahreszeitliche Verläufe der Grundwasserstandsverhältnisse), kann die Auswirkung von Eingriffnahmen in das Grundwassersystem vor deren tatsächlichen Realisierung nicht nur interpretativ-qualitativ diskutiert, sondern quantitativ prognostiziert werden. Ist die Kalibration des Modells über einen ausreichend langen Zeitraum erfolgt und hat der Modellierungszeitraum Gültigkeit für das langfristige Verhalten des Grundwasserkörpers in seiner Wechselwirkung mit den dominanten Systemkomponenten, kann die Auswirkung von Eingriffen dadurch quantifiziert werden, dass in das instationäre Modell die Eingriffnahme bei unveränderten Randbedingungen über den gesamten Modellzeitraum simuliert wird. Der Vergleich der Kalibrationsergebnisse mit den Simulationsergebnissen erlaubt in der Folge eine Bewertung der Auswirkungen der geplanten Maßnahmen. Das Grundwassermodell kann damit als wasserwirtschaftliche Entscheidungshilfe herangezogen werden. Aufgrund der auch im best-kalibrierten Modell vorhandenen Unsicherheiten muss das Rechenergebnis aber jedenfalls interpretiert und für die Entscheidungsfindung aufbereitet werden.

3. Das Grundwasserströmungsmodell nördliches Tullner Feld

Das nördliche Tullner Feld stellt ein wasserwirtschaftlich bedeutendes und auch intensiv durch Trink- und Nutzwasserversorgungsanlagen genutztes Grundwasservorkommen dar. Zur Abstimmung der unterschiedlichen derzeitigen und zukünftigen Nutzungsansprüche (Trinkwasserversorgung, Kiesgewinnung, landwirtschaftliche Beregnungen etc.) für diesen Grundwasserbereich wurde die Erstellung eines instationären Grundwasserströmungsmodells in Auftrag gegeben. Oberstes Ziel aus wasserwirtschaftlicher Sicht war dabei die Schaffung von Grundlagen und Instrumenten zur Sicherstellung des Grundwasserdargebotes im nördlichen Tullner Feld im Sinne einer langfristig ausgeglichenen Bilanz (nachhaltige Nutzung der vorhandenen Ressourcen). Das Grundwassermodell soll als fachliche Grundlage zur Überarbeitung und Neuausweisung von Schutz- und Schongebieten sowie zur Festlegung von Entnahmekonsensen im Rahmen wasserrechtlicher Bewilligungsverfahren herangezogen werden.

3.1. Modellentwicklung und –kalibration

Auf der Basis des aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen erarbeiteten hydrogeologischen Konzeptmodells wurden die dominanten Einflussgrößen auf das Grundwassersystem abgeleitet und diese Parameter des Modells durch Auswertung unterschiedlichster Datengrundlagen flächendeckend für den Modellierungszeitraum erarbeitet. Die Morphologie des Grundwasserstauers wurde auf Basis der existierenden Bohrungen und der geophysikalischen Untersuchungen nach fachlichen Überlegungen unter Einbeziehung der möglichen Erosions- und Sedimentationsgeschichte des Tullner Feldes östlich von Krems in einem konstruktiven Verfahren erstellt. Der Modellierungszeitraum wurde so gewählt, dass die unterschiedlichen hydrologisch auf das System wirkenden Größen durch das Modell abgebildet

werden mussten und somit die Gewähr gegeben ist, dass das Modell prognosefähig ist. Durch einen Vergleich der schlussendlich gewählten Modellierungsperiode von 1993 bis 2007 mit dem Langzeitverhalten des Grundwassers wurde dies schließlich überprüft.

Eine Analyse der wesentlichen Einflussgrößen auf das Grundwassersystem des nördlichen Tullner Feldes und dessen Dynamik ergab neben der Wechselwirkung des Grundwassers mit den Oberflächengewässern eine hohe Relevanz der Grundwasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung und der örtlich differenzierten Grundwasserneubildung aus infiltrierenden Niederschlägen. Aus vielen Untersuchungen ist bekannt, dass diese neben den meteorologischen Rahmenbedingungen vor allem durch die auftretenden Bodenverhältnisse und der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsweise und Kulturführung geprägt ist. Es wurde ein Modellverbund implementiert, der es erlaubt, die räumlich und zeitlich differenzierte Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag zu berechnen, wobei die landwirtschaftlichen Bewässerungsentnahmen und deren Auswirkung auf die Neubildung best möglich Berücksichtigung fanden. Die Entnahmemengen der relevanten Grundwasserbrunnen wurden in ihrer zeitlichen Entwicklung erhoben und in das Modell übernommen. Die Randzuflüsse über den nördlich gelegenen Wagram wurden aus Einzugsgebietshydrologischen Überlegungen abgeleitet.

Die aus dem hydrogeologischen Konzeptmodell abgeleiteten Randbedingungen wurden im Zuge der Modellkalibration innerhalb plausibler Größen variiert, um zu einem in sich möglichst stimmigen und plausiblen Kalibrationsergebnis zu gelangen. Letzteres gilt v.a. für die durch Messungen praktisch nicht fassbaren Leakage-Werte an den Oberflächengewässern, aber auch für die Zu- und Abflüsse über den nördlichen Modellrand. Die Verteilung der Durchlässigkeiten zeigt im Untersuchungsgebiet für derartige Aquifere typische Größenordnungen: Im überwiegenden Bereich liegen die Durchlässigkeiten im mittleren 10^{-3} m/s – Bereich. Die Zone mit den geringsten Durchlässigkeiten findet sich am Nordwestrand des nördlichen Tullner Feldes ($< 10^{-3}$ m/s). Grundsätzlich sind abnehmende Durchlässigkeiten von der Donau in Richtung des Wagram zu erkennen.

Die Arbeiten im Zuge der Modellkalibration haben gezeigt, dass die komplexen Fließvorgänge im nördlichen Tullner Feld nur mittels Einsatz komplexer Methoden zur Ermittlung von zeitlich und räumlich hoch aufgelösten Grundwasserneubildungsraten, Bewässerungsentnahmen und Interaktionen zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser im Modell nachgebildet werden können. Die im Mittel gute Kalibrationsqualität ist aus der Gegenüberstellung der gemessenen mittleren Grundwasserspiegellage zur berechneten mittleren Grundwasserspiegellage ersichtlich. Wie der Vergleich der gemessenen Grundwasserstandsganglinien mit den Berechnungsergebnissen an allen Kalibrationsmessstellen zeigt, weist das Modell keinen systematischen Fehler dahingehend auf, dass bestimmte Zeiträume unter- bzw. überschätzt werden. Auch wenn in Teilbereichen des Modellgebietes eine Nachbildung des zeitlichen Verlaufes des gemessenen Grundwasserspiegel weniger gut möglich war, so kann die Kalibrationsqualität des Grundwasserströmungsmodells unter Berücksichtigung der Messstellendichte und deren Verteilung sowie der Unsicherheiten bei der Definition der Randbedingungen grundsätzlich als sehr gut bezeichnet werden. Somit können mittels des Modells eine Vielzahl von Fragestellungen beantwortet werden. Die Prognosesicherheit des Modells ist jedoch stark von der Fragestellung und der konkreten Lage der Maßnahmen abhängig und muss von Fall zu Fall bewertet werden.

Zur Dokumentation der Grundwasserströmungsverhältnisse wurden die Niederwasserverhältnisse (Stichtag 1.1.1995), die Mittelwasserverhältnisse (1.1.2000) und die Hochwasserverhältnisse (8.8.2002) dargestellt. Für diese Darstellungen wurden Messtermine gewählt, an denen an einer möglichst großen Zahl von Messstellen in etwa Nieder-, Mittel- bzw. Hochwasserverhältnisse im Untersuchungszeitraum herrschten. Es ist wichtig zu beachten, dass diese Darstellungen auf Grund der sich immer wieder in unterschiedlicher Form überlagernden hochgradig instationären Einflussgrößen (Oberflächengewässer, Grundwasserneubildung, Entnahmen...) mehr oder weniger „einzigartige Momentaufnahmen“ der Grundwasserströmung darstellen.

Zur Grundwasserbilanzierung wurden neben den äußeren Rändern (Donau, Nordrand) und der flächenhafte Grundwasserneubildung aus infiltrierenden Niederschlägen, auch definierte innere Ränder sowie auch Fließgewässer (Krems, Kamp, Schmida...) bilanziert. Zur Darstellung der Wasserflüsse wurde sowohl eine Bilanz für das gesamte Modell als auch eine Bilanzierung von ausgewählten Teilgebieten durchgeführt. Als charakteristischer Wert für die eigentlich hoch instationären Bilanzglieder wurden Tagesmittel über den gesamten Modellierungszeitraum zusammengefasst.

3.2. Modellanwendung als wasserwirtschaftliche Entscheidungshilfe

Auf der Basis diverser Besprechungen im Laufe der Projektdurchführung wurden basierend auf Projektzwischenenergebnissen mehrere Modellauswertungen durchgeführt. Des Weiteren wurde aufgrund auftretender Probleme mit vernässten Kellern (v.a. im Raum Absdorf) und auch großflächigen Vernässungen ackerbaulich genutzter Flächen im nördlichen Tullner Feld das Grundwasserströmungsmodell genutzt, um die Auswirkung von Maßnahmen am Gießgangsystem auf die Grundwasserspiegellagenentwicklung zu untersuchen, und um die Wirkung von groß angelegten Pumpmaßnahmen auf die Grundwasserstandsverhältnisse zu prognostizieren.

3.2.1. Auswirkung der dauernden Konsensentnahmen an den Brunnen der Wasserversorgungsanlagen im Vergleich zu den im Modell verwendeten Realentnahmen

Naturgemäß zeigen sich im Nahbereich bzw. Anströmbereich der Wasserversorgungsanlagen die höchsten Differenzen, da im Normalfall nicht ständig die Konsensmenge entnommen wird. Großflächig ist auffällig, dass v.a. im Bereich der Korneuburger Bucht und der Kremser Bucht bei dauernder Entnahme der Konsenswassermenge an den bewilligten Trinkwasserversorgungsbrunnen gegenüber dem aktuellen Zustand mit einer deutlichen Reduktion des Grundwasserspiegels um mehr als 1 m gerechnet werden muss. Ähnliches wäre auch im Zentralraum um Absdorf zu erwarten, wo eine dauernde Entnahme der Konsenswassermenge an den Brunnen Neuaigen, Möllersdorf und Neustift im Felde zu einer Reduktion des mittleren Grundwasserspiegels um bis zu 0,5 m führen würde.

3.2.2. Instationäre berechnete Brunneneinzugsgebiete

Basierend auf den instationären Modellergebnissen des Grundwassermodells nördliches Tullner Feld für den Zeitraum 1.1.1993 bis 31.12.2007 wurden die instationär berechneten Einzugsgebiete für Trinkwasserversorgungsanlagen auf Basis einer dauernden Entnahme der Konsenswassermenge ermittelt und deren Lage und Grundwasserverweilzeit im Anstrom dargestellt.

3.2.3. Trinkwasserhoffungsgebiete

Innerhalb des zusammenhängenden Grundwasserkörpers wurden Teilgebiete und deren Zustrombereiche ermittelt, deren Bedeutung für die Trinkwasserversorgung (=zukünftige Trinkwasserversorgung) so groß ist, dass erhöhtes wasserwirtschaftliches Interesse gegeben ist (wasserwirtschaftliche Vorranggebiete). Der Planungszeitraum für Vorsorgemaßnahmen wird als unendlich angenommen, weshalb die Eigenschaft Grundwasserqualität (= nicht geogene Belastungen des Grundwassers) nicht als Beurteilungsparameter verwendet wird, da der weitere (zukünftige) Verlauf der Grundwasserqualität nicht bekannt ist. Aus der Auswertung der Modellergebnisse ist ersichtlich, dass praktisch das gesamte nördliche Tullner Feld mit Ausnahme eines kleinen Bereiches um Grafenwörth und Jettsdorf bereits Teil von Einzugsbereichen von Wasserversorgungsanlagen sind. Damit sind auch die Trinkwasserhoffungsgebiete und deren Zustrombereiche ausschließlich in diesem Bereich angesiedelt. Als Endergebnis zeigt sich demnach, dass zusätzliche wasserwirtschaftlich schutzwürdige Bereiche im nördlichen Tullner Feld ausschließlich im Bereich Jettsdorf – Grafenwörth zu finden sind

3.2.4. Auswirkung einer Absenkung des Gießgangwasserspiegels auf die Grundwasserströmungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet

Im Bereich des nördlichen Tullner Feldes werden seit dem Hochwasser im Jahre 2002 durchwegs hohe bis sehr hohe Grundwasserstände gemessen, die in mehreren Teilbereichen zu andauernder Vernässung von Kellern und im Frühjahr 2009 auch zu flächigen Überflutungen von ackerbaulich genutzten Flächen führten. Seitens der betroffenen Bevölkerung wird als eine der möglichen Ursachen für diese Entwicklung eine verminderte Vorflutwirkung des Gießganges des KW Greifenstein nicht ausgeschlossen.

Eine Absenkung des Grundwasserspiegels im Aubebereich durch eine technisch einfach realisierbare dauernde Reduktion des Wasserspiegels des Gießganges um maximal 0,8 m würde nach derzeitigem Kenntnisstand gravierende negative Auswirkungen auf das Grundwassersystem, die Auwaldbewirtschaftung und das biologische und ökologische System des Aubebereiches haben. Demgegenüber steht im besten Falle im Raum Absdorf eine Absenkung des Grundwasserspiegels um maximal 20-30 cm. Eine Absenkung des Gießgang-Wasserspiegels um maximal 80 cm zwischen Juli und März jedes Jahres zeigt für das Hinterland (Raum Absdorf) eine Reduktion des mittleren Grundwasserspiegels von nur wenigen Zentimetern. Diese berechnete Reduktion ist annähernd in der gleichen Größenordnung wie die Unsicherheiten in der Modellkalibration. Daraus ist demnach keine gesicherte Auswirkung einer derartigen Maßnahme ableitbar.

3.2.5. Grundwasserströmungsverhältnisse ohne Kraftwerk Greifenstein

Die Simulation Zustand ohne KW Greifenstein (mit Durchflussganglinien der Donau vor Kraftwerkerrichtung und Ausschaltung der Gießgang-Wirkung) ergibt für den Bereich Absdorf einerseits eine geringfügige Verschwenkung der GW-Strömungsrichtung in Richtung Donau und andererseits einen im Mittel ~ 0,5 m niedrigeren GW-Stand. Ein Vergleich (Plausibilität) der generierten Modellwerte mit den tatsächlich gemessenen Werten vor Kraftwerkerrichtung zeigt aber nur eine teilweise Übereinstimmung. Das heißt, es muss auch schon vor Kraftwerkerrichtung in Teilbereichen der Au ein funktionierendes natürliches Gießgang-System (Altarme etc.) gegeben haben, das regulierend auf die Grundwasserströmungsverhältnisse einwirkte. Die Modellaussagen eines generell tieferen Grundwasserspiegels bei Nichterrichtung dieses Kraftwerkes besitzen nur im Nahbereich der Donau eine hohe Aussagekraft, für das weitere Hinterland (Absdorf) ist diese Aussage mit großen Unsicherheiten behaftet und daher fachlich nicht abgesichert.

3.2.6. Auswirkungen eines Langzeit-Pumpbetriebes mit großen Fördermengen an unterschiedlichen Standorten im nördlichen Tullner Feld auf die Grundwasserspiegellagen

Mit Hilfe des instationär kalibrierten Grundwasserströmungsmodells des nördlichen Tullner Feldes wurden zwei Lastfälle mit unterschiedlicher Anzahl von Pumpstandorten und unterschiedlichen Pumpzeiten berechnet und die Ergebnisse hinsichtlich der zu erwartenden Grundwasserspiegelabsenkung in räumlicher und zeitlicher Sicht dokumentiert. Nach Abschluss der Pumpmaßnahmen mit Ende Juni 2011 und der darauf folgenden Aufspiegelungsphase sollen

- die Messergebnisse mit den prognostizierten Auswirkungen verglichen werden,
- die gewonnenen Messdaten für eine Verbesserung der Kalibrationsqualität des Grundwasserströmungsmodells des nördlichen Tullner Feldes genutzt und damit
- verbesserte Grundlagen für wasserrechtliche Bewilligungsverfahren von Pumpmaßnahmen zur Regulierung der Grundwasserstandsverhältnisse im nördlichen Tullner Feld geschaffen werden.

Grundwasserhochstände im Tullnerfeld Nord – Folgen für Siedlungsgebiete und Gegenmassnahmen

Christoph BRAUNSTEIN

Allgemeines und Hintergrund

Während 2002 der Begriff „Hochwasser“ in den Gebieten entlang der Donau und ihren Einzugsgebieten in aller Munde war, gewann der Begriff „Grundwasser“ in der Region Tullnerfeld Nord ab ca. 2003 mindestens die selbe Bedeutung.

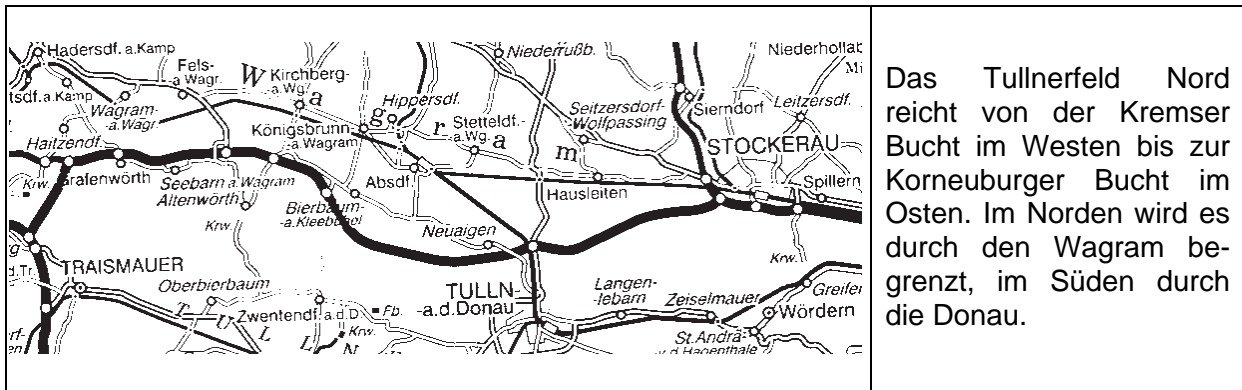


Abb. 1: Übersichtskarte

Mit dieser Bedeutung stieg aber bedauerlicher Weise auch die Sorge und Verzweiflung der von den Grundwasserhochständen betroffenen Bevölkerung. Waren es vorerst nur landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen, die vernässt waren, so standen Anfang 2003 bereits zahlreiche Keller unter Wasser. Trug man es vorerst noch im Rahmen der Möglichkeiten gelassen, stellte sich bald heraus, dass in absehbarer Zeit, wenn nicht die mittleren Jahresniederschläge signifikant abnehmen würden, eine Verbesserung nicht zu erwarten war.

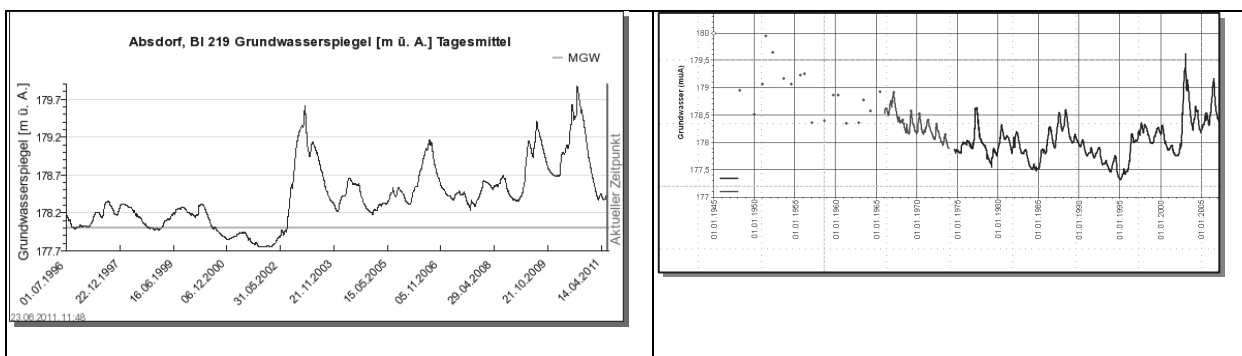


Abb. 2: GW-Messstelle Absdorf, Beobachtungszeitraum 06 2006 bis 06.2011
Quelle Homepage, NÖLR

Abb. 3: GW-Messstelle Absdorf, garantiert seit 1970
Beobachtungszeitraum 1947 bis 2007
Quelle Homepage, NÖLR

Da sich in den Jahren 2005 bis 2006 wieder neue Extremgrundwasserstände einstellten, wurde der Ruf nach Unterstützung durch das Land Niederösterreich immer lauter.

Nach dem Hochwasser 2002 wurden bereits umfangreiche Pumpmaßnahmen durchgeführt, die vorübergehend örtlichen Erfolg zeigten. Die Kehrseite war aber der hohe Aufwand an Energie- und Materialkosten, zumal die Ableitungssysteme der Pumpanlagen große Distanzen zum nächsten Vorfluter überwinden mussten.

Im Jahr 2007 beruhigte sich die Situation kurzfristig; als der Grundwasserspiegel aber neuerlich Anstieg, wurde ein Studie erstellt, mit dem Ziel, vor allem den besonders leidgeprüften Bewohnern der Gemeinde Absdorf zu helfen.

Nach Beendigung der Studie musste man feststellen, dass die Kosten z.B. für eine 5-jährlichen Pumpenbetrieb mit den dazu erforderlichen Ableitungssystemen immens teuer war und da sich gleichzeitig die nächste natürliche Grundwasserspiegelabsenkung abzeichnete, nahm man vorerst Abstand von diesen Maßnahmen.

Die Regenfälle und Abflüsse an den Hauptfließgewässern der Region waren aber in den Jahren 2009 und 2010 so stark, dass sich die Grundwassersituation neuerlich massiv verschlechterte.

Daraus folgende Abwanderungstendenzen von Versorgungsbetrieben wie Arztpraxen und die gesundheitliche Gefährdung, die durch permanente Schimmelbildung in den Keller- und teilweise Wohnräumen zu befürchten war, sowie der explosive Anstieg der Zahl von betroffenen Objekten von Grafenwörth bis Stockerau veranlassten schließlich die Bürgermeister der Region vereint im Wasserverband „Donauhochwasserschutz Tullnerfeld Nord“ den für entsprechende Gegenmaßnahmen. Diese Maßnahmen umfassten kurzfristige, mittelfristige und langfristige Maßnahmen und wurden in einem **MASTERPLAN** zusammengefasst, verabschiedet.

Ziel dieses Masterplanes war es,

kurzfristig mit folgenden Maßnahmen die bestmögliche GW-Entspannung zu schaffen:

- Absenken von Sohlrampen im Stockerauer Arm sowie an der Schmida
- Aktivieren bestehender Grabensysteme zwischen den Vorflutgräben
- Totholzentfernung in den Hauptentwässerungsgräben des Tullnerfeldes Nord
- Pilotprojekte Erstellen für Abpumpmaßnahmen und flächendeckende Pumpmaßnahmen

mittelfristig mit folgenden Maßnahmen die Verbesserung der Abflussfunktion der bestehenden Haupt- und Nebengewässer zu schaffen:

- Aktivierung und Intensivierung der Abflussverhältnisse bestehender Vorflutgräben bzw. Neuschaffung von Ersatzentwässerungsgräben
- Anbindung von Gräben, die durch zahlreiche Großbaumaßnahmen keine Vorflut mehr haben

langfristig durch Aktivierung und Neuschaffung von Retentionsraum die anfallenden Wässer besser zu organisieren aber auch Faktoren für eine Verlandung zu reduzieren.

Bevor auf diese Maßnahmen eingegangen wird, soll in aller Kürze ein Blick auf die natürlichen bzw. Kulturland bedingten Randbedingungen geworfen werden.

Dabei wird bewusst auf fachliche Details verzichtet, um Raum für einen umfassenden Überblick zu schaffen.

TOPOGRAFISCHE VERHÄLTNISSE UND GEWÄSSERSYSTEM

Das Tullnerfeld Nord weist ein Längsverhältnis von ca. 1,5 ‰ (45m auf 37,5km) und ein Quergefälle zur Donau von ca. 0,5 bis 1 ‰ auf.

Die wesentlichen Gewässersysteme lassen sich neben der Donau wie folgt einteilen:

Wie der Abbildung 4 zu entnehmen ist, sind vor allem der Gießgang, die Schmida und der Scharbauergraben jene Gewässer, die ihre Entwässerungsfunktion optimal erfüllen müssen, um den übrigen Grabensystemen die Möglichkeit zu geben, einen adäquaten Vorfluter vorzufinden.

Problematisch ist dabei, dass die genannten Gewässer vorwiegend in der Au abfließen und daher zum einen hinsichtlich der Waldbewirtschaftung einen entsprechenden Mindestgrundwasserspiegel erreichen müssen, zum anderen durch massiv auftretendes Totholz und dichten Aubewuchs eine niedrige Fließgeschwindigkeit und damit auch eine niedrige Abflusskapazität aufweisen.

Von Grafenwörth bis Tulln			
	←Zubringer 1. Ordnung	←←Zubringer 2. Ordnung	←←←Zubringer 3. Ordnung
Kamp			→ Donau
	Mühlkamp		
Gießgang			→ Donau
	Schinderlahn	Dorfgraben Winkl Krampugraben	
	Scharbauergraben	Grabensystem Mollersdorf Steggraben/Brombeergraben	Entwässerungs- system Absdorf
Von Tulln Richtung Stockerau			
Gießgang			→ Donau
	Augraben	Bahngraben	
Schmida			→ Stockerauer Arm
	Auszugsgraben Schmida Mühlbach Zaina Ortsgraben Stranzendorfer Bach		
Stockerauer Arm			→ Gießgang
	Sechtelbach Göllersbach		

Abb. 4: Gewässernetz

Neben den Grabensystemen sind es vor allem der Straßendamm der S5 und zahlreiche Verkehrsverbindungen zwischen Nord und Süd und schließlich die Begleitdämme der Donau, die das oberflächliche Abströmen im Vorland verlangsamen.

GEOLOGISCHER UND HYDROGEOLOGISCHER HINTERGRUND

Vereinfacht beschrieben, ist das Becken des Tullnerfeld Nord weitgehend mit mehreren 10 Metern Donauschotter aufgefüllt, auf dem eine bis zu 3 m im Mittel rd. 1,5 m mächtige Aubodenschicht vorzufinden ist.

Die Grundwasserströmung verläuft parallel bis spitzwinkelig zum Donaustrom. Grundwasserentnahmestellen und geologische Besonderheiten, wie der Durchbruch der Schmida durch den „Wagram“ bedingen Abweichungen vom homogenen GW-Netz. Vor allem die Schmida steht mit dem Grundwasser in intensivem Kontakt und weist eine hohe Infiltrationsrate im Tullnerfeld Nord nördlich der Au auf, wenn der Grundwasserspiegel niedriger liegt, eine Grundwasserdotation, wenn der Grundwasserspiegel höher liegt.

OBERFLÄCHENABFLUSS

Im Jahr 2002 kam es zweimal zu extremen Hochwasserereignissen, wobei im April 2002 die Donauauen massiv von Donauhochwasser geflutet wurden.

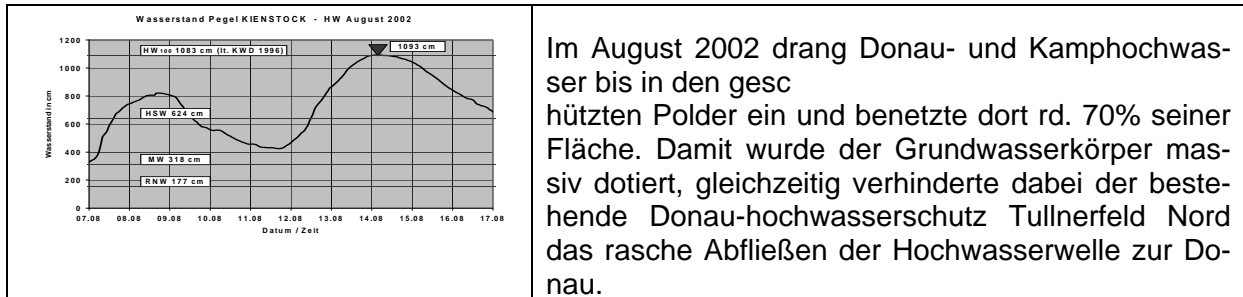


Abb. 5: Hochwasserganglinie der Donau

Quelle: Hochwassererfahrungsbericht 2002, HYDROINGENIEURE UMWELTECHNIK GmbH

Neben diesen Extremhochwasserereignissen traten an der Donau vor allem in den Jahren 2006, 2007, 2009 und 2010, und 2011 Donauhochwässer auf, die die Mittelwasserführung der Donau deutlich überschritten. Neben anderen Hochwasser führenden Gewässer dieser Region wies vor allem das Gewässer Schmida allein 2009/2010 3 Hochwässer auf, die massiv zur Neubildung des Grundwassers in der Au aber auch im Raum Absdorf beigetragen haben.

NIEDERSCHLAG

Ursache für die großen Abflüsse waren zuallererst die in der Region auftretenden Niederschläge.

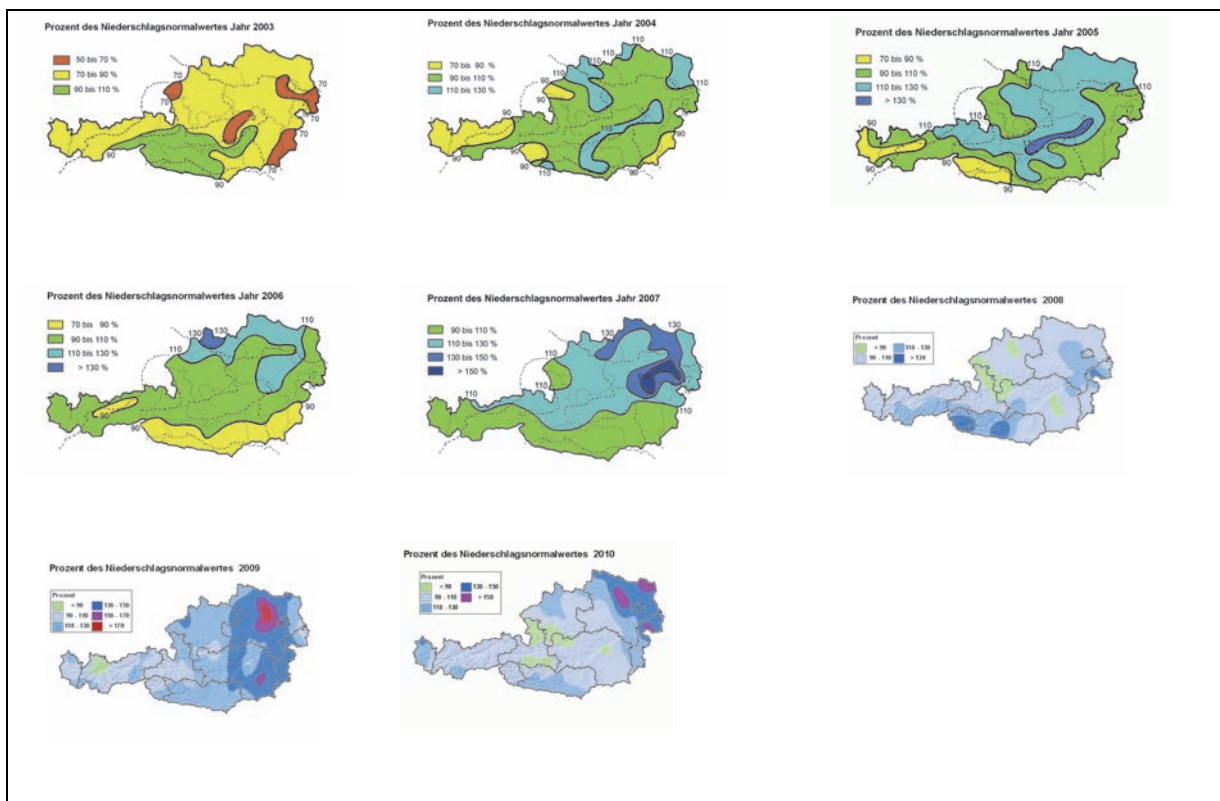
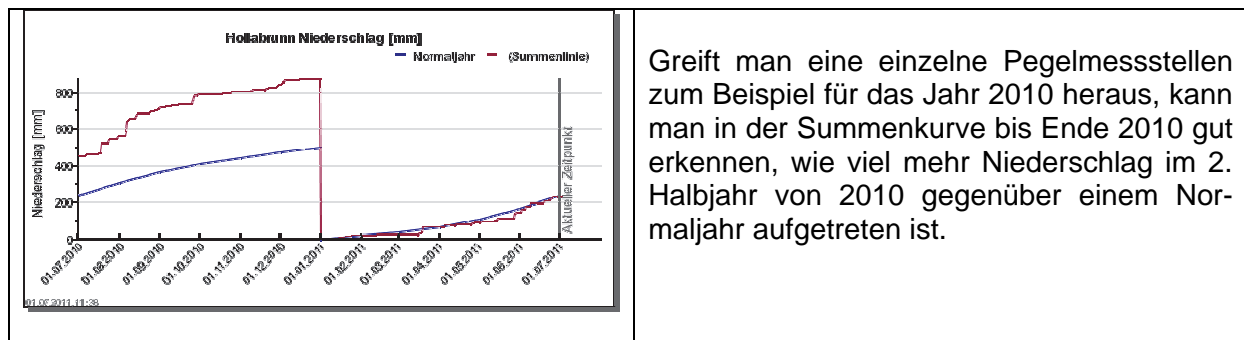


Abb. 6: Prozent des Niederschlagsnormalwertes für die Jahre 2003 bis 2010.

Quelle Homepage ZAMG

Während auf der Donau und am Kamp sowie auch an der Schmida Hochwasser bedingende Niederschläge nicht automatisch Oberflächenhochwasser vor Ort explizieren, verursachen regionale Niederschläge eine entsprechende Neubildung des Grundwassers. Betrachtet man die Jahresniederschläge seit 2003, so lässt sich leicht erklären, warum sich der Grundwasserkörper bis zum Jahr 2010 nicht entspannen konnte.

Die nachfolgenden Grafiken geben für die Jahre 2003 bis 2010 an, um wie viel Prozent die aufgetretenen Niederschlagssummen die mittleren Niederschlagssummen über- oder unterschritten haben. Auffallend dabei sind vor allem die Jahre 2005, 2006, 2007 sowie 2009 und 2010.



Greift man eine einzelne Pegelmessstellen zum Beispiel für das Jahr 2010 heraus, kann man in der Summenkurve bis Ende 2010 gut erkennen, wie viel mehr Niederschlag im 2. Halbjahr von 2010 gegenüber einem Normaljahr aufgetreten ist.

Abb. 7: Niederschlagstelle Hollabrunn
Beobachtungszeitraum 01.07.2010 bis 01.07.2011
Quelle Homepage, NÖLR

MASSNAHMENBESCHREIBUNG

Aus den erwähnten Maßnahmengruppen wird in der folgenden Darstellung ausschließlich auf die Pumpmaßnahmen eingegangen.

Ziel der Pumpmaßnahmen war es, den extremen Grundwasserspiegel unter speziellen Randbedingungen abzusenken bzw. die Mächtigkeit des Grundwasserkörper dauerhaft zu reduzieren.

Aus Erfahrungen vergangener Pumpversuche und Pumpmaßnahmen war bekannt, dass ein dauerhaftes Absenken ausschließlich durch Pumpmaßnahme nicht möglich ist. Gleichzeitig wusste man auch, dass es nach temporären Pumpmaßnahmen wieder zu entsprechenden Aufspiegelungen kommen wird.

Daher erwartete man sich folgende Erkenntnisse und Auswirkungen durch die Pumpversuche und Pumpmaßnahmen

- Absenkung der extremen Grundwasserverhältnisse für die Dauer der Pumpmaßnahmen auf ein Maß, das vorerst weitgehend trockene Keller sicher stellt
- Reduktion des Grundwasserkörpers in etwa um 5 bis 10 Mio. Kubikmeter
- Erkenntnisse über Auswirkungen spezieller Pumpstandorte für eine eventuelle Weiterführung dieser Maßnahmen
 - Wirksamkeit von bestehenden Gräben
 - Bestandsanalyse von Gräben nach Reduktion der Wasserführung durch Pumpen
 - Auswirkung auf die Nachhaltigkeit von Absenkungen bestimmter Standorte
 - Tatsächliche Energiekosten
 - Erkenntnisse über die Verträglichkeit der Pumpmaßnahmen bezogen auf Bauwerke und bestehende Grundwasser bezogene Wasserrechte

Welche Planungsarbeiten und Maßnahmen waren erforderlich?

- Abschätzung der Absenktrichter durch die Modellierung der Pumpenstandorte im Grundwassermodell Tullnerfeld Nord (Die Abschätzung wurde durch Joanneum Research Graz durchgeführt, danach die Verteilung der Standorte optimiert.)
- Festlegung der Vorflutgräben für die gepumpten Grundwässer (Höhenverhältnisse, Lage der Druckleitungen, Hindernisse für die Druckleitung)
- Einholung von Zustimmungserklärungen für die Benutzung der erforderlichen Grundflächen für die Pumpenstandorte, die Energieversorgung und die Druckleitungen
- Bereitstellung der Energieversorgung in nächster Umgebung der Pumpenstandorte
- Auswahl von Pumpen, die bei den vorhandenen Höhenverhältnissen den optimalen Wirkungsgrad erzielen (Dafür war eine Vermessung jedes einzelnen Standortes erforderlich.)
- Unterstützung der Gemeinden durch Einbringung von Eigenregieleistungen zur Kostenreduktion (Eigenregien, Private, etc.)
- Beweissicherungsverfahren für jeden einzelnen Standort

Umfang der tatsächlich durchgeführten Maßnahmen

- In Summe entstanden rd. 17 Pumpenstandorte – verteilt auf das gesamte Tullnerfeld Nord.
- Teilweise war es erforderlich, zwei Pumpstationen hinter einander zu schalten.
- Durch den Einsatz von speziell auf die Höhenverhältnisse ausgerichtete Pumpen konnten die Energiekosten gegenüber vorlaufenden Schätzungen massiv reduziert werden.
- Im Mittel wurden während einer Dauer von rd. 3 Monaten rd. 1,3 m³/s gepumpt. Daraus ergibt sich eine Gesamtfördermenge von rd. 10 Mio. Kubikmeter.

Resümee

- Die Pumpmaßnahmen führten größtenteils zu den erwarteten Ergebnissen und Erkenntnissen.
- Die betroffenen Keller konnten weitgehend trocken gelegt werden.
- Einige Standorte werden auch zukünftig erforderlich sein, um einen verträglichen GW-Spiegel sicherzustellen (unter Berücksichtigung der wasserrechtlich relevanten Auflagen).
- Trotz der Absenkung entstanden keine nennenswerten Schäden an Objekten, noch wurden Versorgungseinrichtungen wie Brunnen oder Wärmepumpen signifikant gestört.
- Die Gesamtbilanz der gepumpten Wassermenge konnte am erhöhten Abfluss im Gießgang nachvollzogen werden. Damit konnte nachgewiesen werden, dass das Grundwasser tatsächlich aus der Region abgeflossen ist und nicht im Kreis gepumpt wurde.
- Ein Dauerbetrieb aller Pumpen ist nicht finanzierbar, daher sind mit den gewonnenen Kenntnissen neben den **Mittelfristigen Maßnahmen** wie die Adaptierung und Erweiterung bestehender Gräben und Entwässerungssysteme nur noch wenige Standorte für extreme Verhältnisse aufrecht zu erhalten.
- Eine nachhaltige Verbesserung ist nur dann möglich, wenn
 - eine gesamtheitliche Betrachtung aller Entwässerungssysteme mit der definierten und möglicher Weise noch erforderlichen Anpassungen von Betriebseinrichtungen und Betriebsvorschriften erfolgt,
 - der Blick auf ein gemeinsames Vorgehen der Gemeinden, der zuständigen Abteilungen der Landesregierung, der Besitzer und Großgrundbesitzer, der Energiekonzerne und der zuständigen Behörden gerichtet wird,
 - ein notwendiges Maß an Akzeptanz für teilweise nicht beherrschbare Naturgegebenheiten vorliegt und
 - eine Eigenverantwortung im Hinblick auf manche kritischen Standorte für Siedlungsgebiete und Bewirtschaftung eingebracht wird.

Hochwasserschutz in NÖ am Beispiel der Donau

Dietmar PICHLER

1. Allgemeines zur Donau

a. Orografie

Die Donau hat ab dem Zusammenfluss ihrer Quellflüsse Breg und Brigach bis zur Mündung ins Schwarze Meer bei Sulina eine Länge von rund 2800 km, wobei hiervon rund 2380 km (bis Regensburg bzw. Kehlheim als Beginn der Rhein-Main-Donaukanals) schiffbar sind.

Danube River Basin District: Overview

MAP 1



Abb. 1: Donaueinzugsgebiet

Österreich wird von der Donau auf einer Länge von rund 350 km durchflossen, welche dabei mit einem mittleren Gefälle von 0,45‰ (Gebirgsstromcharakter) zwischen Passau und Wolfsthal eine Höhe von 155 m überwindet. Dabei durchbricht sie mehrmals das Granit- und Gneishochland, wobei in Niederösterreich der Strudengau und die Wachau (Weltkulturerbe, 1. freie Fließstrecke) die wesentlichen Engtäler bilden. Nach dem Tullnerfeld durchbricht sie die Korneuburger Pforte, wo sie um den Wienerwald (letzter Nordost Ausläufer der Alpen) in das Wiener Becken knickt. Nach dem Marchfeld (2. freie Fließstrecke, Nationalpark Donauauen) verlässt die Donau Österreich nach der Marchmündung in Richtung Slowakei.

b. Historisches

Aufgrund des typischen Charakters eines Gebirgsstroms und der damit verbundenen großen Geschiebe- und Schwebstoffführung (auch der Zubringer) kam es im Flachland im wieder zu

Flussbettumlagerungen (Problem für die Schifffahrt) durch riesige Überschwemmungen und Eisstoßkatastrophen welche auch zu großen Verwüstungen von Ackerflächen bzw. zur Zerstörung von Hab und Gut der angesiedelten Bevölkerung und von Verbindungsbrücken führten.

Bedeutende Hochwässer:

1501: größtes Hochwasser an der Donau, später Grundlage für den „verbesserten Hochwasserschutz Wien“ (rund 14.000 m³/s)

1830: Schlimmstes Eishochwasser

1862: Winterhochwasser, Startschuss für die 1. Wr. Donauregulierung

1899: ähnlich 2002, schlimmstes Hochwasser des 19. Jhdt.

1954: Das schlimmste Hochwasser des 20. Jhdt., Startschuss für den „verbesserten Hochwasserschutz Wien“ (2. Wr. Donauregulierung)

1991: ca. eine HQ₃₀ – Startschuss für den Hochwasserschutz Krems/Stein

2002: letzte große Hochwasserkatastrophe (HQ₁₀₀) an der Donau – Beginn der intensiven Planungen von HWS Maßnahmen an der Donau



Abb. 2: Historische Hochwassermarken (Ybbs)

Gedanken in Richtung Hochwasserschutz bzw. Regulierungen gab es eigentlich schon immer (vor allem im Bereich von Wien), wurden aber erst im 18. Jhdt etwas konkreter bzw. gab es erste Planungsentwürfe (z.B.: Vincenzo CORONELLI 1717).

Im Jahr 1773 wurde von Maria Theresia die „Kaiserliche Navigationsdirektion“ ins Leben gerufen, deren Aufgabe sich allerdings nur auf Regulierungsarbeiten (Entschärfen von Problemstellen bzw. die Errichtung von Treidelwegen) beschränkte.

Um die Jahrhundertwende vom 18. Jhdt. ins 19. Jhdt. spaltete die Diskussion ob der Strom im Bereich des Wr. Beckens mehrere Arme bzw. in einen einzigen Arm zusammengefasst werden soll die damaligen Fachleute. Es war dann 1810 der k. u. k. Hofbaurathsdirector SCHEMERL der die ganze Donau (mit Ausnahme des rechten Seitenarms, dem heutigen Donaukanal) in einem Flussbett zu vereinigen versuchte – allerdings scheiterte er an den lokalen Behörden.

Nach den katastrophalen Hochwässern 1830 bzw. 1862 wurde 1864 von Kaiser Franz Joseph die „Donauregulierungskommission“ eingesetzt und 1869 das Projekt „Donauregulierung bei Wien“ (zwischen Nussdorf und Fischamend) genehmigt und in der 1. Phase von 1870 bis 1875 ua. der 1. Teil des Marchfeldschutzdammes errichtet.

1882 wurde die Donauregulierungskommission mit der Errichtung umfangreicher Hochwasserschutzanlagen im Bereich zwischen der Isper- und der Marchmündung übertragen. Die Arbeiten im Marchfeld wurden, nachdem das Hochwasser 1899 weitere Arbeiten notwendig machte, 1902 abgeschlossen.

Nach dem das Hochwasser 1954 abermals zu Überschwemmungen führte, wurde nach langjährigen Studien im Jahr 1972 der „verbesserte Hochwasserschutz für Wien“ begonnen (Donauinsel) welcher in naher Zukunft mit der Erhöhung des Marchfeldschutzdammes flussab von Wien abgeschlossen sein wird. Als Grundlage für diese Maßnahmen diente das Hochwasser aus dem Jahr 1501, wo ein Durchfluss von rund 14.000 m³/s (RHHW) aufgezeichnet wurde.

2. Hochwasserschutz entlang der NÖ Donau

a. Allgemeines, die ersten Maßnahmen

Die ersten Hochwasserschutzmaßnahmen wurden wie bereits oben erwähnt Ende des 19. Jhdts gesetzt. Über den „verbesserten Hochwasserschutz für Wien“ mit welchem das Marchfeld „hochwassersicher“ ausgebaut wurde hinausgehend sei hier das Hochwasser aus dem Jahr 1991 erwähnt (HQ₃₀), nach welchem erstmals in fast allen NÖ Donaugemeinden Studien über den Hochwasserschutz ausgearbeitet wurden, von welchen aber nur die Maßnahmen Krems/Stein und Tullnerfeld Nord (gemeinsam mit dem 4-spurigen Ausbau der B3 (heute S5)) tatsächlich umgesetzt wurden.

Wobei der Hochwasserschutz für das nördliche Tullnerfeld überwiegend aus linearen Dämmen im Bereich zwischen Grafenwörth und Stockerau besteht. Im Bereich zwischen dem Krampugraben (Höhe Königsbrunn) und Stockerau übernimmt der Straßendamm gleichzeitig auch die Hochwasserschutzfunktion.

Der Hochwasserschutz Krems/Stein mit seinem rund 1,0 m hohen Mauersockel und den im Hochwasserfall aufgesetzten Mobilelementen diente nach dem Hochwasser 2002 als Musterbeispiel für fast alle Donaugemeinden in NÖ, da dieses System im Sinne der Ortsbildpflege bzw. mit den Grundgedanken des Weltkulturerbes als einzige mögliche Variante von allen Beteiligten (ICOMOS, Bundesdenkmalamt, ...) als umsetzbar erschien.

Nur kurz erwähnt seien hier die Donaukraftwerke, in deren Zusammenhang viele Bereiche entlang der Donau in Niederösterreich hochwassersicher wurden (Pöchlerner Feld, südliches Tullnerfeld,...)

b. Das Hochwasser 2002 und seine Folgen

Nach den Hochwässern 2002 (im März ein HQ₂₀₋₃₀ und im August ein HQ₁₀₀) wurden die betroffenen Gemeinden endgültig aktiv und die bereits in den 1990er Jahren ausgearbeiteten Studien überarbeitet und darauf aufbauend mit der Einreichplanung begonnen. Parallel dazu wurde zwischen den Ländern Oberösterreich, Niederösterreich und Wien bzw. dem Bund eine Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG über Vorhaben des Hochwasserschutzes im Bereich der österreichischen Donau geschlossen, mit welcher die Finanzierung der Maßnahmen gesichert wurde.

c. Aktueller Stand der Hochwasserschutzmaßnahmen in NÖ

Nr.	Maßnahme	Projektsstand
rechtes Ufer		
1	St. Pantaleon - Erla	wr. Projekt in Ausarbeitung
2	Wallsee-Sindelburg	abgeschlossen
3	Ardagger	abgeschlossen
4	Kemmelbach	wr. Projekt in Ausarbeitung
5	Ybbs - Bereich Donau	abgeschlossen
5	Ybbs - Karlsbachüberleitung	abgeschlossen
6	Ybbs - Ybbsdammaufhöhung	Baubeginn voraussichtlich Herbst 2011
7	Melk	wr. Genehmigung vorhanden
8	Melk - Winden	abgeschlossen
9	Schönbühl - Aggsbach	wr. Projekt in Ausarbeitung
10	Oberamsdorf	laufend, Funktionsfähigkeit voraussichtlich Frühjahr 2012
11	Rührsdorf	laufend, Funktionsfähigkeit voraussichtlich Frühjahr 2012
12	Mautern - Hundsheim	abgeschlossen
13	Zwentendorf	abgeschlossen
14	Klosterneuburg	abgeschlossen
15	Fischamend	abgeschlossen
16	Hainburg	1. Phase der Umsetzung läuft
linkes Ufer		
17	Persenbeug	abgeschlossen
18	Hagsdorf	wr. Genehmigung vorhanden
19	Gottsdorf	wr. Genehmigung vorhanden
20	Marbach	wr. Projekt in Ausarbeitung
21	Emmersdorf/Luberegg	abgeschlossen
22	Spitz	laufend, Funktionsfähigkeit voraussichtlich Frühjahr 2012
23	Weißkirchen	abgeschlossen
24	Dürnstein	wr. Projekt in Ausarbeitung
25	Krems/Stein Adaptierung	wr. Genehmigung vorhanden
26	Tullnerfeld Nord	abgeschlossen
27	Korneuburg	wr. Genehmigung vorhanden
28	Marchfeldschuttdamm	Sanierung läuft

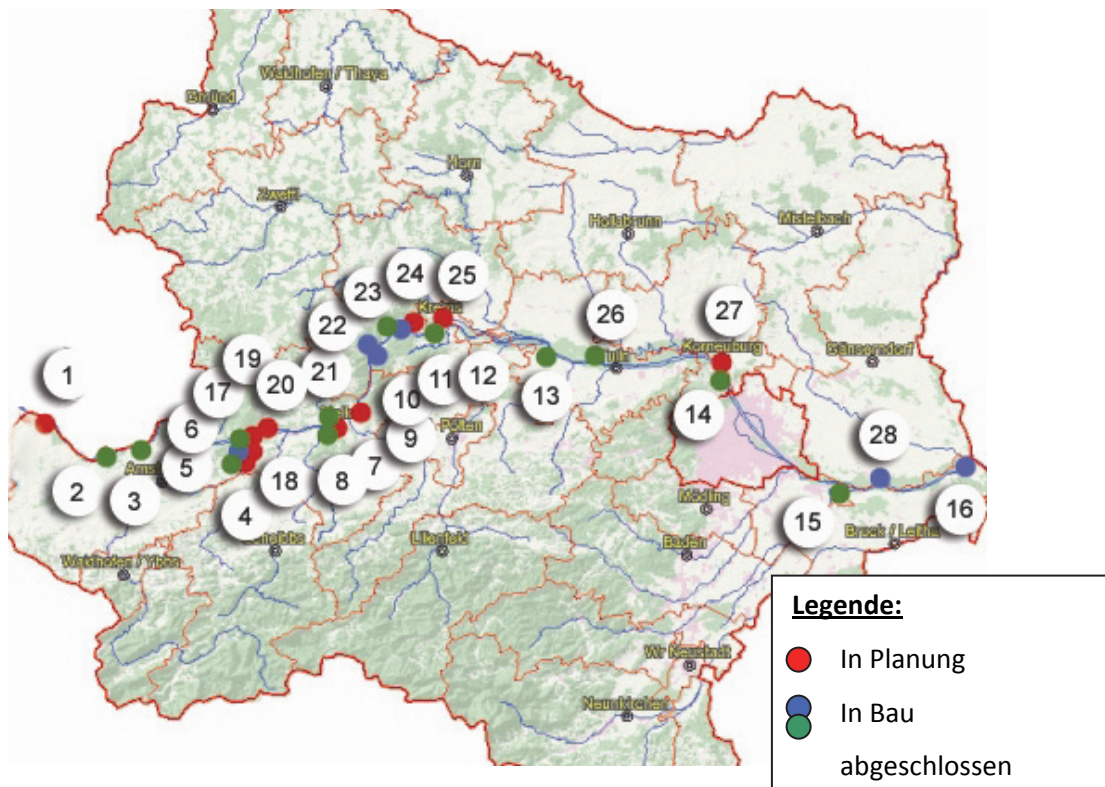


Abb. 3: Hochwasserschutzmaßnahmen in NÖ

d. Beispiele

- Der „klassische“ Hochwasserschutz – Tullnerfeld Nord:

Die Maßnahme wurde weiter oben im Text schon kurz erwähnt, und führte die Hochwasserschutztradition der linearen Dämme (Marchfeldschutzdamm, Marchdämme, Schmida, usw.) weiter. Das System besteht aus dem Straßendamm (S5) sowie aus dem der Bewirtschaftungsgrenze folgenden Erddamm. Als Dichtung wurde jeweils eine Schmalwand ausgeführt. Als letzter Abschnitt wurden in den Jahren 2008 bis 2009 die Sieltore ausgeführt, welche im Überlastfall ein problemloses Entleeren des Polders ermöglichen sollen.

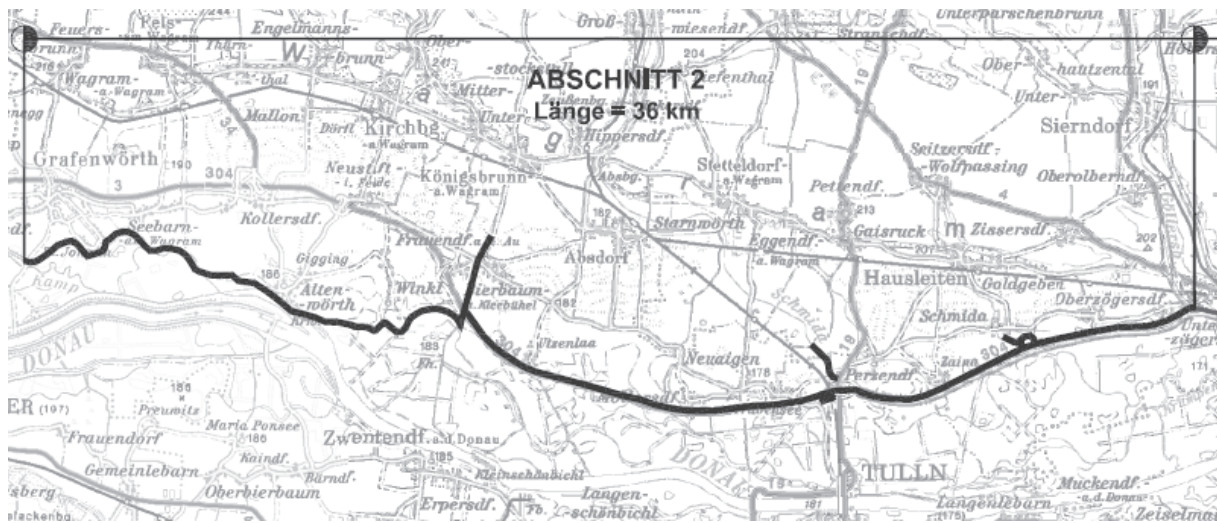


Abb. 4: HWS Tullnerfeld Nord, Übersicht



Abb. 5: HWS Tullnerfeld Nord, Siel Winkl

- Der „ortsbild- und weltkulturerbetaugliche“ Hochwasserschutz

Diese Ausführung wurde in sämtlichen Gemeinden des Struden- und Nibelungengaus bzw. in der Wachau gewählt, da nur so die Anforderungen des Bundesdenkmalamtes und von ICOMOS erfüllt werden konnten. Das System besteht aus einem Mauersockel (möglichst geringe Höhe, bis max. 1,0 m) und darauf aufgesetzten mobilen Elementen. So können teilweise Höhen bis über 4,0 m erreicht werden.



Abb. 6: HWS Weißkirchen, Probeaufbau



Abb. 7: HWS Weißkirchen, 1. Aufbauphase (Hochwasser 2010)



Abb. 8: HWS Persenbeug, Probeaufbau

- Der „Sonderfall“ – Hochwasserschutz Fischamend

Der Stadtbereich von Fischamend wird im Hochwasserfall über den Rückstau der Fischa überflutet. Als wirtschaftlichste Lösung entschied man sich für ein Pumpwerk im Bereich der A4 Autobahnbrücke. Dabei wird die gesamte Fischa im Hochwasserfall abgesperrt und 6 Axialpropellerpumpen können rund 38 m³/s über das Absperrbauwerk fördern. (entspricht etwa einem HQ₁₀₀ der Fischa).



Abb. 9: Pumpwerk Fischamend, Bauphase



Abb. 10: Pumpwerk Fischamend, Einsatz beim Hochwasser 2011

SIEDLUNGSENTWICKLUNG UND WASSER – EINE KOMPLIZIERTE BEZIEHUNG

Gilbert POMAROLI

Siedlungsentwicklung und Wasser – eine alte Beziehung.

Zwischen Siedlungsentwicklung und Wasser hat es schon immer einen engen Zusammenhang gegeben. Von Anfang an wurde das Wasser als wesentlicher Standortfaktor für die Gründung von Siedlungen berücksichtigt. Hintergrund dafür waren Aspekte wie unter anderem:

- Wasserversorgung
- Abfallentsorgung
- Energie
- Transportmöglichkeit

Die Siedlungen wurden aus diesen Gründen bewusst „zum Wasser gebracht“. Die technischen Entwicklungen im Bereich der Infrastruktur (Wasser, Abwasser, Energie, Verkehr...) würden aus heutiger Sicht eine solche unmittelbare Nähe zum Gewässer nicht mehr notwendig erscheinen lassen. Die Nähe ist aus historischen Gründen in den meisten Fällen gegeben. Die aktuelle Siedlungsentwicklung beginnt nicht bei der Stunde Null!

Siedlungsentwicklung in der „Täter-“ und „Opfer“rolle.

Siedlungsentwicklung nimmt den Raum baulich in Anspruch. Versiegelung führt zu einer Beschleunigung des Wasserabflusses. Für den Hochwasserabfluss bedeutende Retentionsräume gehen verloren. Dadurch wird das Bedrohungspotential für die Unterlieger erhöht. Andererseits schafft Siedlungsentwicklung „Verwundbarkeiten“: Jedes neue Gebäude, jede neue Infrastruktur ist auch ein potenzieller Schadensfall, der durch Naturereignisse realisiert werden kann.

Was für „das Wasser als Gefahr“ gilt, kann gleichermaßen für das Wasser als Ressource festgestellt werden. Siedlung braucht die Versorgung mit dem Grundelement Wasser. Durch Übernutzung kann Siedlungsentwicklung aber das Dargebot dieses Rohstoffs negativ beeinflussen.

Raumordnung „zwischen“ den Säulen der Nachhaltigkeit.

Die Kernaufgabe der Raumordnung liegt in der Steuerung der Siedlungsentwicklung im Sinne der Nachhaltigkeit. Ihrem Charakter als Querschnittsmaterie entsprechend ist ein breites Spektrum an Zielen für die Raumordnung verankert, die alle drei Säulen der Nachhaltigkeit berühren: die ökologische Säule wird etwa durch die Ziele zur sparsamen Inanspruchnahme von Boden und zur Verlagerung und Vermeidung von Verkehr abgedeckt. Die ökonomische Nachhaltigkeit findet sich in den Zielen zum sparsamen Einsatz mit öffentlichen Mitteln oder jenen zur Gewährleistung der wirtschaftlichen Entwicklung einer Region wider. Die soziale Säule der Nachhaltigkeit schließlich wird etwa durch die Ziele zur Erhaltung und Weiterentwicklung der Dörfer oder zur Gewährleistung einer hohen Ausstattungs- und Wohnqualität repräsentiert. Einzelne Ziele können verschiedenen Säulen der Nachhaltigkeit gleichermaßen dienen, sehr oft bestehen allerdings Widersprüche: das Zuwachsen ganzer Rodungsinselfen im Waldviertel mag etwa aus der Sicht der ökologischen Nachhaltigkeit sinnvoll sein (weil der Waldzuwachs auch den Wasserrückhalt verbessert). Aus sozioökonomischer Sicht verlieren die betroffenen Siedlungen aber an „Wert“, weshalb aus der Bevölkerung Widerstände gegen derartige Entwicklungen erwachsen. → Der Entscheidungspfad für die Raumordnung ist mitunter schmal, wenn allen drei Säulen der Nachhaltigkeit gleichermaßen gedient werden soll.

Wer ist „die Raumordnung“?

Hier ist zwischen der „nominellen“ und der „funktionellen“ Raumordnung zu unterscheiden.

a) nominelle Raumordnung:

Das ist jene Raumordnung, die auch offiziell so bezeichnet wird. Im Mittelpunkt stehen dabei die raumordnungsgesetzlichen Regelungen. Sie erfolgt auf mehreren Ebenen:

1. Ebene – das Land: erlässt das ROG, in dem die Ziele, Instrumente und Regeln normiert werden. Zusätzlich gibt es als Konkretisierung auf regionaler Ebene die Überörtlichen Raumordnungsprogramme.

2. Ebene – die Gemeinde: sie erlässt eine Verordnung und konkretisiert mit den vorhandenen Instrumenten die Ziele des ROG in ihrem Gemeindegebiet.

Das Land schafft somit den legislativen Rahmen für jenen räumlich konkretisierten Rahmen, den konkurrierende (!) Gemeinden im Zuge ihres autonomen Wirkungsbereichs „Örtliche Raumordnung“ setzen und in dem sich Siedlungsentwicklung abspielt.

Die Nominelle Raumordnung arbeitet mit einem Ziel-Regel-System. Die ständige Herausforderung besteht einerseits in der optimalen Abstimmung des Regelwerks auf die anzustrebenden Ziele und andererseits im Umgang mit dem Zielwiderspruch.

In letzter Zeit werden verstärkt auch so genannte „informelle“ Instrumente entwickelt, wie etwa das kleinregionale Rahmenkonzept, das auch noch eine zusätzliche Raumordnungsebene eingefügt hat: die Region.

b) funktionelle Raumordnung:

Sie umfasst sämtliche Fachmaterien, die zwar offiziell nicht als Raumordnung bezeichnet werden, aber großen Einfluss auf die tatsächliche Raumentwicklung haben. Klassischerweise betrifft das die Themen

- Straße/Infrastruktur
- Naturschutz
- Forstrecht
- Wasserrecht

Die funktionelle Raumordnung entwickelt in zunehmendem Maße Instrumente, die vor allem den informellen Raumordnungsinstrumenten ähnlich sind. Als Beispiel kann hier etwa der kommunale Wasserentwicklungsplan genannt werden. Mit dem Aufkommen solcher neuer Planungsinstrumente steigen aber wiederum die Abstimmungserfordernisse. Die nominelle Raumordnung als Querschnittsmaterie erhebt den Anspruch auf eine umfassende Abstimmung. Das funktioniert in der Praxis aber immer eingeschränkter. Raumordnung wird in den Gemeinden zunehmend auf eine Art „kommunale Immobilienentwicklung“ reduziert.

Wer macht Raumentwicklung in der Realität?

Nominelle und Funktionelle Raumordnung schaffen quasi ein „Angebot“, in dem sich die Siedlungsentwicklung entfalten kann. Dem steht eine Nachfrage gegenüber, die letztlich von uns allen repräsentiert wird. Unsere Werte und Wunschvorstellungen sowie unser Handeln werden durch eine Vielzahl von Faktoren, wie etwa den Medien (Werbung, Nachrichten...) beeinflusst und können im Begriff „Lebensstil“ zusammengefasst werden. Kaum beeinflusst wird diese Nachfrageseite allerdings von den Zielen der Raumordnung. Diese ist bemüht, aus der Beobachtung der tatsächlichen Siedlungsentwicklung und einer Bewertung derselben im Hinblick auf ihre Ziele (Nachhaltigkeit) ihr Regelungssystem ständig weiter zu entwickeln.

Eine ganz wesentliche Rolle für die tatsächliche Siedlungsentwicklung spielen zuletzt die Grundeigentümer. Sie sind der entscheidende Faktor, dass die Angebote der Raumordnung und die Nachfrage zur Deckung gebracht werden können.

➔ Optimale Siedlungsentwicklung entsteht dann, wenn das fachlich umfassend abgestimmte Angebot ideal auf eine zielkonforme (!) Nachfrage ausgerichtet ist und zur richtigen Zeit die richtigen Flächen verfügbar sind! Diese Aufgabe lastet zu einem wichtigen Teil auf den Schultern der Gemeinden. Aber auch die Grundeigentümer tragen Mitverantwortung, weil deren Interessen raumordnungsgerechten Lösungen häufig entgegenstehen.

Anpassung des niederösterreichischen Regelungssystems an die Erfahrungen mit dem „Wasser als Gefahr“.

- explizite Verankerung des HQ100 als Ausschließungsgrund für Bauland im NÖ ROG nach dem HW 1997
- gesetzliche Verpflichtung zur Bausperre bzw. zur Umwidmung in Grünland für unbebaute Baulandflächen (ebenfalls nach HW 1997)
- forcierte Erstellung von Gefahrenzonenplänen (nach dem HW 2002)
- forcierte Umsetzung von Hochwasserschutzbauten (nach dem HW 2002)
- verstärkte Berücksichtigung der Vorfluterkapazitäten bei Siedlungserweiterungen (in letzter Zeit)
- erhöhtes Augenmerk auf die Retention

Der Teufel steckt oft im Detail.

Beispiel 1:

Gerade die Unterschiedlichkeit der vom Wasser gesteuerten Naturgefahren, sowie deren Bewältigungsstrategien bringen Gemeinden mitunter in Zwangslagen. So wird bei eher labilem Untergrund aus geologischer Sicht immer wieder gefordert, das Regenwasser zur Vermeidung von rutschungsbedingten Gebäudeschäden nicht zu versickern, sondern gesammelt dem Vorfluter zuzuleiten. Diese Umsetzung dieser Empfehlung belastet aber wiederum den Vorfluter stärker. Wenn der Vorfluter im Hochwasserfall bereits Siedlungsbereiche überflutet, steht die Gemeinde in einer Zwangssituation.

Beispiel 2:

Neue Hochwasserschutzanlagen sichern in unterschiedlichem Maße auch Grünlandbereiche. Betroffene Gemeinden beabsichtigen in der Folge, diese geschützten Grünlandbereiche auch für die Siedlungsentwicklung heranzuziehen. Dadurch kann aber das Schadenspotenzial in jenen Fällen vergrößert werden, in denen ein Hochwasser das Bemessungsereignis übersteigt. Oft handelt es sich dabei aber auch um Flächen, die sich aus anderen Gründen (räumliche Nähe zu Siedlungsgebieten, landschaftliche Einbindung u. dgl.) für die Siedlungsentwicklung eignen.

Beispiel 3:

Konkretes Beispiel einer Gemeinde:

Eine Gemeinde erlässt im Jahr 2003 ihr erstes örtliches Entwicklungskonzept. Die Abflussstudie am Hauptgewässer wurde abgewartet und die Aussagen vorbildlich berücksichtigt. Außerhalb des Abflussbereichs wurden großflächige Entwicklungszonen in bester zentraler Lage festgelegt (kurze Wege). Zwischenzeitlich werden auf Grund der Erfahrungen mit dem Nadelbach bzw. in Mold auch kleinere Nebengewässer stärker berücksichtigt. Die im Widmungsverfahren geforderte Untersuchung brachte das Ergebnis, dass die gesamte Fläche von einem HW 100 betroffen ist. Idealer Standort für Retentionsbecken ist flächiges Naturdenkmal!

Zum Schluss – ein Plädoyer für mehr „Einfachheit“.

Raumordnung ist ein komplexes Gebilde inmitten des komplexen Systems Siedlungsentwicklung. Von nahezu allen Sektorpolitiken (Klima, Boden, Wasser, Wirtschaft, Verkehr...) wird zunehmend eine stärkere Position der Raumordnung im Sinne der jeweiligen Ziele eingefordert. Dadurch gerät die Raumordnung immer stärker unter Druck. Raumordnung braucht daher klare und einfache Botschaften aus den einzelnen Sektorpolitiken, denn das Zusammenführen dieser Politiken im Raum – die Kernkompetenz der Raumordnung – bietet Komplexität genug.

CC-WaterS – ein europäisches Projekt zur Sicherung der Wasserversorgung

Gerhard KUSCHNIG

Die bereits eingetretene aber auch die zukünftige Klimaveränderung wird viele Sektoren unserer Gesellschaft betreffen. Sie ist eine große Herausforderung für Politik, Wirtschaft aber auch Verwaltung.

Neben anderen Bereichen, die in die kommunale Zuständigkeit fallen, wird auch die Wasserversorgung betroffen sein.

Daher starteten die Wiener Wasserwerke nach über einem Jahr Vorbereitung im April 2009 das Projekt „CC-WaterS“ (Climate Change and Impacts on Water Supply, Klimaänderung und Auswirkungen auf die Wasserversorgung). Unter der Leitung der Wiener Wasserwerke arbeiten 18 Partner aus 9 europäischen Ländern zusammen (Österreich, Bulgarien, Griechenland, Italien, Kroatien, Rumänien, Serbien, Slowenien und Ungarn). Die österreichischen Partner sind neben den Wiener Wasserwerken das Lebensministerium und die Gemeinde Waidhofen an der Ybbs.

Bis zu 85% von ca. € 4.224.000,- Projektkosten werden vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) im Rahmen der Europäischen Territorialen Zusammenarbeit – Südosteuropa (ETZ – SEE) gefördert.

Zentrales Ziel ist, einen Beitrag zur Sicherung der Wasserversorgung auch in kommenden Jahrzehnten zu leisten. Dies unter besonderer Berücksichtigung von möglichen Klimaänderungen.

Dieses Ziel soll erreicht werden durch die Ausarbeitung von Methoden und Instrumenten für Wasserversorger aber auch gesetzgebende Körperschaften, die für den Bereich Trinkwasserversorgung zuständig sind. Die Ergebnisse des Projektes sollen auch Dritten zur Verfügung stehen.

Änderungen meteorologischer Parameter können regional ja sogar lokal sehr unterschiedlich ausfallen. Daher ist es wichtig Klimaänderungen in jenen Gebieten zu prognostizieren, die für Wasserversorger von Bedeutung sind – den Einzugsgebieten. Diese können in ihrer Größe von wenigen Quadratkilometer bis zu Tausenden Quadratkilometern reichen. Eine Aufgabe ist es, herauszufinden, für welche Gebietsgrößen sinnvolle Aussagen noch möglich sind.

Um diese Fragen umfassend beantworten zu können, wurden im Projekt CC-WaterS mehrere Anforderungen berücksichtigt. Der von den Testgebieten der Partner gebildete Untersuchungsraum deckt die wesentlichen geografischen Typen (Gebirge, Ebenen, Küstenzonen), Klimatypen (alpines, kontinentales und mediterranes Klima) sowie Trinkwasserressourcen (Grundwasser, Karstwasser und Oberflächenwasser) ab.

Die Partnerschaft von Wasserversorgern, (gesetzgebenden) Verwaltungseinrichtungen und Forschungsinstitutionen gewährleistet die Zusammenführung unterschiedlicher sich ergänzender Kompetenzen. Sogenannte Stakeholder bestimmen Inhalt und Ablauf des Projektes entsprechend ihren Anforderungen und Aufgaben direkt.

Darüber hinaus wird versucht die Strukturen und Organisation der Wasserversorgung in den Partnerländern zu berücksichtigen. Einerseits geht es hier um den Unterschied von ländlichen und städtischen Bereichen andererseits um die Größe der Wasserversorger. So ist die Wasserversorgung von Großstädten wie Belgrad, Ljubljana, Thessaloniki und Wien Thema aber auch kleinere Städte und Versorgungsgebiete wie z.B.: Waidhofen/ Ybbs werden einbezogen. Die zur Bearbeitung von Fragen wie Klimaänderung erforderlichen Untersuchungen können meist von kleinen Gemeinden alleine nicht geleistet werden. Die Probleme sind aber für große und kleine Städte und Gemeinden ähnlich.

Arbeitsschritte zur Erreichung der Projektziele entsprechen den Ergebnissen der einzelnen Workpackages (WP). WP3 erarbeitet Szenarien und Prognosen über die Klimaentwicklung in den jeweiligen Testgebieten für die Perioden 2021-2050 und 2071-2100. WP4 erstellt Wasserbilanzen für diese Perioden unter Bedingungen der Klimaänderung. WP5 beschäftigt sich mit Landnutzungen in Wasserversorgungsgebieten und deren Auswirkungen auf die Qualität. Im WP6 werden sozio-ökonomische Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserversorgung untersucht. Im WP7 sollen Maßnahmen erarbeitet werden, die die Sicherung der Wasserversorgung in der Zukunft unterstützen.

Die Prognosen sind von mehr oder weniger großen Unsicherheiten geprägt. Im Projekt CC-WaterS wurde die Modellierung basierend auf dem A1B Szenario durchgeführt. Dieses Szenario wurde vom IPCC neben ungefähr 30 anderen Szenarien entwickelt, welche Annahmen über die demografische und wirtschaftliche Entwicklung treffen. Das A1B Szenario entspricht der formulierten Klimapolitik der EU, ist aber abhängig von gegenwärtigen und zukünftigen politischen Entscheidungen weltweit. Weitere Unsicherheiten betreffen die Datenbasis der meteorologischen Parameter als auch die Klimamodelle. Fehlende Stationen über 800m Seehöhe sind ein weiterer Unsicherheitsfaktor. Die alpine Topografie, besonders in den österreichischen Testgebieten, bedarf einer entwickelten Methodik, um die höhenbedingte Variabilität der meteorologischen Parameter abbilden zu können. Die Klimamodelle werden anhand von vergangenen Perioden, für die Messwerte vorliegen, kalibriert und validiert. Die sich daraus ergebenden Korrekturen werden für die zukünftigen Perioden berücksichtigt.

Hier sollen die vorläufigen Ergebnisse der österreichischen Testgebiete in Niederösterreich und der Steiermark präsentiert werden. Dabei handelt es sich um die Einzugsgebiete der Stadt Wien im Gebiet von Rax, Schneeberg, Schneealpe und Hochschwab sowie um die Einzugsgebiete der Stadt Waidhofen an der Ybbs. Die Untersuchungen wurden im Auftrag der Projektpartner Stadt Wien – Wasserwerke, Stadt Waidhofen an der Ybbs – Wasserwerke und des Lebensministeriums durchgeführt.

Verglichen werden die Änderungen der Perioden 2021-2050 und 2071 -2100 mit der Referenzperiode 1971-1990.

Die durchschnittliche Änderung der Jahrestemperatur beträgt für die Periode 2021-2050 1-2°C und 3-3,5°C für die Periode 2071-2100. Für die Periode 2021-2050 ergeben sich keine Änderungen für den durchschnittlichen Jahresniederschlag. Für die Periode 2071-2100 ergeben sich je nach verwendetem Modell entweder eine leichte Abnahme oder eine leichte Zunahme. Für die Wasserbilanz und den Abfluss bedeutet das, dass es unter Berücksichtigung der oben erwähnten Unsicherheiten aus heutiger Sicht bis zum Jahr 2100 zu keinen gravierenden Änderungen im Wasserdargebot kommen wird.

Für die Wasserversorgung sind neben den Jahresdurchschnittswerten die Änderungen der Klimaparameter bezüglich der Jahreszeiten und vor allem Änderungen von Extremereignissen (Änderungen von Variabilitäten) wie Starkniederschläge und Trockenperioden wesentlich. Die jahreszeitlichen Änderungen können im Rahmen der erwähnten Unsicherheiten prognostiziert werden. Über Änderungen von Extremereignissen lassen sich zur Zeit – zumindest für Österreich - noch keine Aussagen treffen. Analysen von Trends in der Vergangenheit zeigen keine Zu- oder Abnahme von Extremereignissen. Die Klimamodelle erlauben keine Aussage über künftige Extremereignisse.

Die sozio-ökonomischen Auswirkungen müssen neben den Aussagen über das Wasserdargebot auch die Entwicklung des Verbrauchs berücksichtigen. Verbrauchsänderungen sind – zumindest in Österreich – vor allem durch die demografische und wirtschaftliche Entwicklung bestimmt. Die Verbrauchsänderungen, welche durch den Klimawandel bedingt sind, sind kaum untersucht. Annahmen beruhen auf Szenarien, welche keine quantitativen Aussagen zulassen. Für Wien werden bis 2050 keine klimabedingten Verbrauchsänderungen angenommen. Andererseits wird neuesten Studien zu folge die Einwohnerzahl bis 2050 um 300.000 Personen zunehmen.

Gravierende Änderungen werden sich aber in der Vegetation (Wald) und der Landnutzung Forstwirtschaft ergeben. Besonders auf Grund der Temperaturänderungen wird sich die

Baumartenzusammensetzung ändern. Die Phase der Änderung bedeutet eine Instabilität des Waldes mit möglichen Folgen, wie erhöhte Erosion und Schädlingsbefall.

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Einzugsgebiete ergeben sich daher folgende Anforderungen:

- Massnahmen müssen flexibel sein.
- Die natürliche Variabilität und die Anpassungsfähigkeit der Vegetation muss unterstützt werden.
- Bereits bestehende Gefährdungen des Waldes wie Wildschäden und Schädlingsbefall müssen verstärkt bekämpft werden.
- Das Monitoring besonders von Karstquellen und ihrer Einzugsgebiete muss verstärkt werden.
- Die Abflussdynamik und die ihr zugrund liegenden Prozesse müssen erforscht werden.
- Die Wasserversorgung muss die Entwicklungen in der Klimaforschung beobachten und in geeigneten Abständen Prognosen Einzugsgebiete betreffend aktualisieren.

Weitere Ergebnisse und Informationen sind unter www.ccwaters.eu abrufbar. Diese Seite wird laufend aktualisiert.

Karsthydrogeologie und Speläologie in Niederösterreich

Rudolf PAVUZA & Lukas PLAN

Einleitung

Fast zwanzig Prozent des österreichischen Staatsgebietes können als Karstgebiete klassifiziert werden. Aufgrund ihrer Lage in vor- bis hochalpinen Arealen am Nordrand der Alpen fällt fast die Hälfte des Niederschlagswassers in Österreich auf diese Gebiete.

Mehrere Großstädte Österreichs beziehen ihr Trinkwasser zu großen Teilen aus Karstmassiven: Innsbruck, Salzburg, Villach, Wien und teilweise auch Graz. Zahllose mittlere und kleinere Gemeinden nutzen ebenfalls Wasser aus Karstquellen.

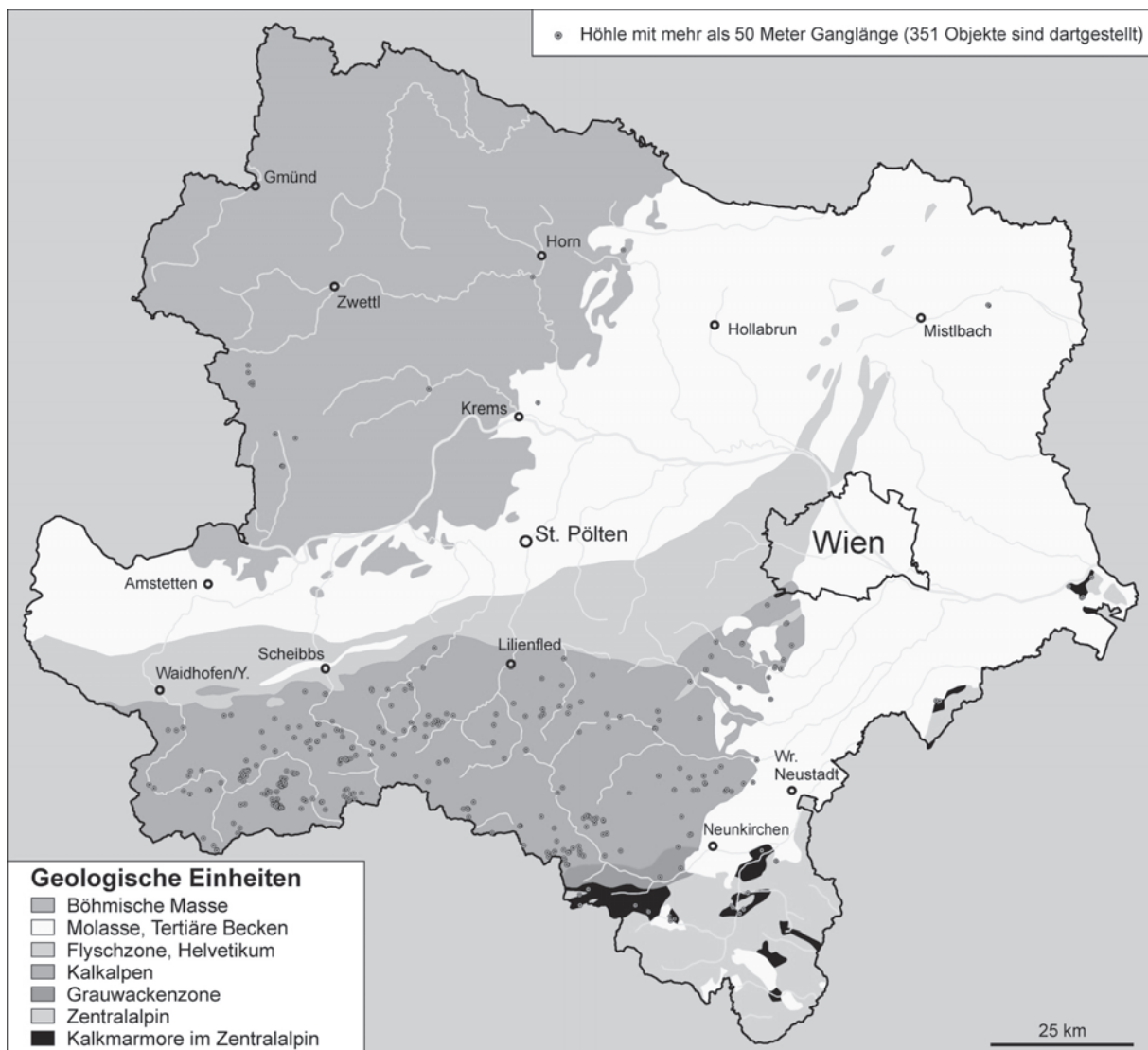


Abb. 1: Vereinfachte Geologische Karte Niederösterreichs und Höhlen mit mehr als 50 m Ganglänge.

Die Bedeutung als Wasserlieferant für die österreichische Wasserversorgung und damit für die Volkswirtschaft wird bereits aus diesen Basisdaten eindrucksvoll erkennbar. Niederösterreich bildet hier keine Ausnahme – hier finden sich sowohl ausgedehnte voralpine Karstgebiete, als auch hochalpine Bereiche und kleinere Karstplateaus sowie etliche isolierte, kleine Karstgebiete.

Grundlagen der Verkarstung

Karstgebiete sind Landschaften, wo sich durch die Löslichkeit bestimmter Gesteine – in Österreich sind dies vornehmlich Karbonatgesteine – spezielle ober- und unterirdische Geländeformen sowie eine weitgehend unterirdische Entwässerung ausgebildet haben. Folgende Hauptparameter sind dabei essentiell:

- ein verkarstungsfähiges Gestein (Kalk, Dolomit, Gips, Salz u.a.)
- ein initiales Trennflächengefüge (Störungen, Klüfte, Schichtflächen)
- eine ausreichende Menge von Wasser
- Kohlendioxid
- Zeit
- ein Karstwassergradient
- weitere (zum Teil noch wenig bekannte) Faktoren....

In Österreich dominieren unter den *Karstgesteinen* flächenmäßig bei weitem Kalke und Dolomite, wobei im mittleren und östlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen die Dolomite eher in den Kalkvoralpen, Kalke eher in den Kalkhochalpen zu finden sind.

Dolomitgesteine weisen dabei eine deutlich intensivere Klüftung auf und sind so durch die mechanische Erosion mehr betroffen als Kalke. Dadurch können sich zwar seltener markante Karstformen an der Oberfläche und im Untergrund bilden, doch weisen Dolomitgesteine dadurch eine bessere Speicherkapazität für das unterirdische Wasser auf. Dieser geomorphologisch und hydrogeologisch relevante Unterschied zwischen Kalk und Dolomit ist in Abb. 2 gut zu erkennen.



Abb. 2: Wechsellagerung von feinklüftigem Dolomit (oben) und grobklüftigem Kalk (unten), der Korrosionsformen zeigt, die im Dolomit fehlen.

Das *Trennflächengefüge* – also die Gesamtheit von Klüften, Störungen und Schichtflächen – ist eine Grundvoraussetzung für die Ausbildung einer unterirdischen Entwässerung. Bei ihrem Fehlen könnte das Wasser nie in den Untergrund eintreten und würde seine Lösungskapazitäten alleine an der Oberfläche verbrauchen. Doch gibt es durch die tektonischen Bewegungen der Erdkruste praktisch nirgendwo einen derartigen Bereich. In den Kalkhochal-

pen ist das Trennflächengefüge aufgrund des Zurücktretens der Vegetation oft sehr eindrucksvoll zu sehen (Abbildung 3).



Abb. 3: Schichtfläche von Dachsteinkalk intensiver Klüftung

Wasser stand im alpinen Karst in der geologischen Vergangenheit und in der Gegenwart immer und überall in ausreichender Menge zur Verfügung. Weltweit betrachtet gibt es aber sehr wohl auch Karstgebiete, deren Entwicklung weit in der Vergangenheit liegt und die heute kaum jemals nennenswerte Niederschlagsmengen aufweisen. Es liegt freilich auf der Hand, dass die Menge des Niederschlages oder besser: die Menge des zur Versickerung gelangenden Niederschlagswassers von grundlegender Bedeutung für die Intensität der Verkarstung sein muss.

Kohlendioxid, das sich im Niederschlagswasser löst und die schwach korrosive Kohlensäure bildet, stammt aus zwei Quellen: aus der Luft und aus dem Boden, wo durch die biogene Aktivität weitaus höhere Gehalte auftreten als in der Luft.

Der *Zeitfaktor* ist insofern von großer Bedeutung, als die Karbonatlösung durch die relativ schwache Kohlensäure ein langsamer Vorgang ist, der jedoch in geologischen Zeiträumen zu einem landschaftsgestaltenden Prozess wird.

Der *Karstwassergradient* ist erforderlich, um gelösten Kalk abzutransportieren und frisches, aggressives (saureres) Wasser in tiefere Bereiche des Karstaquifers zu bringen. Generell fließt das Wasser naturgemäß aus den höheren Bereichen der Karstgebiete gegen die Vorflut – die umgebenden Täler. Hier tritt es entweder – sichtbar - an Karstquellen oder unterirdisch in die Talverfüllungen aus.

Die Karbonatlösung ist chemisch gesehen ein recht einfacher Vorgang:



Es ist dies eine Gleichgewichtsreaktion – sie kann in beide Richtungen verlaufen. Am eindrucksvollsten ist dies in den Tropfsteinhöhlen zu sehen, wo der gelöste Kalk wieder in Form spektakulärer Sinterbildungen ausfällt. Der gleiche Prozess führt aber auch zum Verkalken der Kaffeemaschine. Der CO₂-Partialdruck und die Temperatur spielen dabei eine wichtige Rolle.

Für Dolomitgesteine verläuft die Reaktion analog, wenngleich auch etwas langsamer. Dennoch sind Dolomitgesteine gut verkarstungsfähig und in ihrem Speicherverhalten den Kalken infolge ihrer Feinklüftigkeit sogar zumeist überlegen. Einige sehr großräumige Teile des 27 km langen Ötscherhöhlensystems sind im Dolomit ausgebildet.

Die Gipslösung ist eine rein physikalische Lösung von Gips in Wasser. Kohlendioxid wird dazu nicht benötigt. Sie läuft wesentlich rascher ab als die Kalklösung und ist auch hinsichtlich der Lösungskapazität effizienter. Doch sind Gipsgesteine in Österreich einerseits weit weniger verbreitet als Karbonatgesteine und andererseits mechanisch deutlich weniger beanspruchbar. Dadurch sind im alpinen Raum ober- und unterirdische Karstformen im Gips eher eine Rarität. In Niederösterreich gibt (bzw. gab) es nur einige Giphöhlen mit knapp unter 100 m Ganglänge.

Zeitliche Entwicklung eines Karstaquifers

Ein Karstaquifer ist durch seinen Gesteinsbestand, die Konfiguration des Trennflächengefüges, durch die Landschaftsentwicklung sowie die Variationen des Klimas und der Vegetationsentwicklung an seiner Oberfläche determiniert. Viele dieser Parameter variieren im Laufe der Zeit beträchtlich. Geologische, geomorphologische und klimatische Prozesse – miteinander auf komplexe Art verbunden – führen dazu, dass jedes Karstgebiet ein „eigener Fall für sich“ ist und Parallelisierungen alles andere als trivial sind. Dies gilt vor allem für die geologisch meist komplizierter gebauten Kalkvoralpen.

Ein Beispiel soll die Charakteristik der heterogenen Entwicklung eines Karstaquifers im Laufe der Zeit vor Augen führen:

Man stelle sich ein Gebirge mit einem Kluftabstand von 1 m vor – etwa so ähnlich, wie es etwa in Abb. 3 zu sehen ist. In einem sehr frühen Stadium der Entwicklung sind die Klüfte nahezu geschlossen, nehmen wir eine Kluftweite von 0,1 mm an. Bei einer Vergrößerung – durch Kalklösung – auf 1 mm ändert sich der Hohlraumgehalt (und letztlich damit das Speichervolumen) auf das Zehnfache, die hydraulische Durchlässigkeit jedoch um das Tausendfache. Durch den erhöhten Wasserdurchsatz gelangt nun mehr Wasser pro Zeiteinheit durch jene etwas weiteren Trennflächen, die damit wieder schneller wachsen – ein Rückkopplungseffekt. Daraus wird ersichtlich, dass jene Bereiche, die aus irgendwelchen Gründen rascher größere Klüfte bilden (dies kann durch unterschiedliches Wasseranbot, unterschiedliche Vegetationsbedeckung, aber auch unterschiedliche „Primärklüftung“ durch unterschiedliche Beanspruchung des Gesteinskörpers während der tektonischen Aktivitätsphasen begründet sein) ihren Nachbarbereichen in der Hohlraumentwicklung uneinholbar davoneilen: sie wirken zunehmend als Wassersammler und drainagieren in der Folge den Karstaquifer bevorzugt. Das verbleibende Mikrogefüge ist indessen für die Karstentwässerung nicht minder bedeutend: Während die rasch erweiterten, höhlenartigen Trennflächen für die rasche Wasserabfuhr und die hohen Quellschüttungen verantwortlich ist, versorgen die Mikro-Trennflächen die Quellen mit dem Langzeitabfluss, der für die Wasserversorgung von entscheidender Bedeutung ist.

Bedeutung von Höhlen für die Hydrogeologie

Höhlen sind zugängliche Spuren und Zeugen der unterirdischen Entwässerung. In vielen Fällen sind Höhlen aber auch die Resultate einer „Paläo-Entwässerung“, die aus den Raumformen vielfach abzuleiten ist. So sind die oft zu beobachtenden *Schlüsselloch-Profile* von Höhlengängen ein Merkmal für den Übergang der gänzlich wassererfüllten *phreatischen Zone* in die teil- und zeitweise wassererfüllte *vadose Zone*: Runde bis linsenförmige Profile an der heutigen Höhlendecke gehen nach unten in klammartige *Canyons* über, die aber oftmals bereits längst trocken gefallen sind (Abb. 4).



Abb. 4: *Schlüssellochprofil* in der Schlüssellochhöhle (Schneealpe) Der Übergang vom phreatischen zum vadosen Teil der Höhlenentwicklung zu gut zu erkennen.

Die Rekonstruktion der ehemaligen Fließverhältnisse ist von essentieller Bedeutung für das Verständnis der heutigen Entwässerung, die gelegentlich von sich durchaus befremdlich überkreuzenden Wasserwegen im Untergrund gekennzeichnet ist.

In den Kalkhochalpen haben aktuelle Untersuchungen die *phreatische Phase* in den Riesenhöhleysystemen in rund 1500 m Seehöhe in die Zeit vor rund 5 Millionen Jahren datiert. Die primäre Entwicklung dieser Höhlen hatte also nichts mit der Eiszeit zu tun. Während und nach der Eiszeit wurden die Höhlen durch Wasser und Sediment nur etwas überformt aber an der Oberfläche der Kalkhochflächen zum Teil auch zerstört.

Die Höhlen sind jene Bereiche im Karstaquifer, wo die Erweiterung der ursprünglichen Mikro-Trennflächen bevorzugt stattgefunden hat. Sie führen die Niederschlagswässer rasch Richtung Quellen ab, deren Abfluss in Trockenzeiten jedoch mit den Höhlen wenig zu tun hat. Grobe Abschätzungen der Wasserbilanz in Kombination mit Beobachtungen des Abflusses in den Höhlen ergeben einen massiven Fehlbetrag, der auf jenes Wasser hinweist, das offensichtlich - „neben“ den bekannten Höhlenteilen – vornehmlich in Mikro-Trennflächen langsam durch den Berg in Richtung Quellen fließt und so auch die längerfristige Wasserversorgung sichert.

Der rasche Abfluss in höhlenartigen Bereichen des Karstaquifers hat aber eine andere unangenehme Begleiterscheinung: Schadstoffe erreichen die Quellen mit einer nur sehr geringen Vorwarnzeit. Obgleich die rechnerische Fließgeschwindigkeit im Untergrund zwar kaum 200 m/h überschreitet, ist doch z.B. bei einem Diesellunfall im Hochgebirge eine immense potentielle Gefahr für die Quellnutzer gegeben.

Darüber hinaus reicht bereits ein Unfall eines Geländefahrzeugs mit Dieselaustritt im Einzugsgebiet einer Quelle, um z.B. die Menge des Monatsverbrauches einer Kleinstadt ungenießbar zu machen.

Höhlen in Niederösterreich

Niederösterreich ist durchaus als ein veritables „Land der Höhlen“ zu bezeichnen: derzeit sind in diesem Bundesland rund 4500 Höhlen bekannt (Abb. 5), deren längste, das 27 km lange Ötscherhöhlensystem in der Liste der längsten Höhlen Österreichs immerhin an 12 Stelle steht. Diese zum Teil altbekannte Höhle ist mit einer Vertikalerstreckung von 662 m auch gleichzeitig die tiefste Höhle Niederösterreichs und ein hydrogeologisches und geo-

morphologisches Relikt aus einer Zeit völlig anderer topographischer Gegebenheiten. Die teilweise Entwicklung im Dolomit widerlegt überdies eindrucksvoll die mitunter geäußerte Ansicht, Dolomitgesteine seien generell „schlecht“ verkarstungsfähig.

Außer in den Karstgebieten der niederösterreichischen Kalkalpen – hier liegt naturgemäß die Mehrzahl der bekannten Höhlen – findet man aber Höhlen durchaus auch im Wald- und Weinviertel (immerhin rund 250), in den zentralalpinen Bereichen des Semmering-Wechselgebietes sowie im Leithagebirge und in den Hainburger Bergen, wo einige Höhlen auch an hydrothermale Phänomene gebunden sind bzw. ihre Entstehung warmen, aufsteigenden Wässern zu verdanken haben.

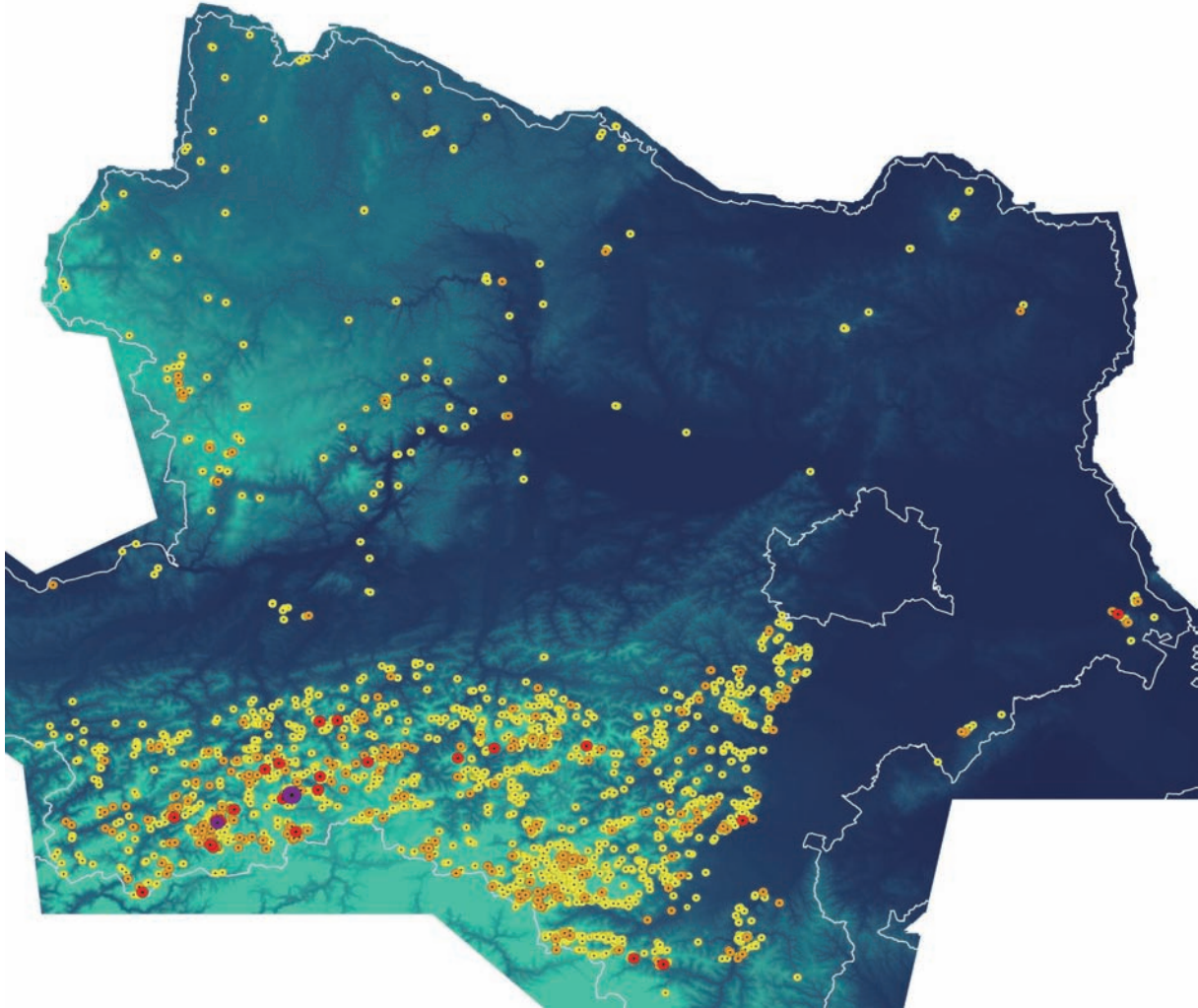


Abb. 5: Verbreitung der Höhlen in Niederösterreich. Klassifizierung nach Ganglänge: gelb 5-49 m; orange 50-499 m; rot 500-4999 m; violett >5 km.

Zusammenfassung

Karstgebiete sind infolge ihrer komplexen Genese und ihrer Eigenarten sensitive und daher sorgsam zu behandelnde hydrogeologische Systeme. Vergleiche zwischen Karstmassiven sind möglich, ersetzen aber niemals eine spezielle und detaillierte Untersuchung des jeweiligen Karstgebietes, aber auch seiner Höhlen. Die Wasservorräte in den Karstgebieten der Nördlichen Kalkalpen sind von hoher Qualität und Quantität, ein einziger Unfall mit Schadstoffen würde jedoch große Mengen an Karstwasser für lange Zeit unverwendbar machen. Eine Sanierung eines hochalpinen Karstaquifers etwa wäre im Gegensatz zu Grundwassergebieten fast nicht realisierbar, jedenfalls aber mit gigantischen Kosten verbunden. Höhlen bieten bei den Untersuchungen im alpinen Bereich die praktisch einzige Möglichkeit, einen Teil der Wasserwege im Untergrund zu beobachten und direkt zu untersuchen.

Grundwasser in Niederösterreich

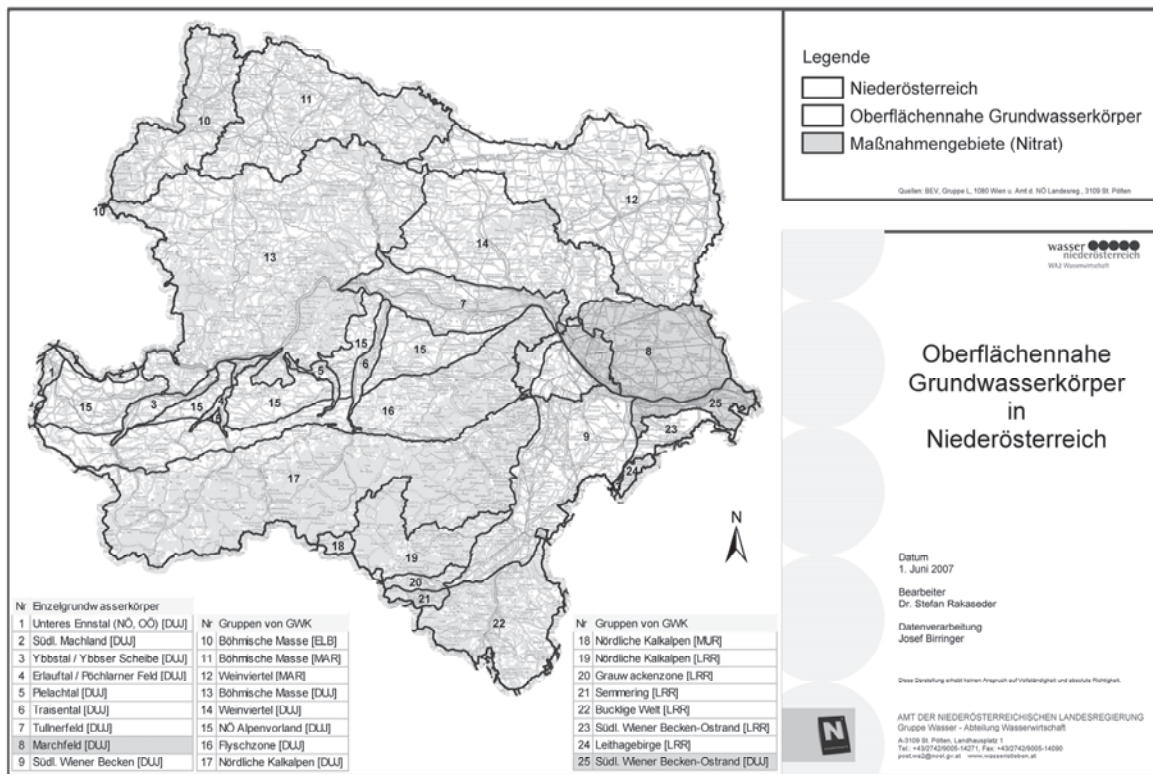
Stefan RAKASEDER

Niederösterreich kann seinen gesamten Trinkwasserbedarf aus Grund- und Quellwasser decken. Auch für die Nutzwasserversorgung wird zum überwiegenden Teil Grundwasser herangezogen. Grundwasser ist somit die wichtigste Wasserreserve des Landes und muss vorsorgend geschützt werden. Derzeit beträgt der gesamte Wasserbedarf von Haushalten, Industrie und Landwirtschaft rund 260 Mio. m³/Jahr. Dem gegenüber steht ein nachhaltig nutzbares Dargebot von rund 770 m³/Jahr, sodass auch für Bedarfssteigerungen ausreichende Reserven vorhanden sind. Von besonderer Bedeutung für die Trink- und Nutzwasserversorgung sind die großen Schotterkörper entlang der Donau und der großen Voralpenflüsse (z.B. Tullnerfeld, Marchfeld, Wiener Becken) und die Nördlichen Kalkalpen (siehe Karte 1: „Bedeutende Grundwassergebiete in Niederösterreich“). Diese bedeutenden Grundwassergebiete umfassen rund ein Drittel der Landesfläche, aus ihnen wird aber rund 80% des Trinkwassers gewonnen.



Karte 1: Bedeutende Grundwassergebiete in Niederösterreich

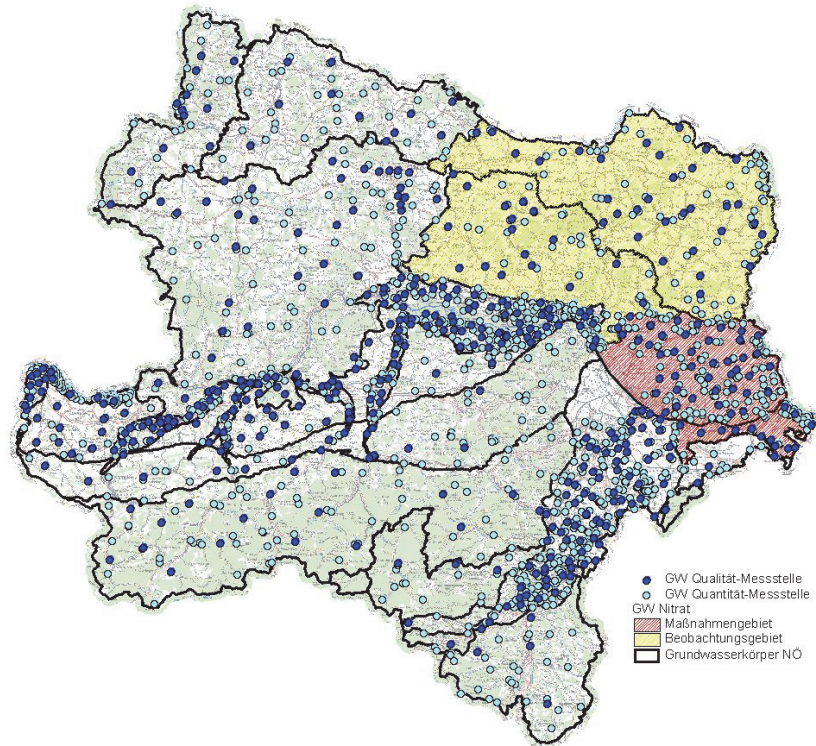
Insgesamt werden aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten und der oberirdischen Einzugsgebiete von Flusssystemen in Niederösterreich 9 Einzelgrundwasserkörper und 16 Gruppen von Grundwasserkörpern unterschieden (siehe Karte 2: „Oberflächennahe Grundwasserkörper in Niederösterreich“).



Karte 2: Oberflächennahe Grundwasserkörper in Niederösterreich

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie verlangt, dass Grundwasserkörper in einem guten chemischen und in einem guten mengenmäßigen Zustand zu erhalten sind. Mengenmäßig entsprechen in NÖ alle Grundwasserkörper diesen Zielvorgaben. Aufgrund ungünstiger geologischer und/oder klimatischer Voraussetzungen kann es jedoch in Teilbereichen von Grundwasserkörpern (z.B.: Weinviertel, Traisental) zu zeitweise negativen Grundwasserbilanzen (Bedarf > Grundwasserneubildung) kommen. Die langfristige Entwicklung der Grundwasserspiegellagen wird in Niederösterreich entsprechend der Wasserkreislaufferhebungsverordnung (WKEV) an 449 hydrografischen Grundwassermessstellen verfolgt (siehe Karte 3: „Grundwassermessstellen und Nitratbelastung“).

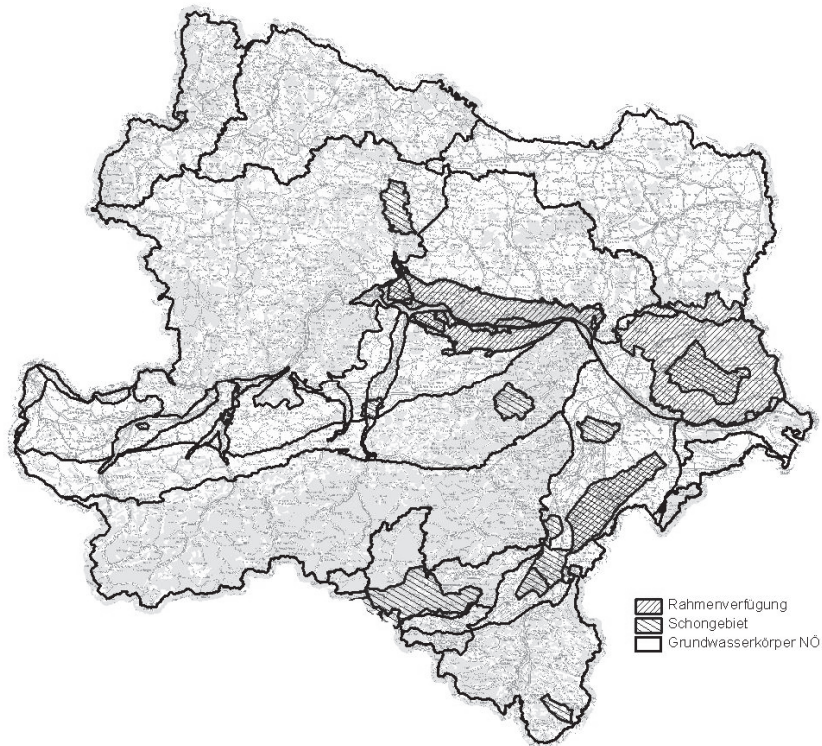
Die Grundwasserqualität wird in NÖ an rund 460 Messstellen gemäß Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) regelmäßig kontrolliert. Die Grundwasserkörper „Marchfeld“ und „Südliches Wiener Becken - Ostrand“ sind derzeit aufgrund von Nitratbelastungen als voraussichtliche Maßnahmenggebiete und die Gruppe von Grundwasserkörpern „Weinviertel“ als „Beobachtungsgebiete“ gemäß Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser einzustufen (siehe Karte 3: „Grundwassermessstellen und Nitratbelastung“). An einzelnen Grundwassermessstellen finden sich lokal erhöhte Gehalte an Pflanzenschutzmitteln und deren Abbauprodukten.



Karte 3: Grundwassermessstellen und Nitratbelastung

Um die Grundwasservorkommen langfristig zu schützen bzw. bestehende Belastungen zu reduzieren, hat der flächendeckende, vorbeugende Grundwasserschutz hohe Priorität. Die Schwerpunkte liegen in der Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft (z.B. Förderung besonders grundwasserschonender landwirtschaftlicher Bewirtschaftung im Rahmen des ÖPUL-Regionalprogrammes oder Nitratinformationsdienst zur Steuerung des Düngemittleinsatzes) und die systematische Erfassung, Bewertung und Sanierung von alten Deponien und Industriestandorten.

Im Hinblick auf den vorbeugenden Grundwasserschutz sind in Niederösterreich drei wasserwirtschaftliche Rahmenverfügungen, 20 Grundwasserschongebiete und etwa 4.000 wasserrechtliche Schutzgebiete (siehe Karte 4: „Schongebiete und wasserwirtschaftliche Rahmenverfügungen in Niederösterreich“) ausgewiesen.



Karte 4: Schongebiete und wasserwirtschaftliche Rahmenverfügungen in Niederösterreich

Besonders geschützt wird in Niederösterreich das Tiefengrundwasser, das wegen seiner beschränkten Erneuerbarkeit nur bestimmten Zwecken (Heil-, Thermal-, Mineralwässer, Trinkwassernotversorgung) vorbehalten ist.

Im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung der Grundwasservorkommen werden seitens der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung entsprechende Grundlagenstudien zur optimalen Bewirtschaftung der Grundwasserkörper (z.B.: „Grundwassermodell Marchfeld“, „Ältere Deckenschotter Mostviertel“) durchgeführt.

Weiterführende Informationen zum Thema Grundwasser in Niederösterreich finden Sie online unter:

<http://www.noel.gv.at/Umwelt/Wasser/Grundwasser.html>

Gründung der EVN Wasser (NÖSIWAG), 25. Oktober 1962 in der Sitzung der NÖ Landesregierung.

Unternehmenszweck:

- ▶ Die Erschließung, Speicherung, Zuleitung und Abgabe von Trink- und Nutzwasser, einschließlich der Sicherung und Erhaltung nutzbarer Grund- und Quellwasservorkommen und oberirdischer Gewässer, sowie die Betriebsführung von Wasserversorgungsanlagen Dritter.
- ▶ Die Beseitigung und Aufbereitung kommunaler und industrieller Abwässer, sowie die Betriebsführung von Kanalisationen und Kläranlagen.
- ▶ Erwerb von Liegenschaften, Errichtung von Zweigniederlassungen und Tochtergesellschaften und Beteiligung an anderen Unternehmen.

EVN
wasser

Kennzahlen

493.400 versorgte Einwohner
davon
70.300 direkt versorgte Kunden
658 versorgte Katastralgemeinden

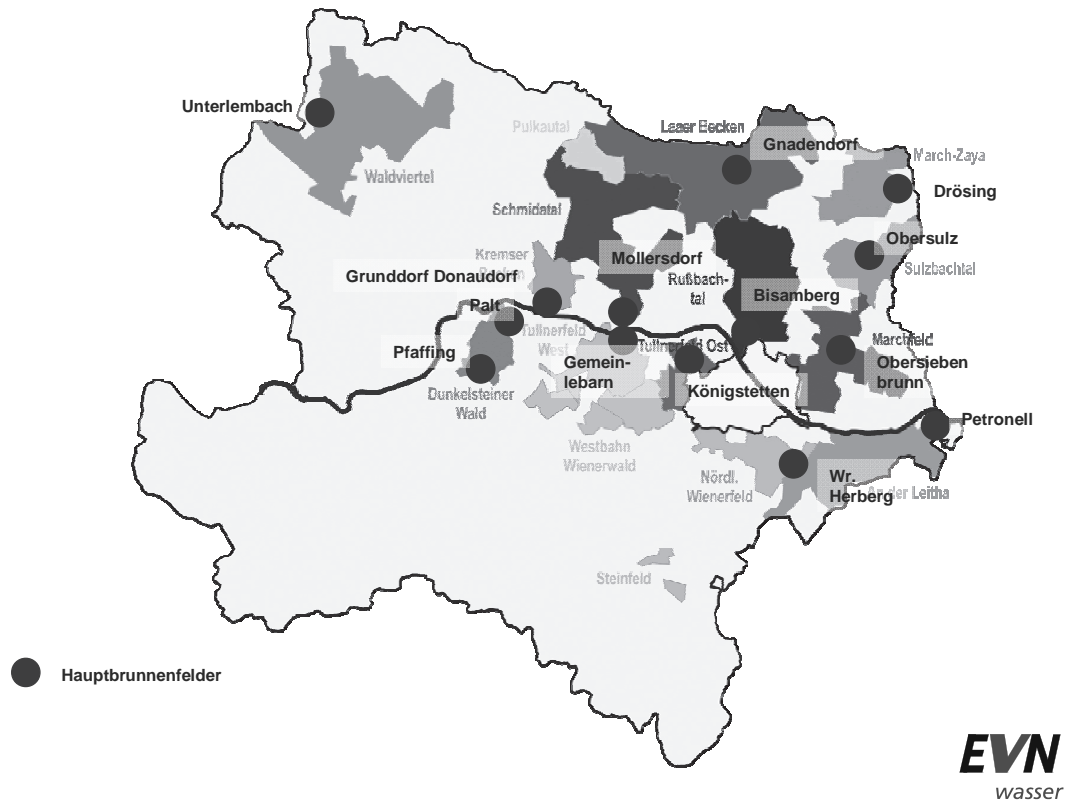
25,6 Mio m³ abgegebene Wassermenge
86 Hochbehälter mit rd. 200.000 m³ Speichervolumen
2.110 km Rohrleitungen (davon 592 km Ortsnetze)
100 Brunnen, 313 ha Brunnenschutzgebiete
130 Drucksteigerungsanlagen

Stand 1. Juli 2011



EVN
wasser

Hauptbrunnenfelder von EVN Wasser



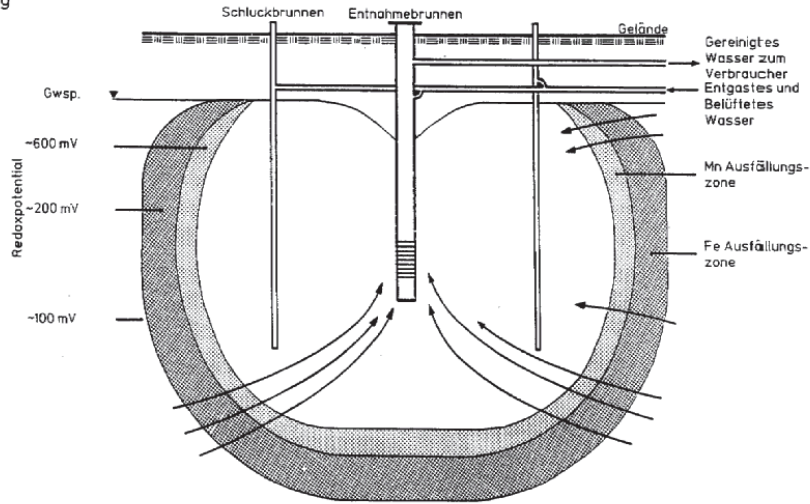
Aufbereitungsanlagen

- ▶ **geogen bedingt** (Eisen Mangan)
 - ▶ Drösing
 - ▶ Grunddorf Donaudoorf
 - ▶ Petronell
 - ▶ Unterlembach

- ▶ **anthropogen bedingt** (Nitrat, Pflanzenschutzmittel)
 - ▶ Bisamberg
 - ▶ Obersiebenbrunn
 - ▶ Königstetten

In situ Aufbereitungen

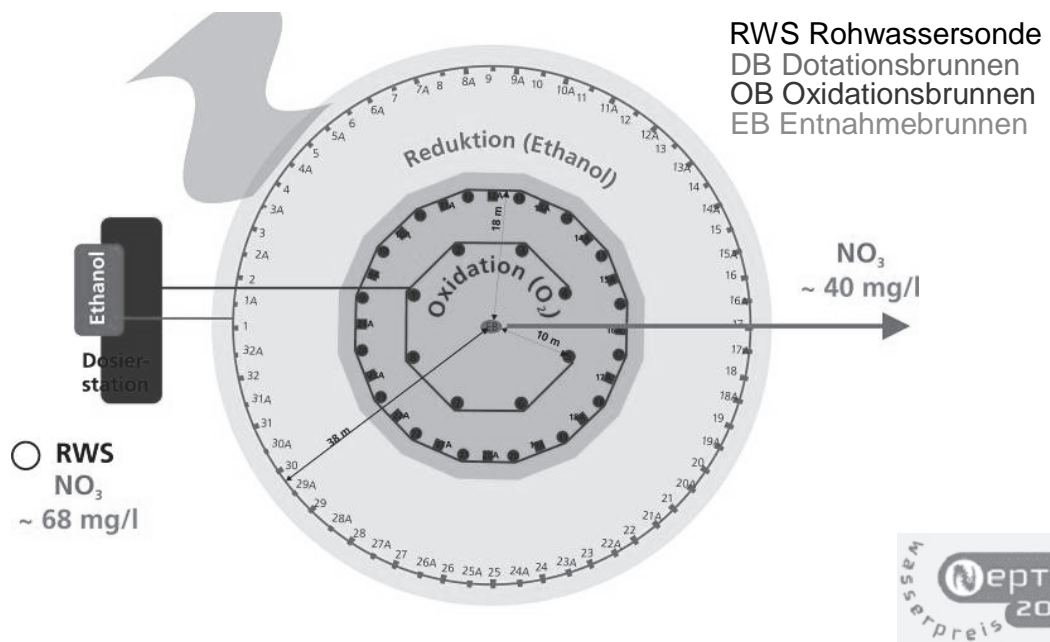
Schematische Darstellung d. Aufbereitungsverfahrens in Drösing



Die angewandte Aufbereitungsmethode stellt einen biochemischen Prozess dar, bei dem die natürliche Bakterienflora im Untergrund für die Reinigung des Grundwassers von Eisen und Mangan genutzt wird.

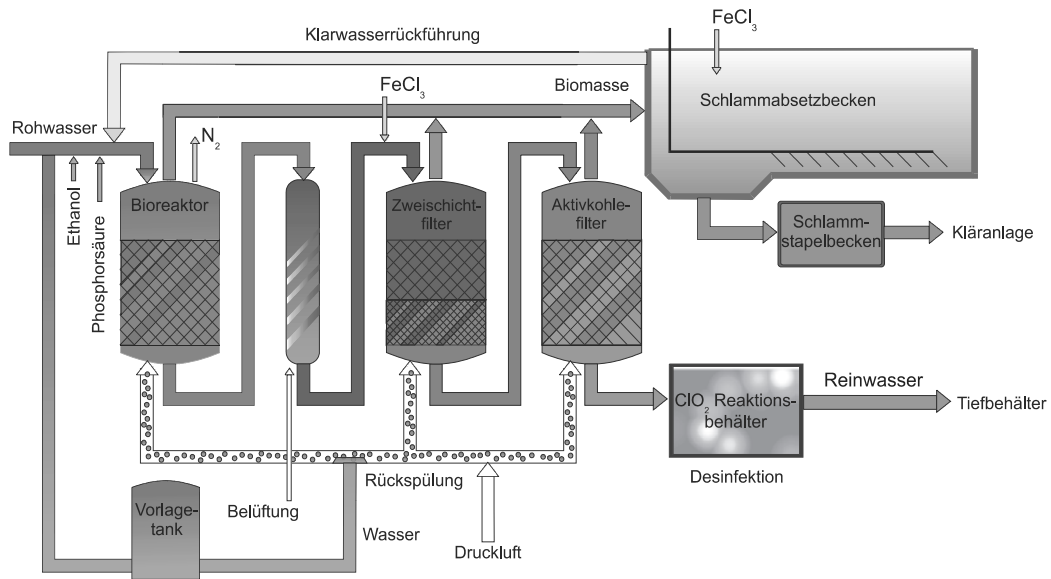
EVN
wasser

Pilotanlage Nitratentfernung „in situ“ - Bisamberg



EVN
wasser

Schema Nitratentfernungsanlage Obersiebenbrunn



EVN
wasser

Aktivkohlefilter zur Entfernung von PSM

Brunnenfeld Obersiebenbrunn im Marchfeld
und Königstetten im Tullnerfeld



EVN
wasser

EVN Wasser Projekte

► Membranfiltrationsanlage Brunnenfeld Bisamberg

Diese Anlage reduziert den Nitrat- und Härtegehalt des Wassers
 zuk. Wasserqualität wird ca. 12 mg/l NO₃ und ca. 12°dH betragen
 (Rohwasserwerte 40 – 55 mg/l NO₃ und 33°dH)



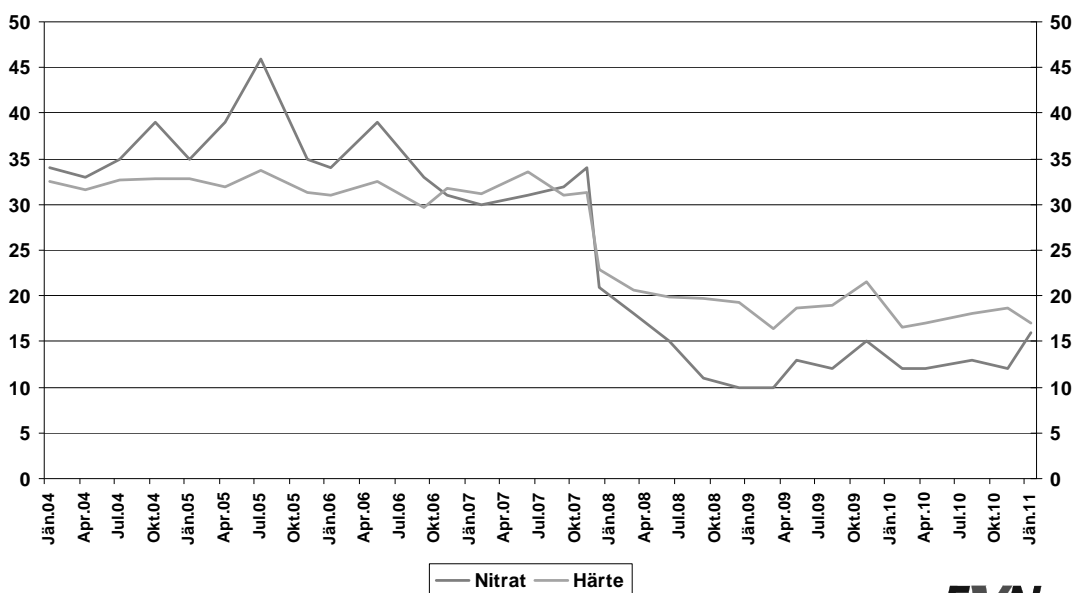
Derzeitiger Projektstand:
 Wasserrechtliche Bewilligung Juli 2011
 Baubeginn Herbst 2011
 Betrieb Herbst 2012

Referenzanlage in Deutschland



Qualitätsverbesserung des Trinkwassers z.B. im Rußbachtal durch Inbetriebnahme von Verbindungsleitungen

Härte & Nitrat 04-11 TB Bisamberg



Grundwasser und mineralische Rohstoffe – konfliktäre Geopotenziale?

Sebastian PFLEIDERER & Maria HEINRICH

In Niederösterreich werden von der Geologischen Bundesanstalt seit über 20 Jahren geogene Naturraumpotentiale (Geopotenziale) bearbeitet (Bezirke Amstetten, Scheibbs, Horn-Hollabrunn, Melk, Tulln, Korneuburg und aktuell Bruck an der Leitha). Dabei werden u.a. die Rohstoff- und Grundwasserpotentiale der Bezirke systematisch erhoben und dargestellt, um die natürlichen und räumlichen Wechselbeziehungen aufzuzeigen und eine Abwägung der öffentlichen Interessen zu ermöglichen. Anwender dieser Studien sind hauptsächlich die verschiedenen Fachbereiche der NÖ Landesregierung (Umwelt- und Naturschutz, Wasserwirtschaft, Baudienst / Geologie und Raumordnung / Raumplanung).

Hinsichtlich der Sicherung von Trinkwasserreserven sind in Niederösterreich seitens der Wasserwirtschaft Schongebiete und Vorranggebiete festgelegt. Zur Sicherung der Baurohstoffversorgung sind seitens der Raumordnung insbesondere um die Ballungsräume Eignungszonen für die Rohstoffgewinnung definiert, neue Sicherungsflächen werden derzeit diskutiert. Für den Baurohstoff Kiessand fallen die Grundwasser- und Rohstoff-Flächen geologisch bedingt meist zusammen (z.B. Tullner Feld, Marchfeld, südliches Wiener Becken). Während sich Eignungszonen für die Kiessandgewinnung auf die Flächenwidmung auswirken (keine Widmungsarten, die einen zukünftigen Abbau verhindern, wie z.B. Bebauung), ist in wasserwirtschaftlichen Vorrangzonen die Genehmigung neuer Abbauflächen zur Kiessandgewinnung im Grundwasser (Nassbaggerungen) praktisch ausgeschlossen, in Schutzgebieten auch für Trockenabbau.

Die derzeitig vielfach existierende, gleichzeitige Trinkwassernutzung und Kiessandgewinnung wird durch Richtlinien geregelt, das Mineralrohstoffgesetz schreibt bei Abbautätigkeiten Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers vor. Dennoch stellen Materialentnahmen (zumindest während des Abbaus) durch Abtrag der schützenden Deckschichten und leichteren Eintrag von Schadstoffen eine potentielle Gefährdung des Grundwassers dar. Eine Vermeidung von Interessenskonflikten erfordert also einen Nutzungsausgleich bzw. eine raumplanerische Prioritätsreihung der Flächen Grundwasser-führender Kiessandvorkommen.

Bei der Interessenabwägung sind detaillierte Volumenangaben zu Angebot und Bedarf nötig. Auf der Seite der Rohstoffvorsorge Kiessand wurden diese Angaben im Rahmen des österreichischen Rohstoffplans unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Interessen erarbeitet. Der Vortrag stellt den Ansatz der o.a. Geopotenzialstudien und die geologischen Ergebnisse des Rohstoffplans für das Bundesland Niederösterreich vor.

Zwei Beispiele der Ergebnisse aus dem Geopotential-Projekt Melk (HEINRICH et al., 2006) zeigen die folgenden Abbildungen für das untere Ybbstal und das untere Erlauftal. Die potenziellen Abbauvolumen für Kiessand sind in m³ pro Hektar angeführt, die Übersignatur gibt die Art der Gewinnung (Trocken- / Nassabbau) an. Hierbei werden jedoch Einschränkungen durch vorhandene Raumordnungsdaten oder -planungen nicht berücksichtigt und die Angaben stellen keine tatsächlichen Abbaumöglichkeiten dar.

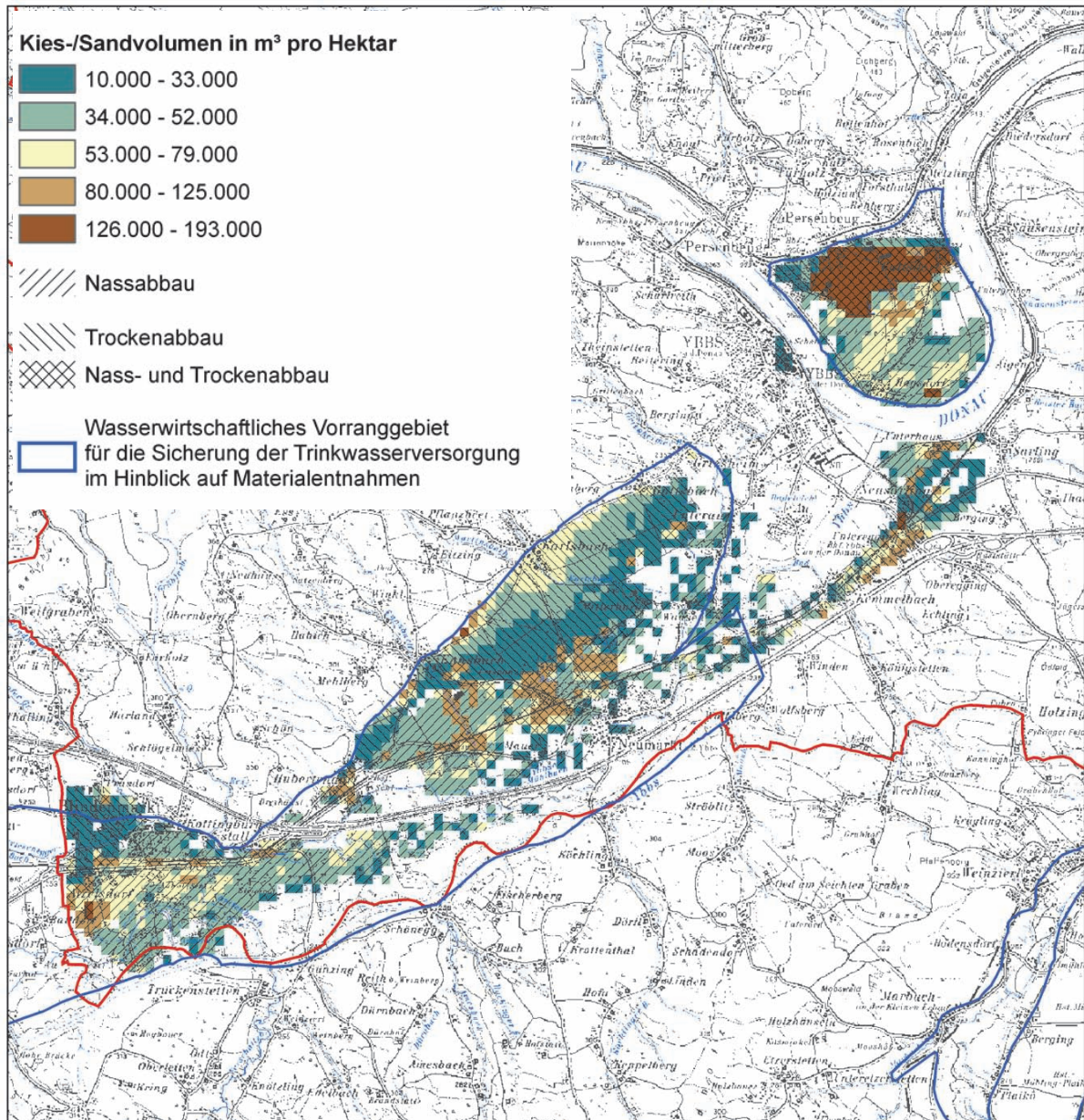


Abb. 1: Potenzielle Abbauvolumen Kiessand im unteren Ybbstal (HEINRICH et al., 2006)

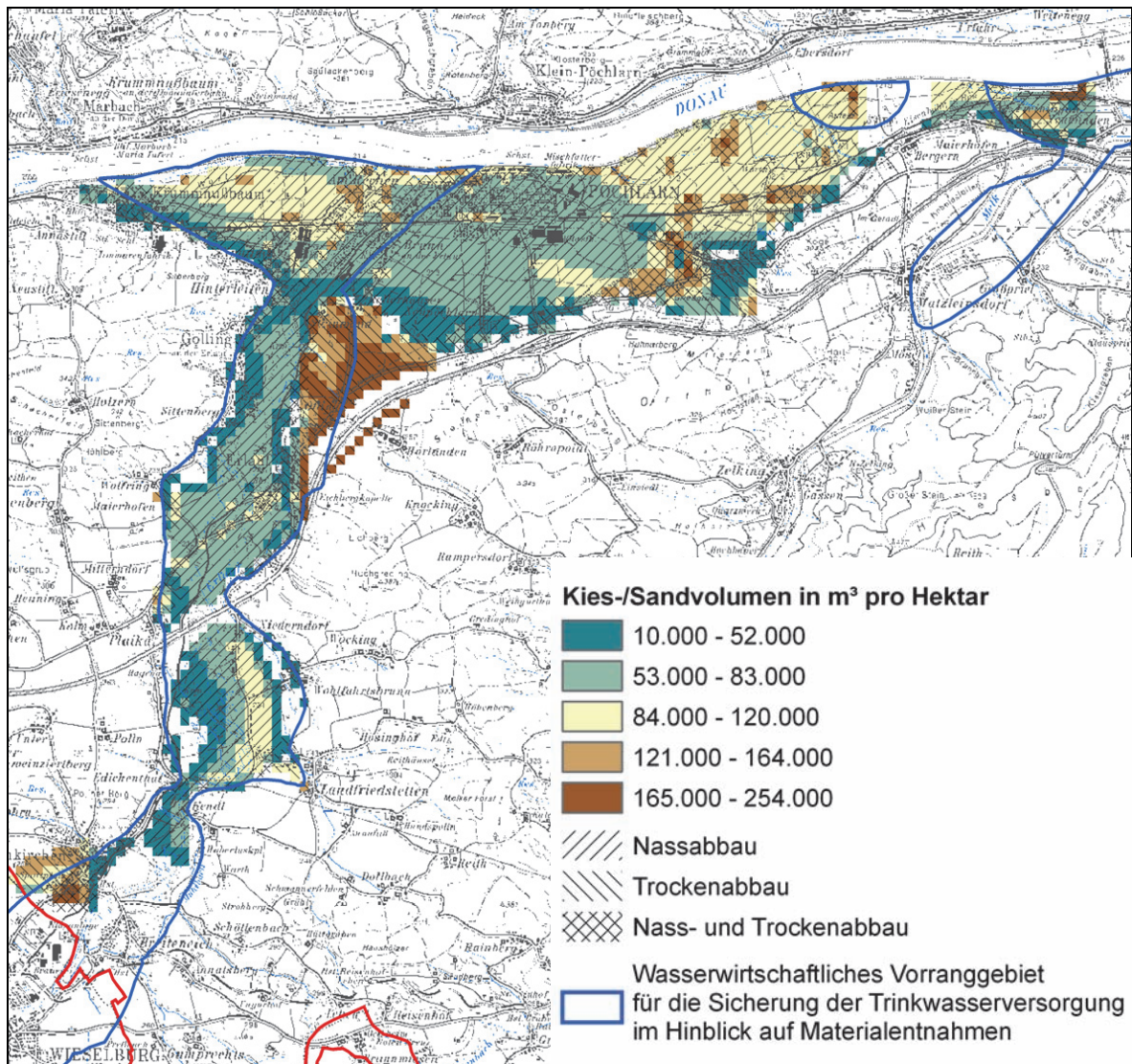


Abb. 2: Potenzielle Abbauvolumen Kiessand im unteren Erlauftal (Heinrich et al., 2006)

Literatur

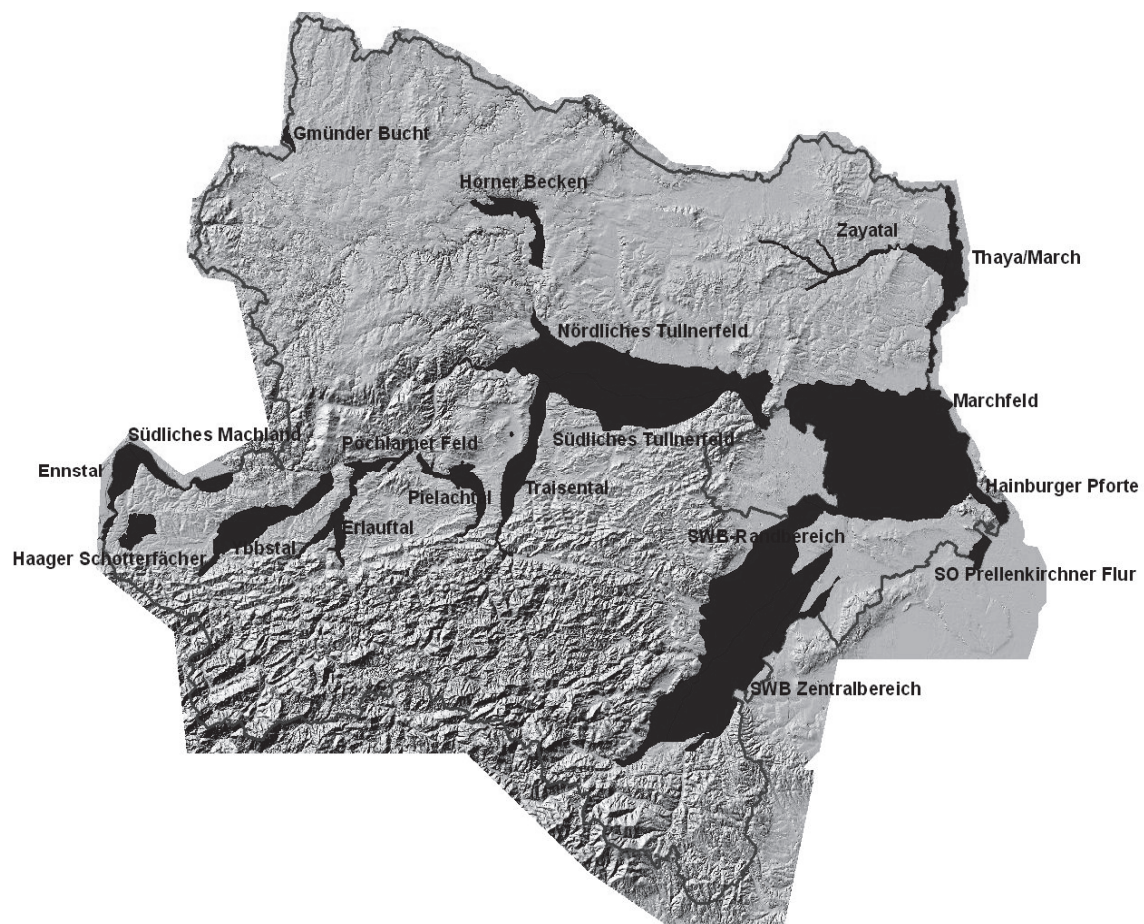
HEINRICH, M., mit Beiträgen von ATZENHOFER, B., DECKER, K., HELLERSCHMIDT-ALBER, J., HOFMANN, Th., ITA, A., KLEIN, P., KRENMAYR, H.-G., LIPIARSKI, P., PFLEIDERER, S., PIRKL, H., RABEDER, J., REITNER, H., SCHATZ, M., TATZREITER, F., THINSCHMIDT, A., UNTERS- WEG, T. & WIMMER-FREY, I., (2006): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Dar- stellung des geogenen Naturraum-potentials im Bezirk Melk. – Unveröff. Endbericht. 3. Jahr, Bund-Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-052/2001-03, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Ar- chivviii+86 Bl., 53 Abb., 13 Tab., 8 Anh., Wien.

Wasserwirtschaftliche Vorranggebiete in NÖ für die Sicherung der Trinkwasserversorgung aus Porengrundwasserleitern im Hinblick auf Materialentnahmen (Trocken- und Nassbaggerungen)

Jörg EHRENREICH

Ausgangssituation und Ziele

Nach dem NÖ Strategiekonzept für die Trinkwasserversorgung beträgt der gesamte Wasserbedarf von Haushalten, Industrie und Landwirtschaft rd. 260 m³/a. Dem gegenüber steht ein nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot von rd. 770 m³/a, sodass auch für zukünftige Bedarfssteigerungen ausreichende Reserven vorhanden sind. 75 % der in NÖ bewilligten Trinkwasserentnahmemengen erfolgen aus Porengrundwasserleitern, die rd. 19% der Landesfläche einnehmen. Gleichzeitig stammt auch rd. 80 % der Jahresproduktion an Sand und Kies aus diesen Gebieten.



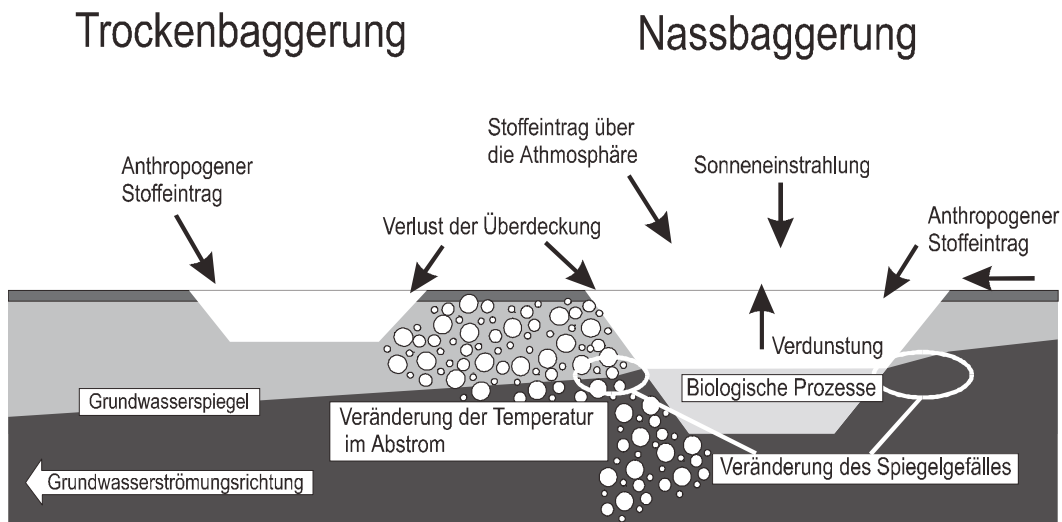
Karte 1: Bedeutende Porengrundwasserleiter in Niederösterreich

Durch Kiesentnahmen, insbesondere durch Nassbaggerungen, wird die schützende Grundwasserüberlagerung entfernt und wird Grundwasser in der Regel irreversibel zu Oberflächenwasser („Baggerseen“). Für Trinkwassernutzungen im Grundwasser-abstrom solcher Baggerseen besteht ein erhöhtes Risiko. Bei großen Freilegungs-flächen bzw. Summenwirkungen und in unmittelbarer Nähe zu derartigen „Baggerseen“ wird eine Trinkwassernutzung

wasserwirtschaftlich problematisch. Daraus ergibt sich in vielen Gebieten ein Nutzungskonflikt zwischen Rohstoffwirtschaft und Wasserwirtschaft.

Das NÖ Konzept hat Folgendes zum Ziel:

- Harmonisierung der Nutzungsinteressen,
- Sicherung der aktuellen und zukünftigen Trinkwasserversorgung,
- Abgrenzung der wasserwirtschaftlichen Interessensgebiete von potentiellen Rohstoffgebieten (Abgrenzung wwVG zu SG),
- Verkürzung der Genehmigungsverfahren



Karte 2: System Trocken- und Nassbaggerung („Baggersee)

Flächenermittlung und -ausweisung

- Vorranggebiete für die aktuelle und zukünftig potentielle Wasserversorgung

Das sind Versorgungsgebiete (großräumige Einzugsbereiche bestehender Trinkwasserversorgungsanlagen und einzelwasserversorgter Gebiete) und Vorsorgegebiete („Hoffungsgebiete mit hoher Ergiebigkeit und Eignung für eine künftige Trinkwasserversorgung).

- Sonstige erfasste Gebiete

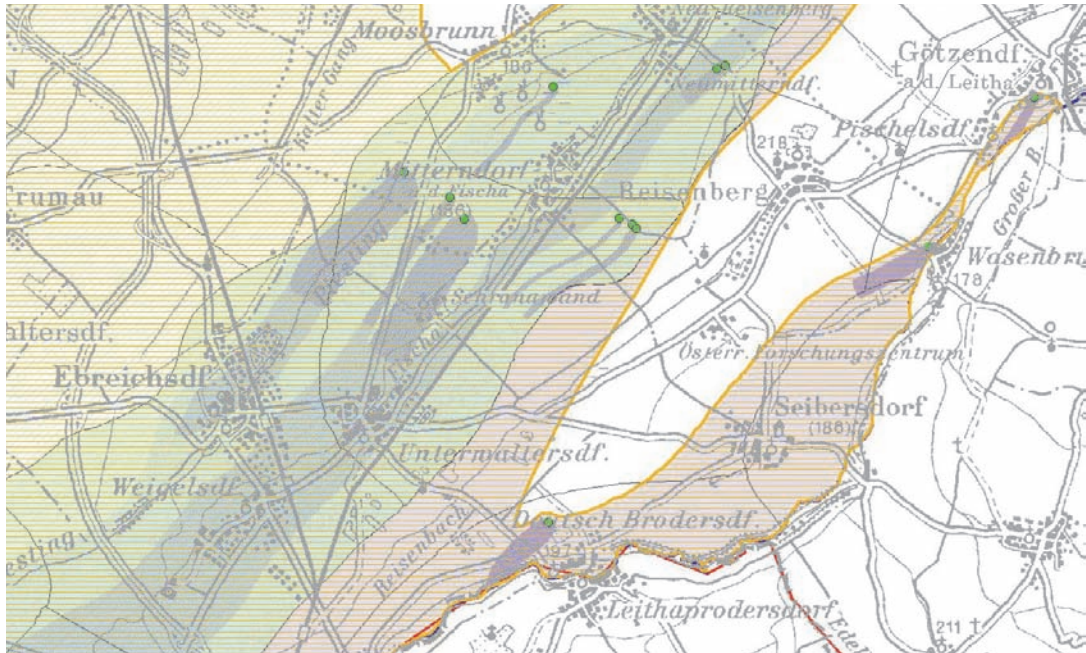
Das sind Gebiete, deren Eignung für eine regionale oder überregionale Trinkwasser-nutzung mangels entsprechender Ergiebigkeit nicht im erforderlichen Ausmaß gegeben ist.



Karte 3: Vorranggebiete für die Wasserversorgung in NÖ

Diese wasserwirtschaftliche Planung liegt dzt. für folgende Porengrundwasserleiter vor:

Südl. Wr. Becken / Prellenkirchener Flur, Hainburger Pforte, Südl. Wr. Becken Ost / Marchfeld (dzt in Überarbeitung) / Traisental / Pielachtal / Erlauftal, Pöchlerner Feld / Ybbstal, Ybbser Scheibe / Unteres Ennstal, Südl. Machland / Lainsitzgebiet, Gmünder Bucht



Karte 4: Methodik (Flächensumme)

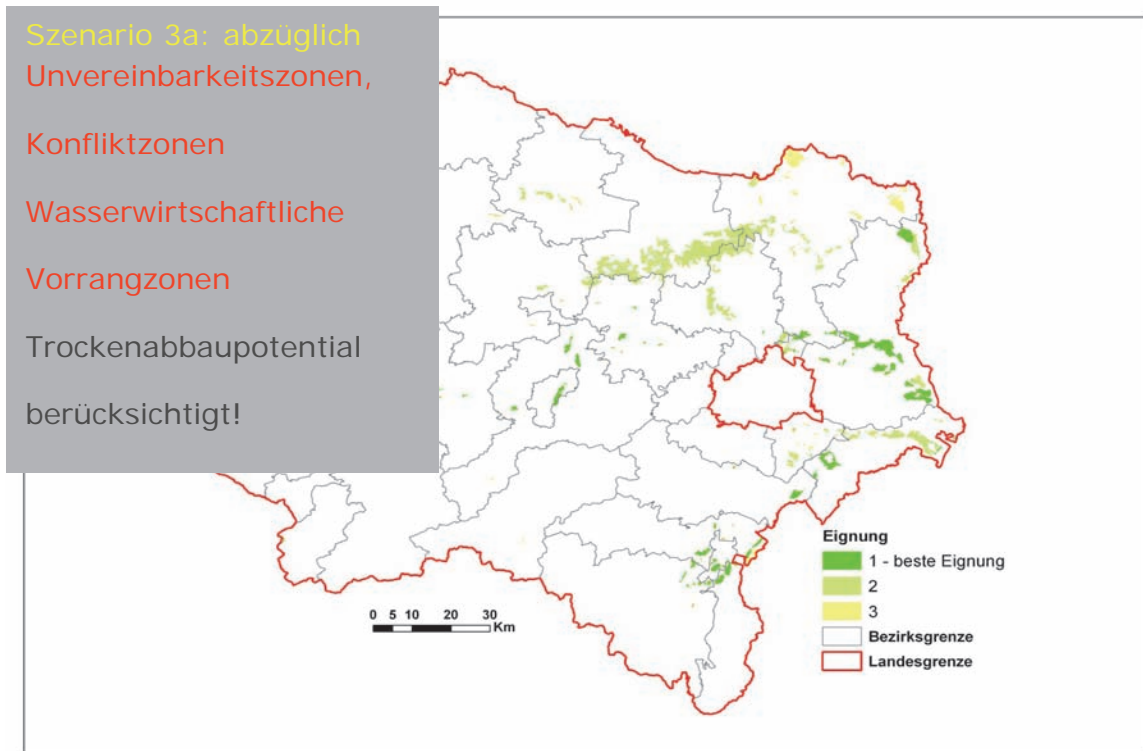
Maßnahmen – wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Gebietstyp	Notwendigkeiten für die Trinkwasserversorgung
Brunnen-/Quellschutzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> ○ keine Trocken- und Nassbaggerungen
Vorranggebiet für die Wasserversorgung mit gleichzeitiger potenzieller Eignung für Materialentnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ○ keine Nassbaggerungen ○ keine Verfüllungen von Nassbaggerungen ○ Trockenbaggerungen sind möglich <p>Ausnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ einmalige „Arrondierungen“ von bestehenden Nassbaggerungen bis max. 3ha oder max. +1ha (Sanierung) ○ Abbau bis HHGW sofern genug grubeneigenes Material für Aufhöhung bis 2m über HHGW vorhanden ist; kein Fremdmaterial !
Sonstige Gebiete mit nutzbaren Sand- und Kiesvorkommen	<ul style="list-style-type: none"> ○ keine speziellen Einschränkungen für Nassbaggerungen erforderlich ○ Abbau bis HHGW sofern genug grubeneigenes Material für Aufhöhung bis 1m über HHGW für Trockenbaggerungen

Konsequenzen für die Kieswirtschaft

Bei der Erstellung des Österreichischen Rohstoffplanes durch das BMWFJ wurden bei der Konfliktbereinigung der potentiellen Rohstoffflächen die wasserwirtschaftlichen Vorranggebiete berücksichtigt. Der Österreichische Rohstoffplan sieht vor, Rohstoff-vorkommen zu

identifizieren, Rohstoffhoffungsgebiete mit anderen Widmungen zu harmonisieren und derartige konfliktbereinigte Rohstoffgebiete raumordnerisch als Zukunftsvorsorge zu sichern. Ergebnis: in NÖ (+ Wien) kann der prognostizierte Bedarf an Sanden und Kies für die nächsten 50 Jahre grundsätzlich abgedeckt werden.



Karte 5: konfliktbereinigte Residualkarte NÖ

Rechtliche Umsetzung

Die rechtliche Umsetzung erfolgte bisher im Rahmen der Erlassung wasserwirtschaftlicher Rahmenverfügungen gemäß WRG §54 durch das BMLFUW: w. z. B.: ww RV Tullner Feld (BGBl. II 265/2001 ausgegeben am 3.Aug. 2001. Da der Geltungszeitraum für wasserwirtschaftliche Rahmenverfügungen generell 2012 abläuft, ist danach eine Regelung über Regionalprogramme (Verordnung durch den LH gemäß WRG §55g WRG) vorgesehen.

Weiterführung der ww Planungen – Grundlagenerforschung

Im Hinblick auf den vorbeugenden Grundwasserschutz in NÖ werden die vorliegenden wasserwirtschaftlichen Planungen nach dem neuesten Stand der Wissenschaft überarbeitet:

- Marchfeld - Überarbeitung mittels Grundwassermodells

Durch Joanneum Research, Inst. für WasserRessourcenManagement – Hydrologie und Geophysik erfolgte 2009/10 eine Überarbeitung der ww Vorranggebiete für das Marchfeld. Mittels instationärem Grundwasserströmungsmodell (Methode der instationären Bahnlinien) wurden dabei Einzugsgebiete für Trinkwasserversorgungsanlagen und einzelwasserversorgte Ortsgebiete für eine Grundwasserzuströmdauer von max. 12 Jahren und basierend auf den Modellergebnissen auch Trinkwasser-Hoffungsgebiete und deren Anstrombereiche

exakt ermittelt und ausgewiesen. Die Ergebnisse wurden noch nicht präsentiert, da noch eine inhaltliche Abstimmung mit der WK- NÖ abzuwarten ist. Eine ähnliche Überarbeitung der anderen Vorranggebiete ist vorgesehen.

- Grundlagenerforschung Baggersee - Forschungsprojekt „Einfluss von Nassbaggerungen auf die Oberflächen- und Grundwasserqualität“

Mit dem Forschungsprojekt sollen die langfristigen Auswirkungen von Nassbaggerungen auf die Grundwasserqualität nach dem neuesten Stand der Wissenschaft untersucht und beurteilt werden, so im Speziellen, unter welchen Rahmenbedingungen in Hinsicht auf Nutzung und technischer Gestaltung des Baggersees diese minimiert werden können. Für die Forschungsarbeiten wurden 5 Baggerseen (3 in NÖ und jeweils 1 in OÖ und der STMK) ausgewählt. Das Forschungsprojekt wurde von den Ländern NÖ, OÖ und STMK gemeinsam mit der Arge Forum mineralische Rohstoffe im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie (WKO) beauftragt und wird dzt. im Rahmen der Grundlagenforschung der Universität Wien in Kooperation mit der Wasser-Kluster Lunz GmbH abgewickelt. In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass Baggerseen positive (Senken für Nitrat und Phosphat) und negative Einflüsse (Eintrag von Pestiziden, Bildung von Mikrozystin (Toxin)) auf Grundwasserleiter haben können. Die Ergebnisse der Studie werden dzt. von den Projektbeteiligten fachlich diskutiert. Eine Umsetzung der Studienergebnisse in den ww Vorranggebieten in NÖ ist vorgesehen.

Einfluss von Nassbaggerungen auf die Oberflächen- und Grundwasserqualität

Christian MÜLLEGGER

Das Department für Umweltgeowissenschaften der Universität Wien unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Thilo Hofmann untersuchte in Zusammenarbeit mit dem Department für Limnologie⁽²⁾ und dem WasserKluster Lunz⁽³⁾ die Auswirkungen von Nassbaggerungen auf die Oberflächen- und Grundwasserqualität (Mitarbeiter: Christian Müllegger¹, Tom J. Battin^{2, 3}, Martin Kainz³, Francine Mathieu^{2, 3}, Andreas Weilhartner^{2, 3}, Thilo Hofmann¹).

Das dreijährige Projekt startete mit Juni 2008. Fördergeber waren die Länder Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark, sowie das Forum mineralische Rohstoffe im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie.

Veranlassung und Ziele

Sande und Kiese sind unverzichtbare Rohstoffe. Diese werden u. a. durch Trocken- und Nassbaggerungen gewonnen. Bei Nassbaggerungen erfolgt ein Eingriff in das Grundwasser, welcher die Wasserqualität in Hinsicht auf biologische, organische und anorganische Parameter verändert. Die Auswirkungen können positiv oder negativ für die Wasserbeschaffenheit sein. Das öffentliche Interesse am Schutz des Grundwassers, im Besonderen für den Schutz der Trinkwasserversorgung, kann in einem Nutzungskonflikt mit dem Interesse, diesen Rohstoff ressourcenschonend durch Nassbaggerungen abzubauen, stehen.

Ziel des Projekts war die Untersuchung der Auswirkungen von Nassbaggerungen auf die langfristige Entwicklung der abstromigen Grundwasserqualität, insbesondere, welche Stoffe über die Atmosphäre, als Interaktion mit dem Grundwasser an den Flanken der Nassbaggerungen und über die Sohle/das Sediment eingetragen bzw. ausgebracht werden. Weiters wurde untersucht, welche Stoffumsätze im Baggersee selbst zu erwarten sind, und anhand von eigenen Messungen und Literaturdaten evaluiert, welche Einflüsse Nassbaggerungen auf die Grundwasserqualität haben. Eine Abschätzung des Verhaltens ausgewählter organischer Schadstoffe wurde auf Basis einer Literaturliteraturauswertung vorgenommen.

Grundlagen

Durch Nassbaggerungen werden die Grundwasserverhältnisse im Umfeld des Baggersees verändert. Das Grundwasserspiegelgefälle versteilt sich an- und abstromig des Sees, die Grundwasserneubildungsrate wird verändert, sowie die Grundwasserströmung im Umfeld des Baggersees beeinflusst. Insbesondere wird die Grundwassertemperatur abstromig des Baggersees deutlich verändert. Im Verlauf der Alterung eines Baggersees kommt es zu einer natürlichen Abdichtung des Sees gegenüber dem Grundwasserleiter.

Durch die Stoffumsätze im Baggersee sowie an den Grenzflächen des Baggersees werden insbesondere die Nährstoffe und redoxsensitive Parameter im Grundwasserabstrom im Vergleich zum Zustrom verändert. Diese Reaktionen werden vorwiegend durch mikrobielle Gemeinschaften verursacht, welche die Grenzflächen besiedeln, sowie durch Mikroorganismen und höhere Organismen im See. Der gelöste organische Kohlenstoff ist hierbei die primäre Energiequelle für diese Reaktionen. Seesedimente können eine Quelle oder Senke für Nährstoffe und Schadstoffe sein. Durch die Untersuchung von Sedimentkernen kann man Einblicke in die Historie dieser Stoffumsätze bekommen.

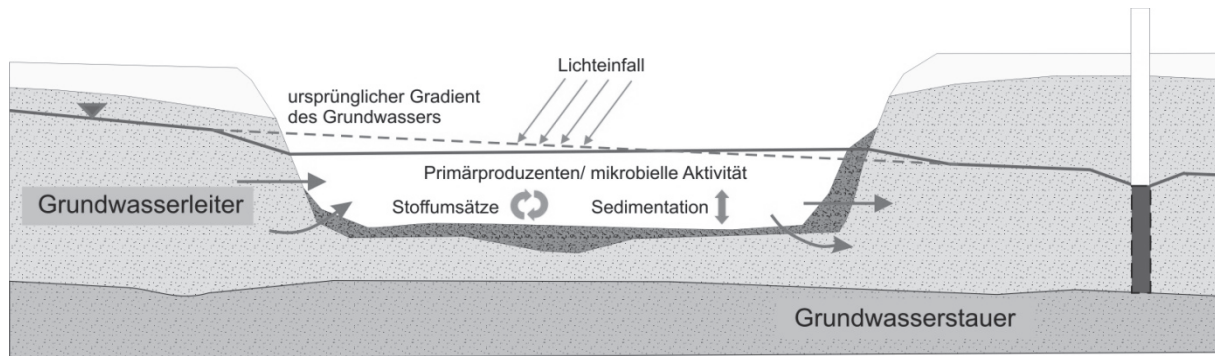


Abb. 1: System Baggersee

Untersuchungsobjekte und Vorgehensweise

Für diese Studie wurden Baggerseen ausgewählt, die nur extensiv genutzt wurden, die über keinen Oberflächenzufluss verfügten, nicht im Einzugsgebiet von Altlasten lagen, keinem Hochwassereinfluss unterlagen sowie nicht teilverfüllt waren. Es wurden 29 Seen auf Basis der zur Verfügung gestellten Daten ausgewertet und davon 12 Seen vor Ort besichtigt. Aus diesen wurden zusammen mit den Auftraggebern 5 Baggerseen für die Untersuchung ausgewählt. Die untersuchten Baggerseen befinden sich in Tillmitsch (Steiermark), Hörsching (Oberösterreich), Grafenwörth, Persenbeug und Pframa (Niederösterreich).

Die untersuchten Baggerseen wiesen eine Größe von 3,8 bis 16,4 ha auf, hatten eine max. Tiefe von 5 bis 10 m bei mittlerem Grundwasserspiegel und ein Alter von 1 bis 28 Jahren. Dadurch konnten sowohl größen- als auch altersspezifische Einflüsse der Baggerseen auf die Grundwasserqualität untersucht werden. Bei allen Seen wurden zusätzliche Grundwassermessstellen eingerichtet und eine Bathymetrie durchgeführt.

In den Wasserproben der Baggerseen sowie den der Grundwassermessstellen wurden neben den physikalisch-chemischen Summenparametern die Hauptanionen und Hauptkationen, Schwermetalle, Nährstoffe und Mikrocytin zu vier Zeitpunkten (April, Juli, September, Dezember 2009) gemessen. Im Seewasser wurden ebenfalls Seebiota in verschiedenen Größenklassen, Chlorophyll a und mehrfach ungesättigte Fettsäuren untersucht. An den Grenzflächen der Seen wurden der Metabolismus von Biofilmen, das physiologische Profil der mikrobiellen Gemeinschaften sowie die mikrobielle Abundanz bestimmt. Zusätzlich wurden in den Seesedimenten Schwermetalle und Biomarker untersucht.

Um die Einflüsse von Nassbaggerungen auf die Grundwasserqualität auf Basis der Ergebnisse bereits publizierter Studien auszuwerten wurde eine datenbankgestützte Metaanalyse durchgeführt. Das Ziel der Metaanalyse war es, einen detaillierten Einblick in existierende Studien zu erhalten und die Ergebnisse dieser Studien wissenschaftlich strukturiert auszuwerten. Insgesamt wurden 128 Studien in die Metadatenbank aufgenommen und analysiert.

Für alle Baggerseen wurde ein numerisches Grundwassermodell für den mittleren Grundwasserspiegel erstellt, mit welchem die mittlere Verweilzeit des Wassers im See ermittelt wurde. Die Ergebnisse der numerischen Modellierung wurden unabhängig durch Isotopenmessungen verifiziert. Beide Methoden zeigten eine gute Übereinstimmung. Die mittlere Verweilzeit beträgt in den untersuchten Baggerseen zwischen 0,2 und 1,5 Jahren.

Einfluss der Baggerseen auf die Hydrochemie und auf die Ökologie

Der Abbau organischen Materials an der Grenzfläche zwischen See und Grundwasser (Seesediment) bewirkt eine Sauerstoffzehrung. Diese Sauerstoffzehrung ist unabhängig vom Alter des Baggersees in den abstromigen Grundwassermessstellen beobachtet worden. Durch die CO₂ Aufnahme der Primärproduzenten in Folge der Photosynthese kommt es zu einer

Erhöhung des pH-Wertes im Seewasser, die gedämpft in abstromigen Grundwassermessstellen weiterverfolgt werden kann. Durch die biogen induzierte Erhöhung des pH-Wertes werden Carbonate ausgefällt. Die Ausfällung von Carbonaten und die biogene Aufnahme von Calcium und Magnesium führen zu einer Verminderung der Calcium-, Magnesium-, sowie Hydrogencarbonatkonzentration im Seewasser und abstromigen Grundwasser. Die elektrische Leitfähigkeit nimmt, vorwiegend durch die biogene Entkalkung und den Nährstoffrückhalt im See, ab. Die jahreszeitlich bedingten Schwankungen der Seewassertemperatur können, je nach Fließzeit des Grundwassers, zeitverzögert im Grundwasserabstrom beobachtet werden.

Es konnte kein gerichteter Einfluss auf die Konzentrationen der Ionen Natrium und Kalium sowie Sulfat und Chlorid festgestellt werden. Die beobachteten hydrochemischen Veränderungen haben keinen negativen Einfluss auf die Grundwasserqualität. Die Veränderung der Grundwassertemperatur im Abstrom eines Baggersees verändert jedoch die mikrobielle Aktivität.

Es konnte ebenfalls kein Einfluss der Baggerseen auf die Konzentration der Schwermetalle Cadmium, Zink, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei und Aluminium festgestellt werden. Eine Erhöhung der Eisen- und Mangankonzentration ist bei abstromigen anoxischen Grundwassermessstellen feststellbar und resultiert aus der Lösung von geogenen Eisen- und Manganoxiden aus dem Sediment des Grundwasserleiters, bzw. aus dem durchströmten Seesediment.

In den untersuchten Baggerseen sind die Nitrat- und Phosphatkonzentrationen im abstromigen Grundwasser verringert, die Kohlenstoffkonzentration hingegen wird nicht signifikant verändert. Die Abnahme der Nitrat- und Phosphatkonzentrationen ist positiv im Hinblick auf die Grundwasserqualität zu werten. Die untersuchten Baggerseen sind Senken für Nitrat und Phosphat und in Abhängigkeit vom See, Senken oder Quellen für Kohlenstoff. Ammonium wird vor allem im See generiert, es kommt jedoch zu keinem signifikanten Austrag ins abstromige Grundwasser. Ebenso wird kein Nitrit ins abstromige Grundwasser ausgetragen.

Die Grenzflächen der Baggerseen beherbergen mikrobielle Gemeinschaften mit unterschiedlichen physiologischen Profilen. Die Nettoprimärproduktion dieser mikrobiellen Gemeinschaften an den Grenzflächen leistet einen wesentlichen Beitrag zum Nährstoff- und Kohlenstoffumsatz in Baggerseen. Die Abundanz der Mikroben stieg im Seewasser an und blieb auch im abstromigen Grundwasser leicht, jedoch nicht signifikant erhöht. Gelöster organischer Kohlenstoff ist wesentliches Substrat des mikrobiellen Metabolismus und wird speziell an den Grenzflächen der Baggerseen wie auch im Seewasser selbst auf- und abgebaut. Die Studie zeigte, dass es zu keinem nachhaltig signifikanten Austrag von DOC aus den Baggerseen kam. Lediglich bei den jüngeren Baggerseen kam es zum Austrag von DOC in das abstromige Grundwasser. Baggerseen generieren eine große Menge an Biomasse. Ob ein See Quelle oder Senke für Kohlenstoff ist, wird vom Alter des Baggersees sowie von der Verweilzeit des Seewassers beeinflusst.

Physikalisch-chemische Parameter (Wassertemperatur, gelöster Sauerstoff, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Chlorophyll a) zeigten, dass alle untersuchten Baggerseen meist gut durchmischt und sauerstoffreich waren. Durch höhere biologische Aktivität im Sommer sanken Sauerstoffkonzentrationen leicht mit zunehmender Tiefe, während die Chlorophyll a Konzentrationen leicht anstiegen. Die biochemische Qualität der Nahrungskette (Algen bis Zooplankton) war in allen Seen hoch und mit Seen guter Wasserqualität gleichzusetzen.

Aufgrund des geringen Anteils an organischem Kohlenstoff im Seesediment ist von einem geringen terrestrischen Eintrag von partikulärem Kohlenstoff auszugehen.

Mikrocystine sind Toxine, die von vielen Cyanobakterien erzeugt werden. Mikrocystin (MC) wurde als Variante MC_{LR} (Mikrocystin mit Leucine und Argenin) gemessen. Die Internationale Weltgesundheitsbehörde (WHO) gibt als Gefährdungspotential für die menschliche Gesund-

heit bei Trinkwasserkonsum eine MC_{LR} –Konzentration von $1 \mu\text{g/l}$ an. MC_{LR} –Konzentrationen aller 5 Baggerseen waren $<0.05 \mu\text{g/l}$, daher weit unter gesundheitsgefährdenden Konzentrationen. Im See- und Grundwasser konnte keine Mikrocytin nachgewiesen werden. Daher stellt in diesen Baggerseen Mikrocytin kein Gefährdungspotential für das abstromige Grundwasser dar. Die Bildung von Mikrocytin ist jedoch sehr stark von der Vermehrung der Cyanobakterien und somit den klimatischen Bedingungen abhängig. Da Mikrocytin schnell abgebaut wird, kann nicht ausgeschlossen werden, dass zu anderen Untersuchungszeitpunkten höhere Konzentrationen hätten angetroffen werden können. Durch den raschen Abbau im See, an den Grenzflächen sowie im Grundwasserleiter ist eine Gefährdung des abstromigen Grundwassers jedoch als gering einzuschätzen.

Schwermetalle zeigten keine vertikale Akkumulation in den Seesedimenten. Untersuchungen von Biomarkern in Sedimentschichten ($\delta^{13}\text{C}$, C/N und Fettsäuren) wiesen darauf hin, dass alle untersuchten Sedimente stabil waren und keiner wind-induzierten Durchmischung unterlagen.

Atmosphärischer Eintrag von Pestiziden

Im Baggersee und an den Grenzflächen wird durch die erhöhte mikrobiologische Aktivität und den unterschiedlichen mikrobiologischen Habitaten der biologische Abbau von Pestiziden gefördert. Der Eintrag über die Windverfrachtung und Oberflächenabfluss bei der Anwendung von Pestiziden in unmittelbarer Nähe eines Baggersees stellt jedoch ein Gefährdungspotential dar. Die Gefährdung durch atmosphärische Einträge oder Oberflächenzuflüsse kann durch die Anlage dichter Gehölze/Sträucher und bauliche Maßnahmen verringert werden.

Ausblick

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass Baggerseen positive und negative Einflüsse auf Grundwasserleiter haben. Für die Praxis interessant wäre die Fragestellung, in welchen hydrogeologischen Situationen die positiven Aspekte von Baggerseen auf die Grundwasserqualität bei bereits anthropogen vorbelasteten Grundwasserleitern (Pestizide/ Düngung) genutzt werden könnten.

Hydrogeologie und Geophysik – integrale Methoden zur Erkundung und Erschließung von Grundwasservorkommen (Projektbeispiele aus Niederösterreich)

Markus GMEINDL & Peter NIEDERBACHER

Einleitung

Die Erweiterung und Neuerschließung von Grundwasserressourcen für Trinkwasserzwecke stellt nach wie vor eine Herausforderung für kommunale Wasserversorgungsunternehmen dar. Der Grund sind Bedarfssteigerungen, aber auch Einschränkungen bestehender Grundwasserressourcen durch konkurrierende Nutzungsansprüche von Siedlungs- und Wirtschaftsräumen (z.B. Schutzgebiets-, Nitratproblematik). Ein Nachholbedarf bei Schutzgebietsausweisungen bzw. deren Adaptierung an geänderte Rahmenbedingungen (Nutzung, Umfeld) sind weitere Themenbereiche, in denen die Anwendung geowissenschaftlicher Methoden die Datenbasis für Entscheidungen und konkrete technische Projekte liefert.

Systematische Grundwassererkundung

Eine systematische Grundwassererkundung konzentriert sich auf Bereiche, die auf Grund ihrer hydrogeologischen Ausbildung, der topografischen Lage und der natürlichen Regenerationsmechanismen günstige Voraussetzungen für die Akkumulation nutzbarer Grundwassers erwarten lassen. Die Wahl der Untersuchungsmethodik ist dabei an die geologisch strukturelle Charakteristik des Untersuchungsraumes anzupassen. Die Kombination von modernen geologischen Aufschluss- und geophysikalischen Erkundungsmethoden bietet die Möglichkeit, die Prospektion im regionalen Maßstab mit vertretbaren Mitteln in grundwasserhöfliche Gebiete mit begrenzter Datenlage in der Peripherie bestehender WVAs auszuweiten.

Methodische Aspekte

In Zuge der stufenweise gegliederten Untersuchung wird nach der Startphase der Datenakquisition und Aufbereitung der relevanten hydrologischen, geologisch-strukturellen und hydrogeologischen Daten und deren Kompilation (Projekt-GIS) eine hydrogeologische Modellvorstellung des Untersuchungsraumes erstellt (conceptual model), das anhand der nachfolgenden Erkundungsergebnisse laufend überprüft und weiterentwickelt wird.

Neben der Charakterisierung der Abfolge von potenziellen Aquifer- und Stauerformationen kommen in tektonisch-sedimentär überprägten Zonen insbesondere bei hohen Flurabständen (z.B. dem Unterpannon der autochthonen Molasse im westlichen Weinviertel) der Erfassung der Tiefenlage und Geometrie hydraulisch relevanter Grenzflächen wie Störungen, tektonisch und erosiv geformte Senkungszonen etc. besondere Bedeutung zu.

Kombination von Verfahren

Die regionale Erkundung und Abgrenzung der flächigen Verbreitung und Tiefenlage von hydrostratigraphischen Einheiten wird durch die Anwendung von geophysikalischen Untersuchungsmethoden unterstützt, welche in Verbindung mit ergänzenden Untergundaufschlüssen eine Auflösung der wesentlichen Untergrundstrukturen erlauben. Die Aufschluss- bzw. Bohrungsdaten liefern dabei die konkreten (aber punktuellen) Angaben zu Untergundaufbau, Aquifereigenschaften und Grundwasserspiegellagen zur Eichung der indirekten geophysikalischen Methoden, wie Geoelektrik oder Seismik. Auch "nicht fündige" Bohrungen liefern in diesem Zusammenhang wichtige Informationen zum strukturellen Un-

tergrundaufbau, zur Definition der geophysikalischen Untergrundeigenschaften und zur Abgrenzung prospektiver Bereiche.

Projektbeispiel Grundwasserprospektion

In einer von der NÖ-Landesregierung, Abt. Wasserwirtschaftliche Planung 1997 beauftragten Vorstudie zum Grundwasserpotenzial des Weinviertels (ERHART-SCHIPPEK & NIEDERBACHER, 1997) wurde u.a. auch der Bereich der unterpannonen Hollabrunn-Mistelbach-Formation als prospektiv ausgewiesen. Die durch die Urdonau (fluviatil) abgelagerten Sedimente reichen obertage vom Ausgang der Wachau bei Krems über die Zaya-Furche bis zum Steinbergbruch im Wiener Becken. Als ehemalige Rinnenfüllung (Anlage der Rinne im Unteren Baden) bilden die Hollabrunn-Mistelbacher Schotter heute die bewaldeten Höhenrücken im zentralen westlichen Weinviertel (Reliefumkehr). Die Mächtigkeit der Schichten reicht bis 50 m.

Zur Absicherung der Wasserversorgung der WVA Hollabrunn stellte sich die Frage nach weiteren, vor anthropogenen Einflüssen geschützten nutzbaren Grundwasservorkommen abseits der bestehenden Brunnenanlagen. Bei der Methodenwahl spielte die Problematik der hohen Überlagerungsmächtigkeiten und die Auflösung des erosiv und tektonisch überprägten Stauerreliefs eine wesentliche Rolle. Auf Grundlage der durchgeführten Datenkompilation wurden in ausgewählten Bereichen 4 Multielektroden-Geoelektrik-Profile (Gesamtlänge 5,3 km, Wenner Anordnung, Ausführung ZAMG) sowie zur Eingrenzung der Stauertiefenlage an 18 Positionen 1-D geoelektrische Tiefensondierungen (Schlumberger Anordnung) gemessen.

Nach Möglichkeit wurden die Profile zur "Eichung" an bestehende Bohraufschlüsse angehängt. Nach der Erstauswertung wurden zur Verbesserung der strukturellen Auflösung (Stauerrelief) in zwei ausgewählten Profilabschnitten seismische Profile mit dem modernen Hybrid-Seismik-Verfahren (insges. 0,85 km, Ausführung Pöyry Infra GmbH) gemessen. Bei diesem Verfahren wird das gesamte Wellenfeld (P- und S-Welle) analysiert und sowohl die Refraktionen wie auch Reflexionen aus dem Untergrund ausgewertet. Aus der refraktions-tomografischen Bearbeitung ergibt sich die 2-dimensionale Verteilung der Ausbreitungsgeschwindigkeiten im Untergrund, die zur Zeit-Tiefen-Umwandlung der seismischen Daten herangezogen wird.

Die geologisch-geophysikalische Komplexinterpretation zeigt ein relativ kleinräumig strukturiertes Untergrundrelief der grundwasserstauenden Sarmat- und Karpatschichtfolgen, das durch tektonische Vorgänge in Horst- und Graben-ähnliche Strukturen gegliedert ist. Diese Strukturen wurden erosiv überprägt und durch die Wechselfolge von unterpannonen Sanden und Kiesen aufgefüllt, welche den prospektiven Grundwasserleiter darstellt.

Die teilweise asymmetrische Geometrie der Rinnen und Störungszonen wurde durch eine kombinierte Auswertung der geoelektrischen Untersuchungen und der S-Wellenseismik erfasst. Auf Basis der Ergebnisse der P-Wellen Refraktionsseismik/Reflektionsseismik konnte die Lage des Grundwasserhorizontes ermittelt werden und somit Bereiche mit hohen Grundwassermächtigkeiten durch nachfolgende Bohrungen erschlossen werden.

Zur Erkundung des Grundwassers wurden neben zwei Kernbohrungen an ausgewählten Lokationen auch 6 Imlochhammerbohrungen mit einem 4" Messstellenausbau (Bohrtiefen bis 76 m) durchgeführt. Dieses Bohrverfahren erfordert auf Grund des raschen Bohrfortschrittes eine kontinuierliche bohrgeologische Betreuung zur Dokumentation von Gesteinsänderungen, Schichtgrenzen und auftretender Wasserführung. Bei den großen Überlagerungsmächtigkeiten bieten Imlochhammerbohrungen die Möglichkeit der raschen und kostengünstigen Herstellung von Grundwasseraufschlüssen zur weiteren Grundwasserbeobachtung (z.B. Datenloggereinsatz) und zur Charakterisierung der Aquifereigenschaften durch Pumpversuche.

Auf Grundlage der Komplexinterpretation unter Einbeziehung der kompilierten regionalen und lokalen Datenbasis, der geophysikalischen Untersuchungen und der Bohrdaten konnten

zwei Bereichen mit günstigen Voraussetzungen für eine Grundwassererschließung aufgezeigt werden. Als nächster Schritt ist die Evaluierung der Ressourcen durch Leistungspumpversuche vorgesehen.

Schutzgebietsfestlegung Brunnenanlage im Südlichen Tullnerfeld

Geänderte Rahmenbedingungen im Umfeld bestehender Brunnenanlagen erfordern Adaptierungen von ausgewiesenen Schutzgebieten bzw. Schutzgebietsfestlegungen bei Altanlagen. Neben der Abgrenzung der Schutzzone 2 auf Basis der 60-Tage-Grenze kommt der Beurteilung von Deckschichten besondere Bedeutung zu.

Zur Schutzgebietsfestlegung für eine Brunnenanlage im südlichen Tullnerfeld im Bereich Tulbing wurden zur Charakterisierung der den Grundwasserleiter überlagernden tonig-schluffigen Deckschichten drei Geoelektrikprofile mit 2D-Multielektrodenanordnung sowie zwei Tiefensondierungen gemessen.

Die Untersuchungen zeigen, dass unter entsprechenden geologischen Voraussetzungen geophysikalische Verfahren wertvolle Hinweise zu Mächtigkeit, Verbreitung und Kontinuität von Deckschichten liefern, die in Kombination mit Aufschlussdaten die Datengrundlage der Schutzgebietsausweisung bilden.

Literatur

ERHART-SCHIPPEK, W. & NIEDERBACHER, P. (1997): Unveröffentlichte Studie, NÖ-LR.

Das Projekt CEframe – ein Beispiel für transnationale Zusammenarbeit im Bereich des Hochwasserschutzes / Risikomanagements

CEframe - CENTRAL EUROPEAN FLOOD RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT IN CENTROPE

Was ist Ceframe

Bei dem Projekt CEframe handelt es sich um eine transnationale Initiative zur Bekämpfung von Hochwasser im Zentraleuropäischen Raum (Centrope Region). 9 für den Hochwasserschutz verantwortliche Institutionen aus vier Ländern (AT, CZ, HU, SK) arbeiten gemeinsam an der Abstimmung von Hochwasserschutzmaßnahmen für die gemeinsamen Grenzflüsse (Donau, March, Thaya und Leitha). Die Federführung bei diesem Projekt hat das Land NÖ übernommen.

CEframe läuft seit dem Mai 2010 und endet im April 2013. In diesem Zeitraum werden die aktuelle Hochwasserschutz-Situation erhoben, Schutzmaßnahmen abgestimmt und gemeinsame Managementpläne sowie Sprachregelungen erarbeitet. Ziel ist die „Harmonisierung“ des Hochwasserschutzes in der Projekt-Region.

Das Projekt ist in drei thematische Arbeitspakete untergliedert. In einem ersten Schritt wird die aktuelle Situation an den Flüssen, wie bestehende Infrastrukturen oder hydrologische Verhältnisse, dokumentiert. Darauf aufbauend werden potentielle Schäden ermittelt und Risikokarten erstellt. Abschließend werden mit den ermittelten Daten gemeinsame Hochwasserschutzstrategien ausgearbeitet und eine Hochwasserschutz-Charta für die Region definiert. Finanziert wird das Projekt über den *Europäischen Fonds für regionale Entwicklung 2007-2013*.

Hintergründe

Schwere Überflutungen in den letzten Jahren wirkten sich dramatisch auf die betroffene Bevölkerung aus. An den gemeinsamen Flüssen in dieser Region ist eine gemeinsame Vorgehensweise für ein effizientes Management zur Verminderung von Hochwassergefahren notwendig. Zum ersten Mal arbeiten die relevanten Institutionen aus allen vier Staaten (Österreich, Tschechische Republik, Ungarn, Slowakische Republik) zusammen, um Überschwemmungen in der Projektregion zu entschärfen. Dabei dürfen jedoch nationale Hochwasserschutzmaßnahmen auf keinen Fall negative Einflüsse auf die Nachbarstaaten haben. Bei CEframe steht die Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements, durch gemeinsam abgestimmte Maßnahmen für zukünftigen Hochwasserschutz, im Vordergrund.

Gerade für so komplexe Themen wie Hochwasserschutz darf es keine Staatsgrenzen geben, nur gemeinsam können Menschen, Infrastruktur und Kulturgüter vor den Fluten der Gewässer geschützt werden.

Umsetzung der EU-Hochwasserrichtlinie

Das Projekt CEframe unterstützt die Umsetzung der EU Hochwasserrichtlinie durch die Erstellung von Risikokarten. Die Partner-Institutionen der einzelnen Projektländer sind jeweils sowohl auf regionaler (Landesverwaltung) als auch nationaler Ebene (zuständige Ministerien oder Bundesverwaltung) situiert. Zum ersten Mal arbeiten die für den Hochwasserschutz verantwortlichen Institutionen der vier Länder gemeinsam an Strategien gegen Überschwemmungen, und haben auch die notwendige Kompetenz um Maßnahmen umzusetzen.

Projektstatus

Im September wird die Dokumentation der aktuellen Hochwasserschutzsituation abgeschlossen, die Ausweisung des potentiellen Risikos ist derzeit in Bearbeitung. Die ersten

Schritte zur Erarbeitung der gemeinsamen Strategien beginnen im Oktober 2011. Im März 2013 sind die Ergebnisse auf der Projektwebseite verfügbar.

Profit für die gesamte CENTROPE-Region

Die Projektregion profitiert von gemeinsam akzeptierten und abgestimmten Hochwasserschutzstrategien. Das gegenseitige Verständnis zwischen Entscheidungsträgern, Planern, Öffentlichkeit und Zivilschutzeinrichtungen wird durch das Projekt CEframe verbessert. Für den Hochwasserschutz verantwortliche Organisationen können effizienter reagieren. Gemeinsame Strategien, Pläne und die Harmonisierung der Hochwasserschutzmaßnahmen zielen darauf ab, mehr Sicherheit in der Region zu gewährleisten, wodurch die gesamte Bevölkerung in der Region profitieren wird. Um die Verständigung zwischen den einzelnen Projektpartnern zu optimieren, wird im Rahmen des Projektes ein Thesaurus, sprich ein „Fachwörterbuch“ in fünf Sprachen, erarbeitet. Die Erstversion des CEframe-Thesaurus ist bereits auf der Projektwebseite (www.ceframe.eu) veröffentlicht. Die Projektergebnisse sollen auch die Grenzgewässerkommissionen unterstützen.

Erste Erfahrungen

Bereits in den ersten Monaten des intensiven Arbeitens an gemeinsamen Managementplänen wurde die Relevanz des Projektes deutlich gemacht. Für ein gegenseitiges Verständnis zwischen den Projektpartnern müssen nicht nur sprachliche Barrieren überwunden werden, auch technische Begriffe und Methoden müssen einander verständlich gemacht werden. Unterschiedliche Ansätze der Hochwasserschutzstrategien müssen harmonisiert werden, um erfolgreich Überflutungen abzuwehren und Katastrophen wie 2002 oder 2006 erfolgreich entgegen zu wirken. Hervorzuheben ist der hohe Motivationsgrad der teilnehmenden Projektpartner. Sowohl bei der Bearbeitung der Ergebnisse als auch bei sachlichen Diskussionen ist der gemeinsame Wille an einer Verbesserung der aktuellen Hochwassersituation im Projektbereich stets im Vordergrund und unterstreicht die Relevanz des Projektes. Eine Verbesserung der zukünftigen Zusammenarbeit wurde durch die Vernetzung der Institutionen und dem gegenseitigen Kennen lernen der am Projekt teilnehmenden Projektpartner bereits erreicht.

Perspektiven

Die von den Projektpartnern erstellte Hochwasserschutz-Charta für die Region wird ein Grundstein für zukünftig geplante Hochwasserschutzmaßnahmen sein. Die Projektergebnisse werden als Entscheidungshilfe für Entscheidungsträger dienen.



Kontakt & Information:

www.ceframe.eu

Amt NÖ Landesregierung, Gruppe Wasser

DI Franz-Walter Froschauer

A - 3109 St.Pölten, Landhausplatz 1, Haus 4

Tel : 0043 2742 9005 14306

email: walter.froschauer@noel.gv.at

Verzeichnis der AutorInnen

Mag. Friedrich SALZER
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Hydrologie und Geoinformation
Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten
Tel.: 02742/9005-13527
friedrich.salzer@noel.gv.at

Mag. Alexander KANN
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Bereich Daten-Methoden-Modelle, Abteilung Vorhersagemodelle
Hohe Warte 38, 1190 Wien
Tel.: 01/360 26-2322
alexander.kann@noel.gv.at

Dipl. Ing. Bernd WINKLER
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Wasserwirtschaft
Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten
Tel.: 02742/9005-14791
bernd.winkler@noel.gv.at

Dipl. Ing. Helmut AIGNER
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland
Marxergasse 2 / Hochparterre, 1030 Wien
Tel.: 01/533 91 47-7014
helmut.aigner@die-wildbach.at

Univ. Doz. Dr. Johann FANK
Joanneum Research Resources
Wasser Ressourcen Management
Elisabethstraße 16/I, 8010 Graz
Tel.: 0316/876-1393
johann.fank@joanneum.at

Dipl. Ing. Christoph BRAUNSTEIN
Hydro Ingenieure Umwelttechnik GmbH
Bruggasse 116, 1070 Wien
Tel.: 01/522 75 22-610, 0664/60 80 66 10
c.braunstein@hydro-ing.at

Dipl. Ing. Dietmar PICHLER
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Wasserbau
Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten
Tel.: 02742/9005-14301
Dietmar.Pichler@noel.gv.at

Dipl. Ing. Gilbert POMAROLI
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Raumordnung und Regionalpolitik
Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten
Tel.: 02742/9005-14239
gilbert.pomaroli@noel.gv.at

Dr. Gerhard KUSCHNIG
Magistrat der Stadt Wien
MA 31 – Wasserwerke
Grabnergasse 4-6, 1060 Wien
Tel.: 01/599 59-31 706
gerhard.kuschnig@Wien.gv.at

Mag. Dr. Lukas PLAN, Ing. Dr. Rudolf PAVUZA
Naturhistorisches Museum Wien
Karst- und höhlenkundliche Abteilung
Museumsplatz 1/10, 1070 Wien
Tel.: 01/523 04 18-18
rudolf.pavuza@nhm-wien.ac.at
Tel.: 01/523 04 18-10
lukas.plan@nhm-wien.ac.at

Mag. Dr. Stefan RAKASEDER
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Wasserwirtschaft – Wasserwirtschaftliches Planungsorgan
Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten
Tel.: 02742/9005-14677
stefan.rakaseder@noel.gv.at

Dipl. Ing. Franz DINHOBL
EVN Wasser
EVN-Platz, 2344 Maria Enzersdorf
Tel.: 02236/200-13031
franz.dinhobl@evn.at

Dr. Sebastian PLEIDERER, Dr. Maria HEINRICH
Geologische Bundesanstalt, 1030 Wien, Neulinggasse 38,
Tel.: 01/712 56 74-326
Sebastian.Pfleiderer@geologie.ac.at
Tel.: 01/712 56 74-310
Maria.Heinrich@geologie.ac.at

Dipl. Ing. Jörg EHRENREICH
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Wasserwirtschaft
Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten
Tel.: 02742/9005-14913
joerg.ehrenreich@noel.gv.at

Mag. Christian MÜLLEGGER
Department für Umweltgeowissenschaften, Universität Wien
Althanstraße 14, 1090 Wien
Tel.: 01/4277-53301
christian.muellegger@univie.ac.at
Web: <http://umweltgeologie.univie.ac.at>

Dr. Peter NIEDERBACHER; Dr. Markus GMEINDL
Ziviltechniker – Technische Geologie
Weidlingerstraße 14/3, 400 Klosterneuburg
Tel.: 02243/22844
office@geol.at