Nassauischer Verein
für Naturkunde

Exkursionshefte Nr. 43

Grundwasserförderung und Umweltprobleme im Hessischen Ried

Prof. Dr. Benedikt Toussaint, Dipl.-Geol. Wolf-Peter von Pape,
Dr. Werner Pöschl, Dipl.-Ing. Petra Vogel & Walter Klupp

Wiesbaden, 2. September 2006

Grundwasserförderung und Umweltprobleme im Hessischen Ried

Exkursionsprogramm und verantwortlicher Leiter: Prof. Dr. BENEDIKT TOUSSAINT, weiterhin wirken mit: WOLF-PETER VON PAPE, HLUG, Dr. WERNER PÖSCHL, HLUG, PETRA VOGEL, RPU Darmstadt und WALTER KLUPP, Hessenwasser – WW Biebesheim

Fahrtroute: Wiesbaden–Stockstadt a. Rh.–Biebesheim–Groß-Rohrheim–Einhausen–Pfungstadt–Darmstadt–Wiesbaden

Haltepunkte

Halt 1: Erfelder Altrhein–Kühkopf

Halt 2: Wasserwerk Biebesheim

Halt 3: Versickerungsanlagen im Gernsheimer Wald

Mittagessen im „Forsthaus Jägersburger Wald" bei Einhausen

Halt 4: Grundwassermessstelle 544002 Groß-Rohrheim

Halt 5: Alte Scheune bei Alsbach - Hähnlein

Halt 6: Pfungstädter Moor

Halt 7: Darmstädter Westwald

1 Zielsetzung der Exkursion

Das Hessische Ried, d. h. der nördliche Teil der Oberrhein-Ebene östlich des Rheins zwischen Main und dem Neckar bzw. der Landesgrenze Hessen/Baden-Württemberg, ist immer wieder in den Schlagzeilen. Einmal ist von „Versteppung" mit Schäden an wertvollen Waldbeständen die Rede, weil der einstmals überwiegend flurnahe Grundwasserspiegel infolge der Wassergewinnung durch Großwasserwerke erheblich und großflächig abgesenkt wurde, in anderen Zeiten kommt es zu Geländevernässungen und feuchten Kellern, weil das Grundwasser stark angestiegen ist. Das Hessische Ried ist somit ein Gebiet, dem eine komplexe wasserwirtschaftliche Problematik zugrunde liegt, die auch den Naturschutz erheblich tangiert.

Die Exkursion hat daher die Zielsetzung, die Teilnehmer über die unterschiedlichen Ansprüche an das Grundwasser in diesem Gebiet und die daraus entstandenen Konflikte zu informieren und aufzuzeigen, was im Hessischen Ried getan wird, um den Vorgaben der inzwischen in deutsches Recht transformierten ökologisch ausgerichteten EU Wasserrahmenricht-

linie von Dezember 2000 gerecht zu werden. Das bedeutet aber nicht, dass der von Naturschützern gewünschte Zustand der 50er- und 60er-Jahre des letzten Jahrhunderts wieder hergestellt werden soll, da der Schutz der bestehenden Infrastruktur einer auch intensiv landwirtschaftlich genutzten Kulturlandschaft Vorrang hat (Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz 2005).

Da man das Grundwasser naturgemäß nicht sieht, erhalten die Exkursionsteilnehmer umfangreichere schriftliche Unterlagen als sonst, um das an den Haltepunkten von Grundwasserexperten Gesagte leichter nachvollziehen zu können.

2 Übersicht über das Exkursionsgebiet und seine auf das Grundwasser bezogenen Nutzungskonflikte

Der Name „Ried" ist nur bedingt gerechtfertigt, insofern als auch ursprünglich nur ein Teil des Gesamtgebietes als Feuchtgebiet mit flurnahem Grundwasser und/oder als Überschwemmungsgebiet des Rheins bzw. einiger Seitenbäche ausgebildet war. Die Rede ist von der Rheinniederung, d. h. die holozänen Auen mehrerer Mäandergenerationen, und der Altneckaraue, die einem frühholozänen, bei Trebur in den Rhein mündenden Altneckarlauf folgend sich von Heidelberg entlang der Bergstraße nach N und etwa ab Zwingenberg nach NW erstreckt. Orte wie Groß-Rohrheim oder Riedrode tragen die damalige versumpfte Naturlandschaft, die im Lauf der Geschichte durch menschliche Eingriffe immer stärker zurückgedrängt wurden, in ihrem Namen. Die Terrassenreste des Pleistozäns hingegen, die in einem Streifen zwischen Rhein- und Altneckarniederung von Mannheim bis in den Raum Zwingenberg einerseits und in einem Dreieck zwischen Darmstadt, Rüsselsheim und dem Main andererseits angetroffen werden, waren auch in der Vergangenheit immer nur Trockenstandorte.

Der Landgraf August von Hessen hat schon im 16. Jahrhundert versucht, durch Anlage des Landgrabensystems die Feuchtgebiete der Landwirtschaft nutzbar zu machen, aber ohne dauerhaften Erfolg.

Der nächste Schritt war die im Jahr 1817 durch den großherzoglich-badischen Ingenieur JOHANN GOTTFRIED TULLA begonnene Rheinkorrektion, die erst im Jahr 1876, also lange nach seinem Tod, abgeschlossen wurde. Diese Begradigung des bis dahin stark mäandrierenden Rheins diente primär dem Hochwasserschutz und der Verbesserung der Schifffahrt, bewirkte wegen der Laufverkürzung des Rheins von 81 km zwischen Basel und Mainz (23 %) und einer damit einhergehenden Vergrößerung der Schleppkraft aber auch eine von S nach N abnehmende Eintiefung der Rheinsohle und eine Grundwasserabsenkung im näheren Umfeld. Die Exkursionsteilnehmer können sich am Erfelder Altrhein ein Bild von einem durch die Rheinkorrektion abgeschnittenen ehemaligen Mäander (Kühkopf) machen **(Halt 1)**.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde zum weiteren Schutz des Menschen und dessen Güter mit dem Bau von Hochwasserschutzdeichen am Rhein begonnen. Auch diese Maßnahmen wirkten sich auf die Vegetation

in Auengebieten aus, außerdem wurde das Grundwasser nicht mehr wie früher durch die Versickerung ausufernder Hochwässer regeneriert

In den 30er- und 40er-Jahren des letzten Jahrhunderts folgte der nächste Schritt zur Umgestaltung der Landschaft. Die fachliche Grundlage bildete der „Hessische Generalkulturplan für das hessische Ried", den der Ministerialrat HEYL 1929 vorlegte. Die feuchten Wiesen und Äcker vor allem der Altneckaraue wurden durch Verbesserung der Vorflut und Anlage von Drängräben trockengelegt. Zugehörige Maßnahmen zogen sich bis in die 50er-Jahre hin (HERZBERG 1962; NOLDEN 1995).

Die mit der Umsetzung des Generalkulturplans begonnenen Arbeiten an den oberirdischen Gewässern fanden mit kulturbautechnischen Maßnahmen beim Ausbau von Schwarzbach, Modau, Winkelbach und Weschnitz in den 60er- und 70er-Jahren ihren Abschluss. Die Gewässerbetten wurden als „Trapezprofil" gestaltet und sorgten so für einen schnellen und reibungslosen Abfluss des Wassers. Zusätzlich wurden später im Bereich der Oberläufe dieser kleinen Flüsse im Odenwald Rückhaltebecken gebaut, was ebenfalls die früher häufigen und gefürchteten Ausuferungen bei Hochwasser weitgehend unterbindet. Die ersten Renaturierungsmaßnahmen haben begonnen, um die genannten rechtsrheinischen Flüsse wieder in einen naturnäheren Zustand zu versetzen.

Da die im Mittel etwa 100 m mächtigen quartären Ablagerungen ergiebige Grundwasserleiter sind, wurden bei stark gestiegenem Wasserbedarf die Brunnenstandorte nach 1945 ausgeweitet und im mittleren Hessischen Ried mehrere Großwasserwerke in den 60er- und frühen 70er-Jahren neu in Betrieb genommen. Erst diese Steigerung der Grundwasserförderung hat sich signifikant negativ auf die Grundwasserstände ausgewirkt. In Verbindung mit einer geringen Grundwasserneubildungsrate in einer Reihe niederschlagsarmer Jahre (insbesondere 1971–1976 und 1990–1993) kam das Hessische Ried wegen Schäden an Gebäuden und Verkehrsanlagen durch Bodensetzungen **(Halt 5)** und insbesondere wegen geschädigter grundwasserabhängiger Land-Ökosysteme wie z. B. Moore oder Waldstandorte **(Halt 6 und 7)** in die Schlagzeilen. Seit Ende der 70er Jahre wurde die Entnahme aus unterschiedlichen Gründen gedrosselt oder konstant gehalten, und seit 1989 wird gereinigtes Wasser insbesondere aus dem Rhein künstlich versickert. Anfangs lag die Infiltrationsmenge knapp unter 500 000 m³/Jahr, später wurden fast 38 Mio. m³ wasserrechtlich abgesichert **(Halt 2 und 3)**.

Das Hessische Ried gehört den Ballungsräumen Rhein–Main im N und Rhein–Neckar im S an und wird aufgrund seines günstigen Klimas und ertragreicher Böden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Die Folge sind auch qualitative Belastungen des Grundwassers. Betroffen ist großflächig vor allem der würmzeitliche (obere) Grundwasserleiter, wegen Veränderung der natürlichen Potentialverhältnisse infolge der Grundwasserförderung zeigen zunehmend

auch tiefere Bereiche lokal Anzeichen einer Verunreinigung (BERTHOLD & TOUSSAINT 1998, 1999a, 1999b; BERTHOLD et al. 1998). Nicht von ungefähr fordert die EU Wasserrahmenrichtlinie von Dezember 2000, die mittlerweile in nationales Recht umgesetzt wurde, die Überwachung des Grundwassers im Rahmen eines quantitativen und qualitativen Monitoringprogramms. Den Exkursionsteilnehmern wird gezeigt, wie die Grundwasserstände gemessen werden und was mit den Messwerten geschieht **(Halt 4)**.

Am W- und E-Rand des Oberrheingrabens steigen mineralisierte Tiefenwässer bis in Oberflächennähe auf (z. B. bei Bensheim und Heppenheim), so dass auch aus geogenen Gründen das Grundwasser nicht überall nutzbar ist.

3 Geologie / Hydrogeologie und Hydrologie des Hessischen Rieds

Geologische Entwicklung

Das Hessische Ried liegt im nördlichen Oberrheingraben, der sich von Basel bis in das Rhein-Main-Gebiet erstreckt und sich seit dem Alttertiär anhaltend abgesenkt hat. Neben den Hauptrandstörungen sind im Graben zahlreiche Störungen entwickelt, die den Untergrund in ein Schollenmosaik zerlegen. Inwieweit diese Störungen im Quartär noch aktiv waren, ist aufgrund der Bohrbefunde nicht eindeutig zu klären.

Die Sedimentation begann im Unteroligozän mit einer Meeresingression. Bis zum Mittelmiozän hatte das Meer noch viermal eine kurzfristige (jeweils für die Dauer von einigen Millionen Jahren!) Verbindung zum Oberrheingraben. Bei fallendem Weltmeeresspiegel zog sich das salzige Meerwasser aus dem Oberrheingraben wieder zurück und es konnte sich jeweils eine Landschaft mit Süßwasser-Seen und Flüssen entwickeln. Diese marinen und limnischen Sedimente werden von fluviatilen Sedimenten des Pliozäns überlagert. Die Gesamtmächtigkeit des Tertiärs beträgt über 2 000 m, es ist unterlagert von Rotliegendem. Das Tertiär steht im Exkursionsgebiet nicht zu Tage an, es baut westlich der Grabenrandverwerfung das Rheinhessische Hügelland in geringerer Mächtigkeit und z. T. anderer Fazies auf.

Im Quartär, das wasserwirtschaftlich große Bedeutung hat, wurden klastische Sedimente in von N nach S und von W nach E zunehmender Mächtigkeit abgelagert, im Exkursionsgebiet im Durchschnitt ca. 100 m. Es dominieren von Rhein, Main und Neckar abgelagerte pleistozäne Sande und Kiese. Ihre Ausbildung und Verbreitung variieren horizontal wie vertikal stark entsprechend den Ablagerungsbedingungen mit wechselnden Flussverläufen und Strömungsverhältnissen. Daher finden sich in den Sanden und Kiesen immer wieder schluffig-tonige Zwischenlagen, die hydrogeologische Bedeutung haben. In spätwürmzeitlichen Kaltphasen und z. T. im Früholozän wurden Flugsande aus den Schottern ausgeblasen und als Decken, örtlich als Dünen wieder abgelagert. Etwa gleichzeitig entstanden ältere Schwemmfächer der Odenwaldbäche.

Im Holozän schnitten sich Rhein und Bergstraßen-Neckar (auch Altneckar genannt) in Mäandern in die pleistozänen Schotter und Flugsande ein **(Halt 1)**. Am Rhein finden sich verschieden alte Mäander mit Altlauf- und Barrensedimenten sowie meist tonigen Überschwemmungslehmen (SCHARPFF 1977). Die kleineren Altlaufbildungen des Bergstraßenneckars wurden nur kurz im Frühholozän durchflossen. Morphologisch heben sich die Altläufe mit toniger und torfiger Füllung deutlich von der Umgebung ab. Darüber wurden örtlich flache Schwemmfächer abgelagert, z. B. von Weschnitz und Modau.

Hydrogeologische Verhältnisse

In der pleistozänen Schichtfolge sind im südlichen Hessischen Ried bis zum Rheinbogen bei Gernsheim drei Grundwasserleiter zu unterscheiden, im nördlichen Hessischen Ried nur zwei, z. T. nur ein in sich differenzierter Grundwasserleiter (EBHARDT et al. 2001).

Das sog. „Obere Kieslager" (OKL) ist flächendeckend verbreitet und bildet den sandig-kiesigen Oberen Grundwasserleiter (OGWL) mit Mächtigkeiten zwischen 20 m in Rheinnähe und 50 m am Odenwaldrand. Im OKL treten Schluff- und Tonlinsen auf und sind die Ursache für geohydraulische Differenzierungen. Diese machen sich weniger in Potentialunterschieden des Grundwassers innerhalb des OGWL bemerkbar, ihre Trennwirkung zeigt sich eher in hydrochemisch und isotopisch unterschiedlichen Grundwässern.

Der liegende Obere Zwischenhorizont (OZH) – nur im südlichen Hessischen Ried flächenhaft ausgebildet – bildet die Basis des OGWL und besteht überwiegend aus Ton- und Schlufflagen, bereichsweise aus Feinsand. Die Mächtigkeit schwankt zwischen von 5 und 20 m. Mit dem Auskeilen des OZH, der im mittleren Hessischen Ried in Rheinnähe und nördlich von Worfelden fehlt, verschwindet die Stockwerksgliederung.

Die „Mittlere sandig-kiesige Abfolge" bildet den Mittleren Grundwasserleiter (MGWL). Sie ist stark durch Schluff- und Tonhorizonte und -linsen gegliedert und bis zu 100 m mächtig. Je nach Vorhandensein der Zwischenhorizonte kann die „Mittlere sandig-kiesige Abfolge" als zusammenhängender Mittlerer Grundwasserleiter behandelt oder in drei Teilstockwerke gegliedert werden.

Der tiefste durchgehend kartierbare quartäre Horizont, der Untere Zwischenhorizont (UZH), trennt den Mittleren vom Unteren Grundwasserleiter. Dieser besteht aus einer Wechselfolge von sandigen und schluffigen Schichten, die teils dem Altquartär, teils dem Pliozän zugeordnet werden. Im Gegensatz zu Rheinland-Pfalz ist der UGWL in Hessen wasserwirtschaftlich unbedeutend. Die Basis des Unteren Grundwasserleiters wird im S und in der Mitte des Hessischen Rieds bis zu einer von Darmstadt nach Rüsselsheim verlaufenden Störung von pliozänen, nördlich davon (Walldorfer Horst) von miozänen Tonen gebildet.

Hydrologische Verhältnisse

Der Rhein bildet die Hauptvorflut für die meisten Fließgewässer wie Schwarzbach, Modau oder Weschnitz und überwiegend auch für das Grundwasser, soweit dieses nicht den Brunnen zuströmt. Die staugeregelten Flüsse Main im N und Neckar im S sind nachrangig.

Außerdem wurden im Hessischen Ried umfängliche Grabensysteme zur Entwässerung von landwirtschaftlichen und Siedlungsflächen angelegt. Die Gräben, die bis 2 m in die Geländeoberfläche einschneiden, haben eine saisonal und regional stark variierende Wasserführung. Vielfach führen sie nur sporadisch Wasser oder sind infolge der Grundwasserentnahme trocken gefallen. Bei Starkregen führen sie Wasser, das z. T. versickert und zur Grundwasserneubildung beiträgt. In einige der Gräben wird aufbereitetes Rheinwasser zur Infiltration eingeleitet **(Halt 3)**. Andererseits wird aufgrund der Drainwirkung der Anstieg des Grundwassers speziell in Nassjahren gekappt.

Die Grundwasserneubildung erfolgt hauptsächlich durch die Niederschläge. Da das Hessische Ried mit 653 mm/Jahr (Reihe 1961/90) niederschlagsarm ist und die durchschnittliche Jahrestemperatur 10 °C beträgt, ist die Verdunstung relativ hoch. Die Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag beträgt im Mittel 4,1 l/s km² (145 Mio m³/Jahr), in Trockenjahren ca. 1,8 l/s km² und in Nassjahren ca. 5,3 l/s km². Daneben wird das Grundwasser durch Randzustrom aus dem Sprendlinger Horst bzw. Odenwald (34,2 Mio m³/Jahr) und durch die Infiltration aus oberirdischen Gewässern (19,4 Mio m³/Jahr) ergänzt. Die Werte wurden mittels eines Grundwassermodells bestimmt.

Die gesamte Neubildung beträgt somit 198,6 Mio m³/Jahr. Da die Bilanz aus Zu- und Abstrom zum Rhein, zum Main und über die südliche Landesgrenze nach Baden-Württemberg negativ ist (–37 Mio m³/Jahr), ergibt sich eine jährliche Grundwasserbevorratung von etwa 161 Mio m³. Aus dem Vergleich mit der Entnahme ergibt sich, dass in Spitzenjahren (1976, 1991) stark aus dem Vorrat geschöpft wurde, in den letzten Jahren ergab sich bei einer Wasserförderung um 120 Mio m³/Jahr rechnerisch ein Überschuss.

Nach der Grundwassergleichenkarte vom Oktober 1997 (Abb. 1) fließt das Grundwasser im Oberen Grundwasserleiter vorwiegend von E nach W, nur im Norden nach NW. Die generellen Wasserstands- und Strömungsverhältnisse werden kleinräumig von Entnahmen überprägt. Die teilweise langen Brunnenreihen fangen das anströmende Grundwasser ab, das somit nicht mehr in die oberirdischen Gewässer übertritt.

Die Grundwasserflurabstände betragen heute in weiten Bereichen zwischen 3 und 7 m. Kleine Flurabstände kennzeichnen die rheinnahen Gebiete, besonders die ehemaligen Mäander, die ehemalige Alt-Neckaraue, z.B. bei Heppenheim, Hähnlein und Büttelborn, und Teile des Schwarzbach-Systems.

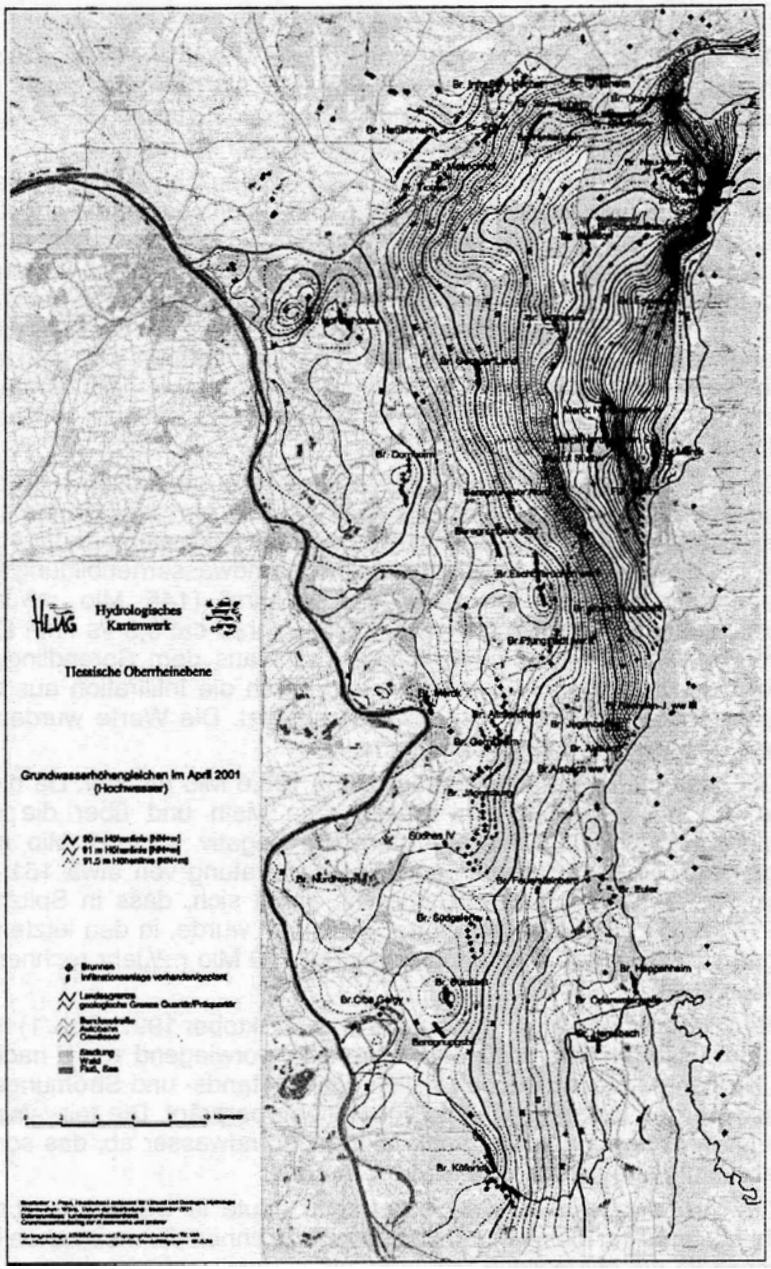

Abb. 1: Grundwasserhöhengleichenkarte des hessischen Oberrheingebiets, April 2001.

Hier hat die Vegetation – zumindest zeitweilig – Anschluss an das Grundwasser, andererseits sind Siedlungen in Nassjahren durch Vernässung bedroht. Am Rand zum Odenwald und im Untermaingebiet erreichen die Grundwasserflurabstände mehr als 30 m.

4 Haltepunkte

An sieben Lokalitäten erörtern Experten die im Hinblick auf das Grundwasser gestellten Nutzungsansprüche und die sich daraus ergebenden Konflikte.

Halt 1: Stockstadt a. Rh. (Erfelder Altrhein – Kühkopf)

Es war ein großes Anliegen der im Ried ansässigen Menschen, ihre Siedlungen und Felder vor dem Hochwasser zu schützen und die von *Anopheles*-Mückenarten übertragene Malaria zu verdrängen. Ausschlaggebend für die Rheinkorrektion des 19. Jahrhunderts waren jedoch eher wirtschaftliche und politische Faktoren. Der Fluss wurde an die technischen Möglichkeiten der modernen Dampfschifffahrt angepasst, dafür wurden kürzere Wege und ganzjährig schiffbare Fahrrinnen benötigt. Gleichzeitig war der Rhein eine wichtige Grenze. Seine unberechenbare Laufänderung gab immer wieder Anlass zu Grenzstreitigkeiten, weil Gemeinden von ihren Besitzungen getrennt wurden.

JOHANN GOTTFRIED TULLA (1770–1828), ein Flussbauingenieur aus Karlsruhe, legte 1809 einen ersten Plan zur Gesamtkorrektion des Rheins vor (von Basel bis Mannheim). Dessen Realisation begann im Jahre 1817. In der Furkationszone wurden Leitwerke in den Fluss gebaut und das Bett des Rheins auf 200 m Breite verengt. In der Mäanderzone waren es künstliche Durchstiche, die der Rhein selbst verbreiterte. Die alten Flussschlingen wurden oftmals am Einlauf zugeschüttet. Parallel zum begradigten Flusslauf wurden Dämme angelegt. Auf hessischer Seite ist der Oberbaudirektor Dr. CLAUS KRÖNCKE zu nennen, der Rheindurchstiche im Raum Guntersblum plante und 1828 und 1844 ausführte.

Damit der Fluss für die Schifffahrt ganzjährig befahrbar war, wurde auf der Basis eines vom badischen Oberbaudirektor MAX HONSELL im Jahr1897 vorgelegten Entwurfs durch ein gestaffeltes System von Querbauten (Buhnen) das Flussbett noch mehr verengt, um den Fluss zu zwingen, weiter in die Tiefe zu erodieren.

Die Folgen der Korrektion waren schon sehr bald zu spüren. Es kam zu einer stärkeren Sohlenerosion, als es TULLA vorherberechnet hatte. Aus der resultierenden starken Grundwasserspiegelsenkung ergaben sich zwar neue Waldstandorte (intensiv genutzte Trockenwälder), wo vorher oft überflutete Schotterflächen angesiedelt waren, jedoch vertrockneten gleichzeitig Sümpfe, Feuchtgebiete und Auenwälder. Sonst teilweise durchflossene Seitenarme, Rinnen und flache Senken im Auenwald wurden vom Flusssystem abgeschnitten und gingen dadurch als Laich- und Nahrungsgründe für viele

Tierarten verloren. Durch den Rhein-Vollausbau sank der Grundwasserspiegel weiter. Durch den modernen Rheinausbau wurden 60 % (130 km²) der Auen, die nach dem Ausbau des Oberrheins durch TULLA noch vorhanden waren, zerstört.

Das im Jahr 1983 zum „Europareservat" ernannte Naturschutzgebiet Kühkopf-Knoblochsaue in der ehemaligen Mäanderzone des Rheins ist das größte zusammenhängende Naturschutzgebiet Hessens (2369 ha). Die Insel Kühkopf entstand durch den Durchstich der Erfelder Rheinschlinge im Jahr 1828/29. Infolge von Hochwasserereignissen Mitte der 80er-Jahre und eines Dammbruchs wurde die mit den Schutzzielen nicht zu vereinbarende ackerbauliche Intensivnutzung auf dem größten Teil der Flächen aufgegeben und die Überflutungsbereiche erweitert, wodurch das Schutzgebiet erheblich an ökologischem Wert gewann.

Halt 2: Wasserwerk Biebesheim, Grundwasserbewirtschaftung Hessisches Ried

Herr Klupp von Hessenwasser erläutert, wie das Grundwasser im Hessischen Ried in Zukunft bewirtschaftet wird. An dieser Stelle werden ergänzende und abrundende Informationen gegeben.

In der Vergangenheit ist die Belastbarkeit des Grundwasserhaushalts in einigen Bereichen überschritten worden. Die Entnahmen übertrafen die Grundwasserneubildung, besonders in den Trockenjahren 1971–1976 und 1990–1993 sind die Grundwasserstände großräumig um mehr als 2 m, im Zentrum der Absenktrichter z. T. über 5 m gesunken. Dies führte bei höherer Intensität und Vielfalt der Nutzung in früher vorrangig natürlich geprägten Teilräumen zu erheblichen Konflikten.

Daher hat das seinerzeitige Hessische Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten 1993 in einem 5-Punkte-Programm Maßnahmen beschlossen, die auf eine rationelle Wasserverwendung und ausgewogene Grundwassernutzung in Hessen und insbesondere im Exkursionsgebiet abzielen. Eine besonders wichtige Komponente stellt der **„Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried"** dar, der die Anforderungen an Entnahme und Anreicherung von Grundwasser formuliert und zu einer ökologisch verträglichen und dauerhaft gesicherten Wasserversorgung beitragen soll.

Ziel dieses Planes ist, die Grundwasserentnahmen und andere Eingriffe in den Wasserhaushalt im Hessischen Ried so zu steuern, dass grundwasserabhängige Vegetationsstandorte nicht weiter gefährdet, durch Grundwasserabsenkung bereits geschädigte Waldbereiche und Feuchtgebiete nach Möglichkeit saniert, künftige grundwasserbedingte Nachteile für die Land- und Forstwirtschaft vermieden, setzungsempfindliche Bauwerke und Einrichtungen nicht geschädigt und Gebäudevernässungen sowie unzulässig hohe Grundwasserstände, z. B. unter Abfalldeponien, vermieden werden.

Kernpunkte des Grundwasserbewirtschaftungsplans sind insbesondere

Sicherstellung der örtlichen und regionalen Wasserversorgung, rationelle Wasserverwendung, sparsamer Umgang mit Wasser und spezifische Anforderungen an Grundwasserentnahme und -anreicherung.

Da der zuletzt genannte Punkt der für Hydrogeologen interessanteste ist, werden dazu weitere Erläuterungen gegeben. Das verfügbare natürliche Grundwasserdargebot ist durch künstliche Grundwasseranreicherung und in begrenztem Umfang durch die Verringerung des Oberflächenabflusses (Entsiegelung) zu beeinflussen.

Eine umweltgerechte Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried muss die naturräumlichen und nutzungsspezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt, den örtlichen und regionalen Wasserbedarf der Bevölkerung und der Wirtschaft sowie die vorhandenen und geplanten verbundwirksamen Anlagen und Einrichtungen berücksichtigen. Im Hinblick auf Natur und Landschaft, Wald, Landwirtschaft und Siedlungsflächen sowie unter Berücksichtigung der Gebiete mit Gebäudeschäden wurden natur- und nutzungsspezifische Grenzflurabstände sowie Mindestgrundwasserstände unter Siedlungen ermittelt. Für insgesamt 46 Referenzmessstellen in 11 Teilräumen wurden Richtwerte mittlerer Grundwasserstände festgelegt (Abb. 2). Mit dem Grundwassermodell Hessisches Ried wurde durch Variation der Entnahme und der Infiltration eine Variante erarbeitet, mit der die Richtwerte erreichbar sind.

Der klimatisch bedingte zulässige Schwankungsbereich des Grundwasser-

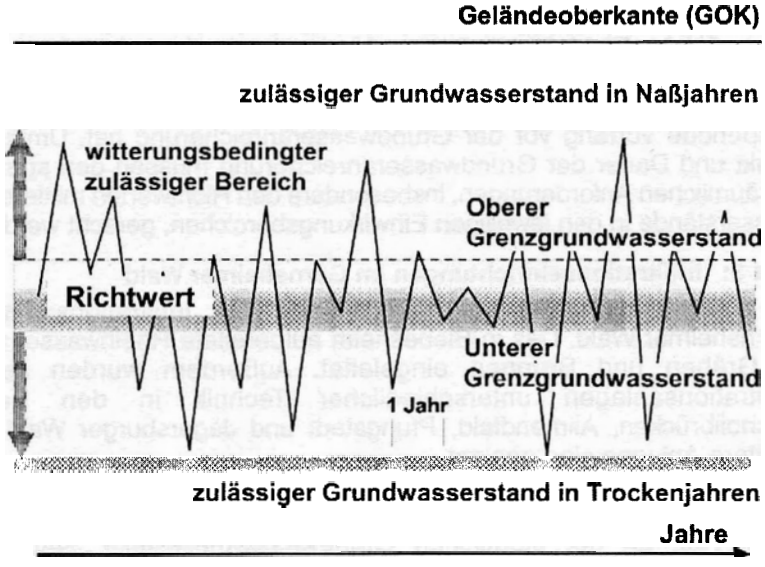

Abb. 2: Richtwerte mittlerer Grundwasserstände, Schema (nach Regierungspräsidium Darmstadt 1999).

standes wird durch den oberen bzw. unteren Grenzgrundwasserstand definiert. Die Größenordnung der zulässigen Abweichungen von den festgesetzten Richtwerten mittlerer Grundwasserstände wird aus langjährig beobachteten natürlichen Veränderungen des Grundwasserhaushaltes abgeleitet.

Bei konkurrierenden Ansprüchen an die Wassernutzung hat die öffentliche Versorgung Vorrang. Die Abgabe an die Verbraucher in örtlichen Versorgungsgebieten genießt Vorrang vor der in andere Räume. Die zulässige Grundwasserentnahme wird in wasserrechtlichen Verfahren unter Beachtung der Richtwerte mittlerer Grundwasserstände festgelegt.

Im Hessischen Ried schwankt der Grundwasserstand stark zwischen Normal-, Trocken- und Nassperioden. Dies kann bei gleich bleibender Entnahme zur Unter- bzw. Überschreitung der festgelegten oberen und unteren Grenzgrundwasserstände führen. Zur Stabilisierung des Grundwasserhaushaltes erfolgt daher eine Grundwasseranreicherung durch Infiltration von aufbereitetem Rheinwasser. Ziel der Infiltration ist insbesondere die Vermeidung bzw. Minimierung von Schädigungen an ökologisch wertvollen Feuchtgebieten und Wäldern sowie die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Beregnung, wobei Vernässungen landwirtschaftlicher Flächen und von Siedlungsgebieten unterbleiben müssen. Träger der Rheinwasseraufbereitung, der Infiltration und der landwirtschaftlichen Beregnung aus direkt angeschlossenen Beregnungsanlagen ist der Wasserverband Hessisches Ried bzw. heute Hessenwasser.

Die Wasserrechte zur Infiltration von aufbereitetem Rheinwasser im Hessischen Ried betragen im Mittel bis zu 42,5 Mio. m^3/Jahr; maximal 48,7 Mio. m^3/Jahr. Die Infiltrationskapazität ist durch die Aufbereitungsleistung des Wasserwerkes Biebesheim von rund 43 Mio. m^3/Jahr auf derzeit 38,1 Mio. m^3/Jahr begrenzt, da die landwirtschaftliche Beregnung in der Vegetationsperiode Vorrang vor der Grundwasseranreicherung hat. Umfang, Zeitpunkt und Dauer der Grundwasseranreicherung müssen den spezifischen teilräumlichen Anforderungen, insbesondere den Richtwerten mittlerer Grundwasserstände in den jeweiligen Einwirkungsbereichen, gerecht werden.

Halt 3: Infiltrationseinrichtungen im Gernsheimer Wald

Die Exkursionsteilnehmer besichtigen die Infiltrationsanlagen im Gernsheimer Wald. Das in Biebesheim aufbereitete Rheinwasser wird hier in Gräben und Brunnen eingeleitet. Außerdem wurden seit 1989 Infiltrationsanlagen unterschiedlicher Technik in den Bereichen Eschollbrücken, Allmendfeld, Pfungstadt und Jägersburger Wald gebaut. Weitere Anlagen sind geplant.

Halt 4: Grundwassermessstelle 544002 Groß-Rohrheim

Ein Halt an der staatlichen Grundwassermessstelle 544002 Groß-Rohrheim, eine von rd. 2100 staatlichen und nicht staatlichen Messstellen überhaupt im Hessischen Ried, und eine Grundwasserstandsmessung sol-

len die enorme Bedeutung des Grundwassermonitoring verdeutlichen (TOUSSAINT 2003, 2004; TOUSSAINT & GÖBEL 1995), speziell in einem Gebiet, in dem es keinen konfliktfreien Zustand im Hinblick auf das unterirdische Wasser gibt.

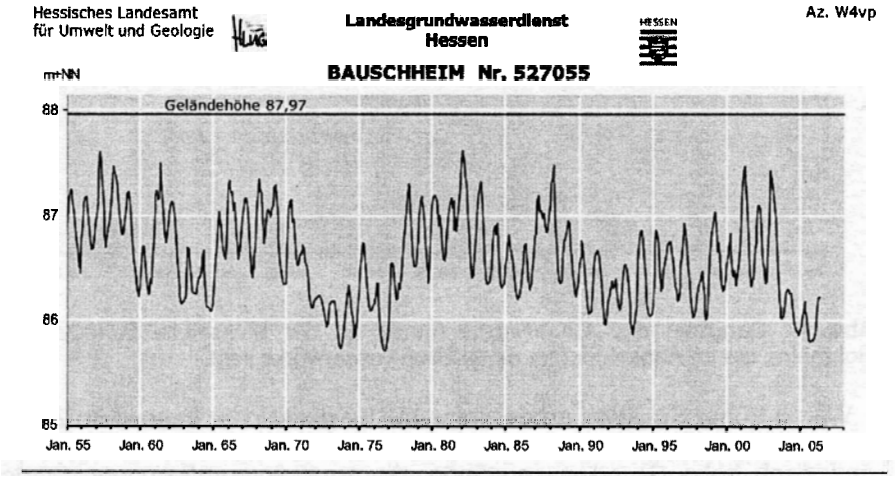

Abb. 3: Grundwasserstandsganglinie der anthropogen praktisch unbeeinflussten Messstelle 527055 Bauschheim, die im Bereich der Mainspitze im Zentrum des sog. „Bauschheimer Wasserberges" liegt, der an eine tektonische Hochlage der Grenze Quartär/Tertiär gebunden ist.

Steht das Grundwasser oberflächennah an und wird der natürliche Grundwasserspiegelgang nicht oder nicht wesentlich durch menschliche Einflüsse überlagert, zeichnet sich ein Jahresgang ab: im hydrologische Winterhalbjahr (November–April) steigt das Grundwasser wegen der stattfindenden Grundwasserneubildung an, im hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai–Oktober) fällt der Grundwasserstand wegen der hohen Evaporation wieder (Abb. 3). Zusätzlich spiegeln sich auch Zeiräume mit einer Reihe von Nassjahren (überdurchschnittliche Grundwasserneubildung) bzw. Trockenjahren (unterdurchschnittliche Grundwasserneubildung) wider.

Sinkt infolge von Grundwasserentnahmen durch Wasserwerke der Grundwasserspiegel immer weiter ab, ist die Amplitude des Jahresgangs nicht nur stark gedämpft, sondern der Einfluss von Nass- und Trockenjahren auf die Ganglinie ist zeitlich verschoben. Das zeigt sich typischerweise an den Messwerten der besuchten Messstelle 544002 Groß-Rohrheim (Abb. 4).

Abb. 4: Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle 544002 Groß-Rohrheim, die im Absenktrichter eines Großwasserwerks liegt.

Waren früher Schäden an der Infrastruktur direkt oder indirekt im Zusammenhang mit tiefen Grundwasserständen das Problem, sind es in letzter Zeit periodisch hohe Grundwasserstände, die zu Kellervernässungen führten. Insbesondere nach 1964 wurden auch tief liegende Flächen bebaut, deren alte Gewannbezeichnungen das Problem überdeutlich aufzeigen. In Nauheim bei Groß-Gerau ist beispielsweise die Siedlung „Im Teich" in der Trockenperiode der 70er-Jahre neu entstanden und seitdem immer wieder von Kellervernässungen betroffen. Manchmal tritt das Grundwasser in Geländemulden zu Tage (Abb. 5) oder es kommt zu Überschwemmungen von Straßen wie z. B. im Falle einer als Trog konstruierten Straßenunterführung einer Eisenbahnlinie in Rüsselsheim (Abb. 6). In der jüngsten, sehr ausgeprägten Nassperiode 1999–2003 mit den höchsten Grundwasserständen seit mehr als 30 Jahren wurden mehr als 600 durch hohes Grundwasser vernässte Häuser den Behörden gemeldet, die tatsächliche Fallzahl ist vermutlich wesentlich höher. Die Auswertung von Satellitenbildern ergab, dass am 1. April 2001 ca. 4400 ha (ca. 4 % der Fläche des gesamten Hessischen Rieds) überflutet waren, also auch Landwirte existentiell bedroht waren.

Es ist nicht die künstliche Grundwasseranreicherung im Hessischen Ried, die zu diesen Problemen führte. Der Grund ist vielmehr, dass auf die geohydrologischen Verhältnisse planerisch und bautechnisch keine Rücksicht genommen wurde, z. B. durch Verzicht auf unbedingt erforderliche wasserdichte Wannen. Diese Bausünden mögen z. T. einen finanziellen Hintergrund haben, beruhen aber auch auf fehlenden Informationen der planenden Ingenieure oder Bauherren.

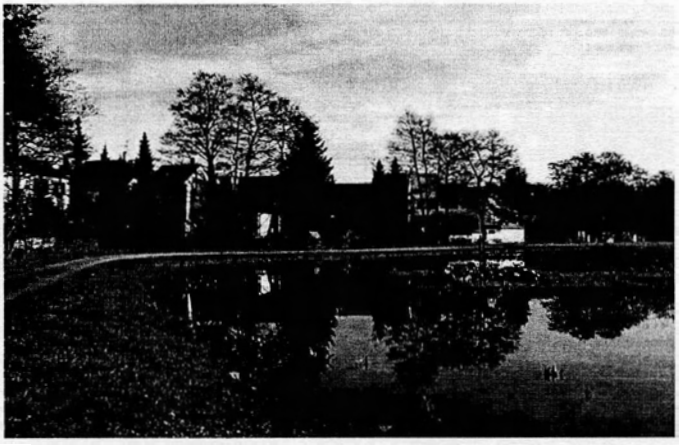

Abb. 5: Nauheim, Siedlung „Im Teich"; aufgenommen am 2. April 2001, extrem hoher Grundwasserstand.

Abb. 6: Überflutete Straßen zwischen Rüsselsheim und Bauschheim; aufgenommen am 2. April 2001, extrem hoher Grundwasserstand.

Um diese Defizite zu beheben, wurden u. a. in Ergänzung zu dem im Hessischen Ried ohnehin besonders dichten Messnetz speziell unter dem Vernässungsaspekt gezielt neue Messstellen eingerichtet und im Sinne der Einrichtung eines Frühwarnsystems mit einer Technik zur Datenfernübertragung ausgestattet, so dass zeitnah über den aktuellen Grundwasserstand informiert werden kann (Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz 2005). Das Regierungspräsidium Darmstadt und das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie stellen im Internet die Daten zur Verfügung (Abb. 7).

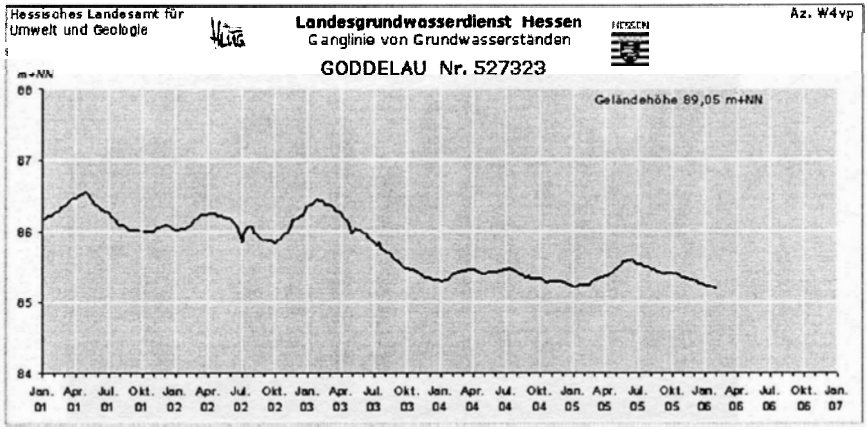

Abb. 7: Grundwassermessstelle 527323 Goddelau, mit der ein vernässungsgefährdetes Siedlungsgebiet überwacht wird.

Halt 5: Feldscheune östlich Alsbach-Hähnlein

Im Überschwemmungs- und Mäanderbereich der Altläufe von Neckar und Rhein sind in der jüngeren Vergangenheit (insbesondere Mitte der 70er- und Anfang der 90er-Jahre) erhebliche Schäden an Gebäuden, Straßen und Wegen aufgetreten, die Ursache von Geländesetzungen und damit zusammenhängende Rissschäden lag in flächenhaft niedrigen Grundwasserständen. Allein zwischen Juli 1991 und Dezember 1992 wurden 665 neue Schäden registriert. Die Gebäudeschäden wurden auf 40 Mio. DM geschätzt. Die meisten Schäden sind inzwischen behoben.

In Alsbach-Hähnlein ist noch eine Feldscheune mit Risseschäden anzuschauen, die während der Trockenheit der 70er-Jahre entstanden. Sie steht über dem gut erkennbaren E-Ufer des ehemaligen Neckarbetts. Das vormalige Hessische Landesamt für Bodenforschung untersuchte die Ursache in einem Gutachten (WESTRUP 1978) anhand von sechs Flachbohrungen. Das Gelände unter der Scheune ist entsprechend dem natürlichen Geländeabfall zum ehemaligen Neckarbett bis 1,2 m hoch aufgefüllt. Auf der E-Seite folgt steifer Auenlehm. Er wird nach W (zum Alt-Neckarlauf hin) rasch durch wechselnd organischen Schluff, z. T. auch Torf ersetzt. Die Sohlfläche der bindigen Ablagerungen fällt von 1,8 m an der E-Seite auf 3,1 bis 3,3 m an der W-Seite der Scheune ab. Darunter folgen dicht gelagerte Sande.

Die frostfrei gegründeten Streifenfundamente stehen im E im steifen Lehm und im W in den weichen Verlandungsablagerungen, also auf stark unterschiedlich zusammendrückbarem Baugrund. Erhebliche inzwischen ausgebesserte Risse sind insbesondere am Südgiebel zu sehen.

Unter Hinzuziehung einer benachbarten Grundwassermessstelle wurde als Ursache für die Setzungen das Absinken der Grundwasseroberfläche seit Beginn der 70er Jahre ermittelt. Bei der Bohrungsaufnahme im Dezember 1977 wurde das Grundwasser am Standort mehr als 1 m unter dem Tiefstand des Zeitraums 1951/70 angetroffen. Im Sommer 1976 lag der Spiegel noch über 0,6 m tiefer. Er ist durch die Förderung des Wasserwerkes Allmendfeld beeinflusst.

Damit war die Grundwasseroberfläche unter die Sohle der bindigen und organischen Schichten in den darunter anstehenden Sand abgefallen. Die kapillare Verbindung zwischen dem Grundwasser und den bindigen Deckschichten war abgerissen, die Wasserverluste infolge Verdunstung konnten nicht durch Kapillaraufstieg ausgeglichen werden. Aus dem starken Anstieg der Wasserspannung in den bindigen Schichten resultierten Schrumpf-Setzungen besonders der organischen Anteile. Ein Teil der Nachsetzung ist die Folge von Auftriebs-Fortfall bei der Spiegel-Absenkung. Zur Sanierung wurde die Nachgründung mittels Zementinjektion unterhalb der Westwand und der Giebelwände bis auf den tragfähigen Sand vorgeschlagen.

Halt 6: Pfungstädter Moor

Das Pfungstädter Moor liegt in einer ausgeprägten Altneckarschlinge, die in das östlich anschließende Dünengelände vorgreift. Oberflächlich nicht erkennbar besteht es aus zwei konzentrischen Schleifen, einer flacheren inneren und einer bis 5 m eingetieften äußeren, die wie üblich über tonig-schlickiger Basis von Niedermoortorf aufgebaut sind. Der Torf wurde im Wesentlichen in das Boreal (Frühholozän) datiert (GROSSE-BRAUCKMANN et al. 1990).

Das Moor ist heute eine große Schilffläche. Dies ist wohl nicht die ursprüngliche Vegetation (Bruchwald?), sondern entstand nach dem Torfabbau um 1900, von dem ein System von Poldern, Gräben und Dämmen zeugt. Das Moor wird durch von E zuströmendes Grundwasser gespeist; aus dem Verlauf von Grundwassergleichen ist eine Art Vorflutfunktion des Moors abzuleiten.

Seit in den 60er Jahren das Wasserwerk Allmendfeld (10 km weiter im W) die Förderung aufnahm, hat das Moor in der Regel den Grundwasseranschluss verloren, obwohl in Nasszeiten gelegentlich die Gräben im E-Teil unter Wasser standen. Als Abhilfe wurde Anfang der 80er-Jahre eine Überleitung eines Odenwaldbaches gebaut, die am E-Ende über den randlichen Streifen ohne Tonbasis hinweg eingeführt wurde. Dies blieb aus mehreren Gründen ohne nachhaltigen Erfolg (EBHARDT 1990; EBHARDT et al. 1985): der Elsbach führt zu wenig Wasser und fällt bei mangelndem Niederschlag praktisch trocken, der Wasserspiegel im Moor wird wegen mangelndem Grabengefälle nur im östlichen Drittel aufgehöht, außerdem ist die hydraulische Kommunikation mit dem liegenden (Haupt-)Grundwasserleiter zu gut und dessen Transmissivität zu hoch, so dass ein erhöhter Wasserstand nach Zuwässerung nur wenige Wochen aufrecht erhalten wird.

Eine dauerhafte Lösung verspricht die zusätzliche Einleitung von aufbereitetem Rheinwasser, im Herbst 2000 begann eine 2-jährige Versuchphase. Die Zuwässerung in den ökologisch wertvollen SW-Teil des Moores wurde so gesteuert, dass die ökologischen Ziele ohne zu starke Aufhöhung des Grundwassers unter der nördlich gelegenen Deponie und ohne Vernässung der westlich anschließenden Landwirtschaftsflächen erreicht werden.

Halt 7: Darmstädter Westwald

Im Westen Darmstadts finden sich ausgedehnte jungpleistozäne bis holozäne Sandflächen, die aus umgelagerten Flugsanden bestehen, die aus den Schotterflächen der Rheinebene ausgeweht und lokal zu Dünen aufgeweht wurden. Örtlich sind die Flugsande, die Mächtigkeiten bis ca. 30 m erreichen können, mit grusigen, geröllduchsetzten Schuttkegelsanden verzahnt.

Dem Waldgürtel auf den Flug- und Schuttkegelsanden im W der Stadt Darmstadt kommt seit Jahrhunderten eine Schutzwaldfunktion gegen die Flugsedimente zu, die durch den Wald abgefangen wurden, außerdem wurden die Sande unter dem Wald selbst nicht mehr mobilisiert. In großen Teilen des Waldes stand früher das Grundwasser in geringen Tiefen an, so dass die Bäume in dem sandigen Boden auch in Trockenzeiten mit Feuchtigkeit versorgt waren. Durch immer weiter zunehmende Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsflächen wurden und werden die Erholungs- und Schutzfunktionen dieses Waldgebiets eingeschränkt. Auch Eingriffe in den Wasserhaushalt bedeuten eine große Gefahr für das Waldökosystem. Beginnend im Jahr 1960 entnahm die Industrie verstärkt Grundwasser aus dem Untergrund, der Grundwasserspiegel sank deutlich ab (Abb. 8), es kam dadurch zu Trockenschäden am Waldbestand.

Abb. 8: Verlauf der Grundwasserstände in der Nähe der Brunnen der Firma Merck Darmstadt; eine Reihe von Nassjahren und Brunnenstilllegungen haben inzwischen die angespannte Situation etwas entschärft.

Im Jahr 1998 wurde seitens der zuständigen Fachbehörden entschieden, die ökologische Funktionalität des Darmstädter Westwalds wieder herzustellen. Dabei musste eine Lösung gefunden werden, die einerseits eine Grundwasseraufspiegelung zum Ziel hatte und andererseits Vernässungsgefahren in Siedlungsgebieten durch zu hohe Grundwasserstände vermeiden hilft.

Auf einem Grundwasserrechenmodell basierende Szenarienrechnungen hatten zum Ergebnis, dass die Kombination Entnahmereduzierung/Infiltration zusätzlichen Wassers im Zentrum des Waldgebiets zu einem Anstieg des Grundwassers bis 2 m unter Gelände (Zielgröße) führen wird. Die gerechnete Grundwasseraufspiegelung war aber so großflächig, dass es zu zeitweiligen Vernässungen von Kellern, Bauwerken und Friedhöfen gekommen wäre. Auch unter der Deponie Büttelborn wäre der geforderte Mindestabstand zwischen Grundwasser und Deponiesohle zeitweise unterschritten worden.

Daher entstand im HLUG die Idee, Grundwasser aus den vernässungsgefährdeten Gebieten abzupumpen und dieses Wasser im Westwald zu versickern (VON PAPE 2002). Mit Hilfe des Rechenmodells wurden die Auswirkungen der Entnahmen und Einleitungen an verschiedenen Standorten und außerdem mit unterschiedlichen Wassermengen simuliert, bis ein zufriedenstellendes Ergebnis vorlag. Das Ergebnis ist in nachstehender Karte (Abb. 9) dokumentiert. Die Investitions- und Betriebskosten für die Maßnahmen unter Berücksichtigung vorhandener Anlagen und Leitungen waren allerdings so hoch, dass sie in keinem vertretbaren Verhältnis zum alleinigen Nutzen des Waldes standen.

Trotzdem kommt die Idee des HLUG zum Tragen. Seit Mitte der 1990er-Jahre wurde nämlich die industrielle Grundwasserentnahme in diesem Gebiet um rd. 70 % reduziert, im Gefolge davon steigt das Grundwasser langsam wieder an (vergl. Abb. 8). Diese für den Grundwasserhaushalt und die Natur positive Entwicklung bringt aber Vernässungsgefahren in Siedlungen mit sich, denen wirksam begegnet werden muss. Die umweltverträgliche und nachhaltige Lösung heißt: 1) Begrenzung des natürlichen Wiederanstiegs des Grundwassers in vernässungsgefärdeten Siedlungsgebieten durch Abpumpen, 2) teilweise Versickerung des geförderten Grundwassers im Darmstädter Westwald und 3) Bereitstellung von überschüssigem Grundwasser für die landwirtschaftliche Beregnung der umliegenden Beregnungsverbände, die bis heute Abwasser aus der Kläranlage für diese Zwecke einsetzen.

Die Argumente Schutz der Infrastruktur, Grundwasserbereitstellung für die landwirtschaftliche Beregnung und Verwirklichung des ursprünglichen Ziels, nämlich Sanierung des Westwalds durch Anhebung der Grundwasserstände, rechtfertigen den Aufwand für dieses sog. Stützbrunnensystem, dessen Realisierung mit z. T. veränderten technischen Details begonnen hat. In Weiterstadt können sich die Exkursionsteilnehmer davon überzeugen.

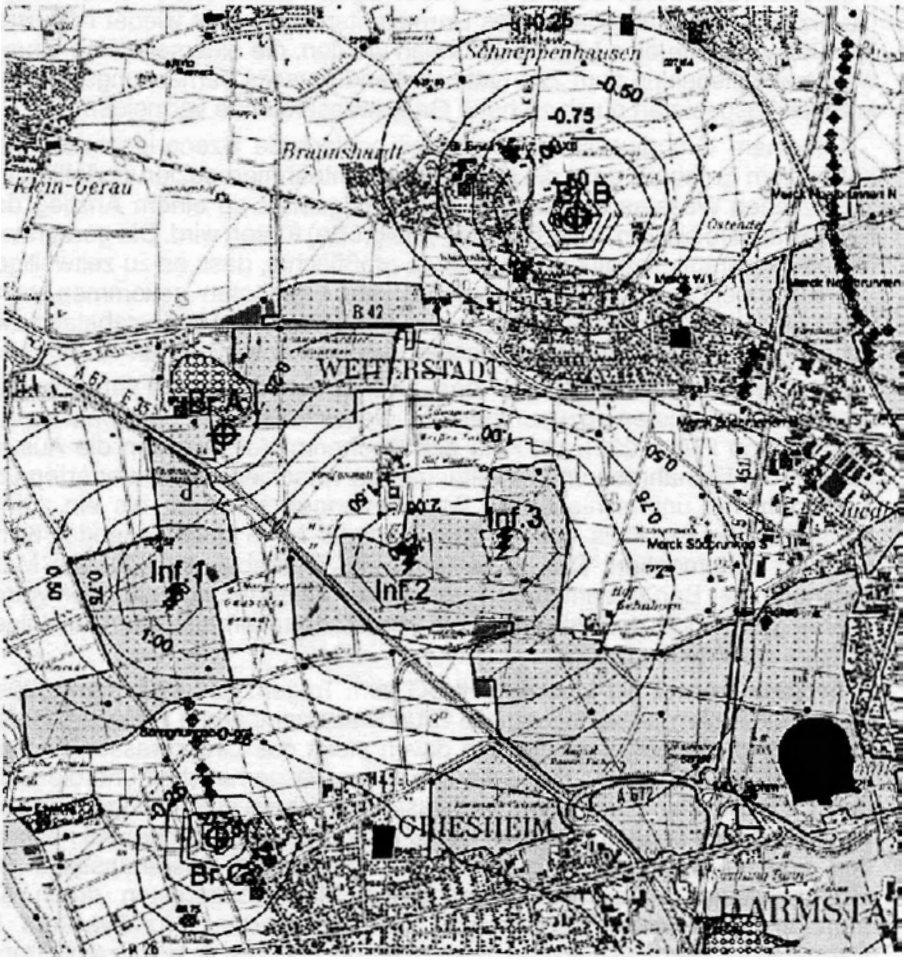

Abb. 9: Wiederherstellung der Funktionen des Darmstädter Westwaldes durch hydraulische Maßnahmen

Die farbige Darstellung und Erläuterungen zur Karte finden sie im Internet unter folgender Adresse:
http://www.hlug.de/medien/wasser/grundwasser/artikel/gw_artikel_wwald.htm).

Hinweise auf weiterführende Literatur:

BERTHOLD, G. & TOUSSAINT, B. (1998): Grundwasserbeschaffenheit in Hessen – Auswertung von Grund- und Rohwasseranalysen bis 1997. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **250**: 102 S.; Wiesbaden.

BERTHOLD, G. & TOUSSAINT, B. (1999 a): Pflanzenschutzmittel im Grund- und Rohwasser – Aktuelle Ergebnisse aus Hessen. – Der Kritische Agrarbericht 1999, S. 131–134; Rheda - Wiedenbrück (AbL Bauernblatt Verlags-GmbH).

BERTHOLD, G. & TOUSSAINT, B. (1999 b): Grundwasserbeschaffenheit in Hessen, 2. Bericht (Grundwasser-Bericht 1998). – Hydrologie in Hessen, Handbuch Teil III Grundwasser, 35 S.; Wiesbaden.

BERTHOLD,G., SEEL, P., RÜCKERT, H., TOUSSAINT, B. & TERNES, T. (1998): Beeinflussung des Grundwassers durch arzneimittelbelastete oberirdische Gewässer. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **254**: 37–52; Wiesbaden.

EBHARDT, G. (1990): Erhaltung und Stützung von Feuchtbiotopen: Beiträge der Hydrogeologie zum Naturschutz. – Die Geowiss., **8**(7): 181–187; Weinheim.

EBHARDT, G., FRITSCH, P. & SCHMITT, M. (1985): Hydrogeologische Probleme bei der Stützung von Feuchtgebieten im Hessischen Ried durch Zuleitung von Oberflächenwasser. – Geoökodynamik, **6**: 301–319; Darmstadt.

Ebhardt, G., Harres, H.-P., Iven, H., Pöschl, W., Toussaint, B. & Vogel, H. (2001): Hydrogeologie, Wasserwirtschaft und Ökologie im Hessischen Ried.- Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N.F. 83: 185-210, Stuttgart.

GERDES, H. & IVEN, H. (2000): Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried. – GWF-Wasser Abwasser, **141**(13): 66–73; München.

GROSSE-BRAUCKMANN, G., MALCHOW, G. & STREITZ, B. (1990): Makrofossil- und pollenanalytische Befunde vom Altneckarbett bei Riedstadt-Goddelau. – Materalien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen, **5**: 111–132; Groß-Gerau.

HERZBERG, A. (1962): Ursachen und Auswirkungen der Veränderungen im Wasserhaushalt des Hessischen Rieds. – 211 S., Diss. Uni Frankfurt; Frankfurt a. M.

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2005): Das Hessische Ried zwischen Vernässung und Trockenheit, 71 S.; Wiesbaden.

NOLDEN, C. (1995): Ursachen der Grundwasserabsenkung im Süden des hessischen Rieds. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **221**: 109 S.; Wiesbaden.

PAPE VON, W.-P. (2002): Sanierung des Darmstädter Westwaldes. – Jahresbericht 2001 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie: 29–31; Wiesbaden.

Regierungspräsidium Darmstadt (1999): Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried. – 135 S., 36 Abb., 33 Tab. sowie Anlage Teil A Grundlagen und Begründung, 261 S.; Darmstadt.

SCHARPFF, H. (1977): Erl. Geol. Kte. Hessen 1:25 000, Bl. 6316 Worms, 282 S.; Wiesbaden.

TOUSSAINT, B. (2003): Grundwasser-Monitoring und EU-Wasserrahmenrichtlinie – Messnetzkonzeption aus hydrogeologischer Sicht. – Geol. Jb. Hessen, **130**: 21–35; Wiesbaden.

TOUSSAINT, B. (2004): Überwachung von Grundwasserleitern – Grundwassermonitoring. – In: LANGGUTH H.-R. & VOIGT, R. (2004): Hydrogeologische Methoden, 2. überarb. und erw. Aufl., 667–777; Berlin, Heidelberg, New York.

TOUSSAINT, B. & GÖBEL, K. (1995): Wasserwirtschaftlicher Landesdienst Hessen (Hydrologie) – ein staatliches Instrumentarium für Daseinsvorsorge und Zukunftsbewältigung. – Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **180**: 66–75; Wiesbaden.

WESTRUP, J. (1978): Ingenieurgeologische Beurteilung und Ursachenermittlung der Gebäudeschäden an der massiven Scheune Rothermel in Alsbach-Hähnlein, Kreis Darmstadt-Dieburg. – unveröff. Gutachten Hess. Landesamt f. Bodenforsch.; Wiesbaden.

Die Exkursionsleiter:

Herr Prof. Dr. BENEDIKT TOUSSAINT IST Hydrogeologe und war bis zu seiner Pensionierung im August 2005 Abteilungsleiter im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden.

Dr. WERNER PÖSCHL arbeitet als Hydrogeologe am Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und leitet das Dezernat Hydrogeologie, Grundwasser. Er ist zuständig für die Kreise Bergstraße und Odenwald.

Herr WOLF-PETER VON PAPE arbeitet als Hydrogeologe am Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie. Er ist zuständig für den Landesgrundwasserdienst.

PETRA VOGEL PETRA VOGEL ist als Dipl.-Ingenieurin beim Regierungspräsidium Darmstadt/Abtlg. Umwelt Darmstadt im Dezernat „Grundwasser" seit 1998 für Fragen der Grundwasser-Bewirtschaftung im Hessischen Ried zuständig.

Bildbearbeitung und Gestaltung: JUTTA VON DZIEGIELEWSKI

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Exkursionshefte des Nassauischen Vereins für Naturkunde

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: 43

Autor(en)/Author(s): Toussaint Benedikt, Pape Wolf-Peter von, Vogel Petra, Pöschl Werner, Klupp Walter

Artikel/Article: Grundwasserförderung und Umweltprobleme im Hessischen Ried 1-22