

B8 Stellungnahme zum Wasserhaushalt



Büro für
Hydrogeologie und
Umwelt GmbH

Hydrogeologie
Grundwassermodelle
Boden- und Grundwasserschutz
Geothermie
Brunnenbau
Rohstoffgewinnung
Bodenkunde
Wirtschaftlichkeitsanalysen

Europastraße 11
35394 Gießen
Telefon: 06 41 / 9 44 22 0
Telefax: 06 41 / 9 44 22 11
E-Mail: hg@buero-hg.de
Internet: www.buero-hg.de

QM-System in Anlehnung an
DIN EN ISO 9001

HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH · Europastraße 11 · 35394 Gießen

Raunheimer Kies- und Sandgewinnung
Blasberg GmbH & Co. KG
Herr Dreher
Darmstädter Str. 5
64625 Bensheim

Ihr Zeichen	Ihre Nachricht vom	Unser Zeichen	Datum
E-Mail Herr Reuter	17.10.2018	13062/5 lz/wei	20.02.2018

Dreher GmbH: Hydrogeologische Untersuchung, Planung und Beratung Kiestagebau Raunheim: Stellungnahme zur Beeinträchtigung des Wasserhaushalts

Sehr geehrter Herr Dreher,

mit Datum vom 10.07.2017 hatten wir ein hydrogeologisches Gutachten (Grundwassermodellierung) zur geplanten Osterweiterung des Quarzsand- u. kiestagebaus Raunheim für den Rahmenbetriebsplan mit Umweltverträglichkeitsstudie vorgelegt (geänderte Version v. 09.05.2018).

Gemäß regionalem Flächennutzungsplan / Regionalplan Südhessen 2010 liegt die geplante Erweiterungsfläche im "Vorranggebiet Regionaler Grünzug". Im Zusammenhang mit der Ausweisung „Regionaler Grünzug“ im regionalen Flächennutzungsplan / Regionalplan Südhessen 2010 enthält dieser folgende Zielfestlegungen:

4.3 Regionaler Grünzug

Z4.3-2 Die Funktion der Regionalen Grünzüge darf durch andere Nutzungen nicht beeinträchtigt werden. Planungen und Vorhaben, die zu einer Zersiedlung, einer Beeinträchtigung der Gliederung von Siedlungsgebieten, des Wasserhaushaltes oder der Freiraumerholung bzw. der Veränderung der klimatischen Verhältnisse führen können, sind in den Regionalen Grünzügen nicht zulässig. Hierzu zählen neben Wohnungsbau- und gewerblicher Nutzung auch Sport- und Freizeiteinrichtungen mit einem hohen Anteil baulicher Anlagen, Verkehrsanlagen sowie andere Infrastrukturmaßnahmen. Im „Vorranggebiet Regionaler Grünzug“ hat jede weitere Siedlungstätigkeit zu unterbleiben.

Mit E-Mail vom 17.10.2018 erteilten Sie über das Ing.-Büro reuter+ko, Sprendlingen, dem Büro HG den Auftrag zur Erstellung einer ergänzenden hydrogeologischen Stellungnahme zur „potentiellen“ Beeinträchtigung des Wasserhaushalts im Bereich der geplanten Erweiterungsfläche.

Rohstoffgewinnung, welche in das Grundwasser eingreift, ist naturgemäß mit Einwirkungen auf den Wasserhaushalt verbunden. Sie erfordert daher eine interdisziplinäre Betrachtung, an welcher Wasserwirtschaft, Hydrologie, Klimatologie und Meteorologie auf der einen und Rohstoffwirtschaft, Lagerstättenkunde und Hydrogeologie auf der anderen Seite beteiligt sein sollten. Bei dieser Betrachtung ist von der Wasserhaushaltsgleichung auszugehen.

Die Allgemeine Wasserhaushaltsgleichung, auch Wasserbilanz genannt, beschreibt die Beziehung zwischen den Komponenten und Kompartimenten des Wasserkreislaufes. Sie bildet die Grundlage der hydrologischen Bilanzierung. Die auf ein abgegrenztes Gebiet und einen bestimmten Zeitraum bezogene Formel lautet

$$N + Q_{in} = ET + Q_{out} + \Delta S$$

Niederschlag + Zufluss = Evapotranspiration (Verdunstung) + Abfluss + Speicheränderung (Rücklage - Verbrauch)

Bei Übereinstimmung von ober- und unterirdischem Einzugsgebiet, verkürzt sich die Wasserbilanz zu $N = ET + Q + \Delta S$.

In einem bestimmten Gebiet verteilt sich die Niederschlagsmenge auf Anteile, die von Pflanzen oder freien Oberflächen verdunsten, die oberirdisch oder unterirdisch abfließen sowie auf den Anteil, der zur Änderung der Bodenwassermenge oder des Grundwasservorrats beiträgt. Von einer negativen Wasserbilanz spricht man, wenn die potentielle jährliche Verdunstung größer als der Niederschlag eines Jahres ist. Eine positive Wasserbilanz existiert, wenn die reale Verdunstung kleiner als der Niederschlag ist, somit also ein Oberflächenabfluss und Infiltration des Wassers in den Boden möglich sind.

Neben der Steuergröße Niederschlag haben vor allem das Klima, die Art des Bodens, die geologische Situation und die Vegetation / Landnutzung Einfluss auf die Wasserhaushaltsgleichung, z. B. verdunstet in heißen Klimazonen ein größerer Anteil des Niederschlages, folglich sind die Grundwasserneubildung und Abflussbildung geringer.

Die Wasserbilanz freier Wasserflächen

Bei der Naßgewinnung von Sand und Kies – gleiches gilt für die Förderung anderer oberflächennaher Rohstoffe, wenn sie den Grundwasserbereich tangiert, also z. B. von Braunkohle und Torf – wurde bisher postuliert, die Förderung führe infolge der Entstehung von mit Wasser gefüllten Restflächen zu einer negativen Wasserbilanz wegen der Entstehung von Räumen, in denen die Verdunstung die des umgebenden Naturraumes übertrifft.

Untersuchungen zur Verdunstung von Baggerseen¹ haben jedoch gezeigt, dass die bisherigen Versuche zur Messung der Evapotranspiration unzureichend sind, was v. a. für die Transpiration gilt, und die Näherungsversuche über Ableitungen aus anderen, v. a. meteorologischen Meßgrößen entweder nicht zulässig sind, v. a. wenn die entsprechenden Formeln für bestimmte Klimagebiete entwickelt worden sind und in klimatisch andere Regionen übertragen werden, oder durch z. T. willkürliche Umrechnungsfaktoren zu naturfremden Betrachtungen stilisiert worden sind.

¹ BAIER, A. & LÜTTIG, G: Neue Ergebnisse zur Verdunstung von Baggerseen, Lehrstuhl für Angewandte Geologie, Universität Erlangen, 04.09.2013 (<http://www.angewandte-geologie.geol.uni-erlangen.de/vortrag1.htm>)

Die Unsinnigkeit mehrerer derartiger Berechnungsverfahren wird deutlich, wenn man die Ergebnisse verschiedener Verfahren an der gleichen Beobachtungsstelle miteinander vergleicht.

Die Ungenauigkeit bei der Bestimmung von Wasserhaushalts-Meßgrößen ist nicht nur auf die Evapotranspiration beschränkt, sondern gilt auch für andere Meßgrößen. Wasserhaushaltsbilanzierungen werden im allgemeinen unter Berücksichtigung der im "HELLMANN-Schreiber" aufgefangenen Niederschläge erstellt. Der HELLMANN-Schreiber wird in einer standardisierten Aufstellungsart seit langem vom Deutschen Wetterdienst zur Niederschlagsmessung verwendet, erbringt jedoch in der Regel Meßdefizite, die durch Benetzungseffekte und v.a. durch Windeinfluß und dadurch bedingtes Verwehungen der Niederschlagströpfchen über dem Auffangtrichter zurückzuführen sind.

Die während einer fast dreijährigen Beobachtungsperiode an einem südhessischen Baggersee registrierten Niederschlags-Gesamtsummen ergaben – trotz der relativ windgeschützten Lage der Meßstation – eine Differenz von 153 l/m² zwischen den in 1,5 m beobachteten und den in Erdbodenniveau aufgezeichneten Niederschlägen.

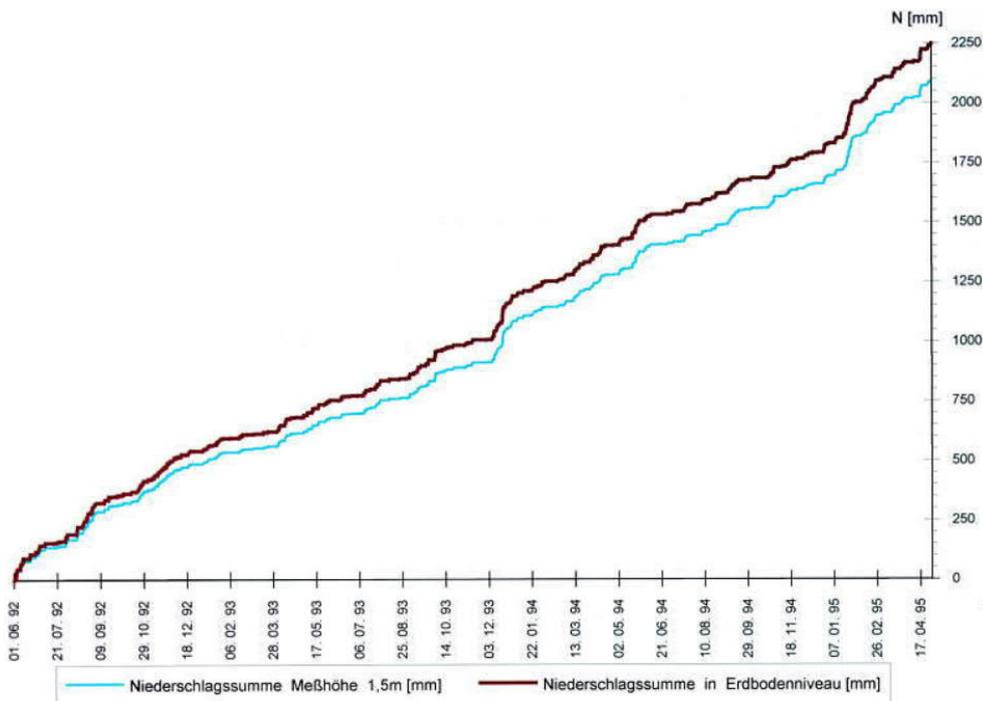


Abbildung 1: Niederschlagssumme in 1,5 m und Erdbodenniveau

Für die gesamte dreijährige Meßperiode vom 01.05.1992 bis 30.04.1995 ergaben sich am 30. April 1995 die folgenden Wasserbilanzen (die ab dem 01.06.1992 getätigten auch in Erdbodenniveau durchgeführten Niederschlagsmessungen sind in Klammern angegeben):

- für die freie Wasserfläche eine positive Wasserbilanz von +253,0 mm (+391,7 mm),
- für den mit Rohrkolben (*Typha lat.*) bestandenen Boden eine positive Wasserbilanz von +151,2 mm (+290,01 mm),
- für den mit Schilfrohr (*Phragmites comm.*) bestandenen Boden eine negative Wasserbilanz von -574,8 mm (-436,0 mm),
- für den unbewachsenen Sandboden eine positive Wasserbilanz von +384,3 mm (+523,1 mm) und

- für den mit Gras bestandenen Humusboden eine positive Wasserbilanz von +318,6 mm (+457,3 mm).

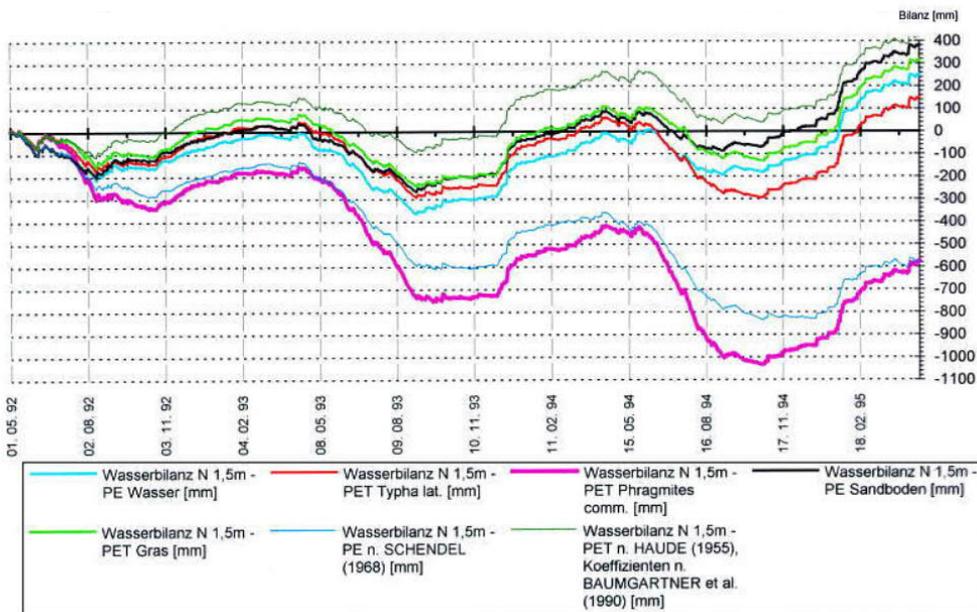


Abbildung 2: Wasserbilanzen nach gemessenen und berechneten Werten im Zeitraum 01.05.1992 bis 30.04.1995

Die Beobachtungen in dem angegebenen Zeitabschnitt zeigen, daß die Verdunstung der freien Wasseroberfläche wesentlich geringer ist als die Evapotranspiration eines mit der emersen Hydrophyte *Phragmites communis* bestandenen Feuchtbodens ("Feuchtbiotop").

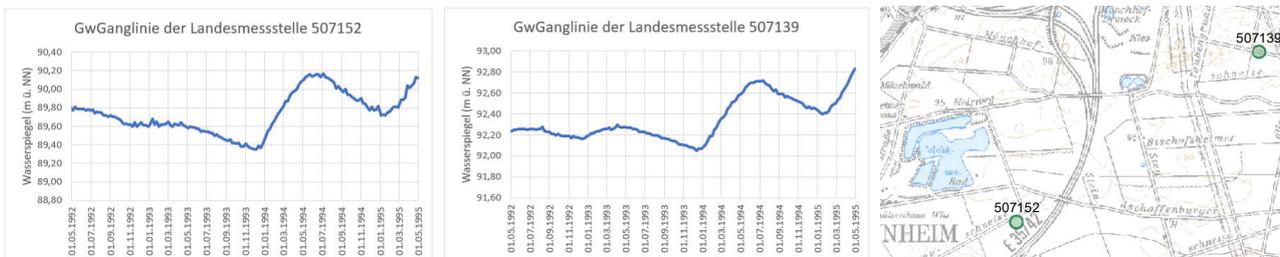


Abbildung 3: Grundwasserganglinien von Umfeldmessstellen im Zeitraum 01.05.1992 bis 30.04.1995

Wie Abbildung 3 zeigt, korreliert die o. g. Wasserbilanz mit Grundwasserganglinien von Messstellen im Umfeld des Kiestagebaus: Positive Wasserbilanzen führen zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels, negative Wasserbilanzen führen zu einer Absenkung oder Beharrung des Wasserspiegels.

Auch wird am Beispiel des äußerst niederschlagsreichen Winterhalbjahres 1994/95 – ähnlich dem ebenfalls sehr niederschlagsreichen Winterhalbjahr 1993/94 – die grundwasseranreichernde Rolle einer freien Wasserfläche ohne Oberflächenabfluß sehr deutlich: In diesen Zeiträumen fielen in Deutschland beträchtliche Starkniederschläge.

Dies führte in Verbindung mit den einsetzenden Schneeschmelzen zu Hochwässern an Rhein, Main, Saar, Mosel und deren Nebenflüssen. So wurde im Winterhalbjahr 1994/95 in der Verdunstungsmeßstation in 1,2 m

Meßhöhe eine Gesamt-Niederschlagssumme von 487,7 mm und in Erdbodenhöhe sogar ein Gesamtniederschlag von 516,7 mm registriert. Bei einer Wasseroberfläche des südhessischen Baggersees von etwa 25 ha bedeutet dies, daß während dieses Winterhalbjahres insgesamt mindestens 121,9 Millionen Liter Niederschlagswasser auf die Seeoberfläche gefallen sind; hiervon verdunstete im Winterhalbjahr lediglich eine Höchst-Gesamtmenge von max. 20,4 Millionen Liter. Der Rückhalt in Höhe von mindestens 101,5 Millionen Liter Wasser floß hier nicht als Oberflächenabfluß die Flüsse hinab, sondern konnte über die Baggerseeufer langsam in den Grundwasserkörper versickern.

Baggerseen ohne oberirdischen Abfluß wirken bei starken und/oder langanhaltenden Niederschlägen ähnlich wie Hochwasser-Rückhaltebecken. Ihre Anlage ist daher kein wasserwirtschaftlicher Mißgriff, sie fördern vielmehr das Erreichen eines hydrologischen Gleichgewichts.

Bei der Erweiterungsfläche Raunheim handelt es sich um eine Waldfläche, wobei es sich bei den Bäumen fast ausschließlich um Laubbäume handelt. Gemäß Gutachten des Büros für Umweltplanung (Rimbach) vom November 2017 ist die Waldfläche ein Buchenaltholz mit ca.90 % Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und ca. 10 % Stieleiche (*Quercus robur*). Eine Strauchschicht fehlt oder ist nur sehr gering ausgebildet, vereinzelt finden sich Totholzstämme. Im Westen der Fläche finden sich außerdem randlich Waldkiefern (*Pinus sylvestris*). Der Wald entspricht somit der potentiell natürlichen Vegetation am Standort, die als Eichen-Buchenwald angegeben ist.

Die Wasserbilanz im Wald

Der auf das Kronendach fallende Regen benetzt die Oberflächen der Blätter oder Nadeln sowie der Zweige und Äste. Damit wird eine Art Wasserspeicher im Kronenraum aufgefüllt. Dieses Wasser verdunstet dann wieder, ohne überhaupt den Waldboden erreicht zu haben. Den Prozess nennt man »Interzeption«. Infolge ihrer großen benetzbaren Oberfläche mit bis zu 27 Quadratmetern Blatt- oder Nadeloberfläche pro Quadratmeter Bestandsfläche weisen Waldbestände von allen Vegetationstypen die größten Interzeptionsverluste auf.

Erst wenn mehr Regen fällt als die Krone zurückhalten kann, gelangt Wasser als Kronentraufe auf den Waldboden. Besonders bei Buchen fließt ein Teil des Niederschlags zusätzlich direkt am Stamm entlang auf den Boden. Auch von der Bodenoberfläche verdunstet nochmals ein Teil des Wassers, sogenannte »Bodenevaporation«. Der Rest des Niederschlagswassers versickert in den Boden und kann den Bodenwasserspeicher auffüllen. Von dort nehmen es die Bäume teilweise über die Feinwurzeln auf und transpirieren es über die Krone. Unterhalb der Hauptwurzelzone fließt es als Sickerwasser dem Grundwasser zu (Tiefensickerung, Grundwasserneubildung). Die Gesamtverdunstung im Wald setzt sich somit aus Interzeption, Transpiration und Bodenevaporation zusammen. Insgesamt bestimmen die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Pflanze und Boden den Prozess der Verdunstung. Die Transpiration hat meist den größten Anteil an der Gesamtverdunstung. Welche Menge dann tatsächlich verdunstet, hängt neben dem Verdunstungsanspruch der Atmosphäre von der Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser und dem strukturellen Aufbau der Waldbestände ab.

Mehrere Faktoren beeinflussen die Höhe der Gesamtverdunstung. Dazu zählen zum einen meteorologische Größen wie die Strahlungsenergie der Sonne, das Wasserdampfaufnahmevermögen der Luft sowie der Wind, der die Feuchte wegtransportiert und für eine Durchmischung der Atmosphäre sorgt. Schon bei der Strahlung sind Wälder gegenüber Wiesen im Vorteil, da sie die Sonnenstrahlung besser ausnutzen können. Besonders bei Nadelwäldern wird deutlich weniger kurzweilige Sonnenstrahlung reflektiert (Albedo) als bei niedrigwüchsiger Vegetation. Damit ist ihr Energiegewinn größer. Gleichzeitig ist der langwellige Energieverlust durch

Abstrahlung in Folge der niedrigeren Temperaturen im Wald tagsüber geringer als im Offenland. Nachts ist er allerdings wegen höherer Temperaturen größer. Bildet man die Bilanz aller Einstrahlungs- und Ausstrahlungsgrößen, bleibt jedoch wesentlich mehr Energie im Wald als in Wiesen und Äckern.

Auf der anderen Seite gibt es auch biologische Faktoren, die den Wasserverbrauch beeinflussen. Wälder besitzen auf Grund ihrer größeren Höhe wesentlich mehr Blattmasse als niedrigere Vegetation. Damit bilden sie auch eine größere verdunstungswirksame Oberfläche. Wenn eine Kraut- und Strauchschicht vorhanden ist, trägt diese noch zusätzlich zur Gesamtverdunstung eines solchen mehrstufigen Bestandes bei. Über die größere Wurzeltiefe kann auch ein größeres Bodenvolumen erschlossen werden, so dass das Angebot an pflanzenverfügbarem Wasser auch höher ist. Die längere Vegetationsperiode sorgt für eine längere verdunstungswirksame Zeit. Immergrüne Nadelwälder verdunsten auch in den zuletzt häufiger auftretenden milden Wintern erhebliche Wassermengen.

Rauhigkeit und Höhe der Waldvegetation verbessern den aerodynamischen Austausch zur Atmosphäre, da sie den turbulenten Wasserdampftransport vom Kronendach zur Atmosphäre beschleunigt. Dadurch kann mehr Wasser im Kronenraum direkt verdunsten, der Interzeptionsverlust wird größer. Aber nicht nur der passive Transport von benetzten Blatt- oder Nadeloberflächen, auch die Kontrolle der Spaltöffnungen ist bei Bäumen effektiver als bei Gras oder landwirtschaftlichen Kulturen. Über die Spaltöffnungen in den Blättern wird die Transpiration, das heißt die Verdunstung des über die Wurzeln aufgenommenen Wassers, gesteuert. Der Bestandswiderstand, ein Maß für die Kontrolle der Transpiration durch die Spaltöffnungen, ist bei Wald um das zwei- bis dreifache höher als bei landwirtschaftlichen Kulturen. Deshalb verbrauchen Wälder in Zeiten ohne Niederschläge unter sonst gleichen Bedingungen in der Regel weniger Wasser als landwirtschaftliche Bestände. Offensichtlich ist dies eine evolutionäre Anpassung, um zu hohe Transpirationsverluste der Wälder zu vermeiden.

Am einfachsten wäre es, die Verdunstung in »wägbaren Lysimetern« zu messen. Dabei wird ein Bodenvolumen in ungestörter Lagerung mit einer definierten Vegetation ausgestochen und auf eine Waage gestellt. Gleichzeitig muss allerdings auch noch die Sickerwassermenge gemessen werden. Ein ausreichend großes Bodenvolumen ist Bedingung, um repräsentative Werte zu bekommen. Außerdem muss es hierzu im Boden versenkt werden und umliegend eine gleiche Vegetation vorhanden sein, um Störungen auf Grund von Randeffekten zu vermeiden. Auf Grund ihrer Größe gibt es für Wälder kaum wägbare Lysimeter. Man behilft sich deshalb mit Eintrags- (Niederschlagsmenge) und Austragsbilanzen (Sickerwassermenge) in nichtwägbaren Lysimetern. In St. Arnold bei Münster (Westfalen) steht eine solche Anlage. Hier wurde die Bodensickerwassermenge über einen längeren Zeitraum (1974 bis 1998) unter einem Eichen-Buchenbestand, einem Kiefernbestand und im Vergleich dazu unter Gras kontinuierlich gemessen. Die Verdunstung wurde mit Klimadaten über einen Modellansatz (Penman-Monteith) berechnet, an Bestandsniederschlagsmessungen getestet und in ihre Komponenten Transpiration, Interzeption und Bodenevaporation aufgeteilt (Abbildung 3).

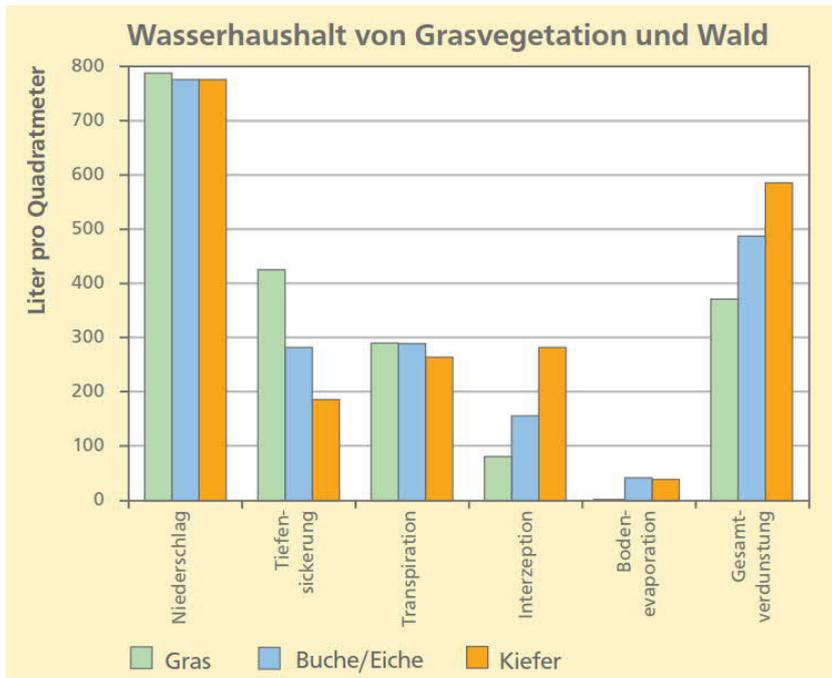


Abbildung 4: Durchschnittliche Kennwerte zum Wasserhaushalt von Grasvegetation und Wald, Quelle: Bayerisches Landesamt für Wald und Forstwirtschaft, *Waldforschung aktuell* Nr. 66, *Wald und Wasser*, 5-2008

Die höchste Gesamtverdunstung mit 585 l/m² erreichte der Kiefernbestand, wobei die Interzeptionsverdunstung mit 282 l/m² um 18 l/m² höher war als die Transpiration. Beim Eichen-Buchen-Bestand war die Transpiration mit 289 l/m² fast doppelt so hoch wie die Interzeption. Der gesamte Wasserverbrauch betrug hier knapp 490 l/m². Die Wasserbilanz betrug demnach beim Eichen-Buchen-Bestand +290 l/m² (= 37% des Niederschlags).

Gemäß Daten der Niederschlagsmessstation Raunheim betrug der Niederschlag im Jahr 2017 642,3 mm (Quelle: HLNUG, Deutscher Wetterdienst²). Demnach kann von einer Wasserbilanz des Eichen-Buchen-Bestandes in der geplanten Erweiterungsfläche von +238 mm ausgegangen werden. Im Vergleich mit der Wasserbilanz für freie Wasserflächen ergibt sich bei Niederschlagsmessung in 1,5 m Höhe (253 mm) eine Differenz der Wasserbilanzen von ca. -15 mm. Hieraus kann gefolgert werden, dass der Wasserhaushalt im Bereich der Erweiterungsfläche durch das geplante Erweiterungsvorhaben des Kiestagebaus allenfalls geringfügig beeinflusst wird. Die Untersuchungen von BAIER und LÜTTIG lassen eher auf positive Effekte schließen.

Zusammenfassend ist aus gutachterlicher Sicht festzustellen, dass die im regionalen Flächennutzungsplan / Regionalplan Südhessen 2010 aufgestellten Forderungen durch die geplante Erweiterung des Abbaus nicht in messbarem Umfang beeinträchtigt werden. Nach heutigem Kenntnisstand kommt es durch das Vorhaben nicht zu *„einer Beeinträchtigung des Wasserhaushalts bzw. zu einer Veränderung der klimatischen Verhältnisse.“*

Für die weitere Diskussion des Sachverhalts stehen wir Ihnen und den beteiligten Behörden bei Bedarf gerne zur Verfügung.

² <https://www.hlnug.de/messwerte/witterungs-und-klimadaten/wetterextreme.html>

Mit freundlichen Grüßen
Büro HG GmbH



Dipl.-Geol. Dr. Walter Lenz

Von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger gemäß §18 BBodSchG (SG 2)



Dipl.-Geol. Joachim Weil

Von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

- für Schadstoffe in Böden und Gewässern
- für Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen
- nach § 18 Bundesbodenschutzgesetz: Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Gewässer sowie Sanierung (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 2 und 5)