



Karte 4.10

Gebietstypen des natürlichen Wasserhaushalts

1. Problemstellung

Der Wasserhaushalt ist einer der fundamentalsten Bestandteile unserer Landschaften und Ökosysteme. Er ist in vieler Hinsicht lebenswichtig und wird auch besonders intensiv genutzt. Jeder Schüler kennt das Kreislauf-Schema von der Wasserverdunstung über dem Meer, dem Transport in den Wolken, dem Regen über der Landfläche, der Versickerung und dem Abfluss zurück ins Meer. Damit sind zwar die wichtigsten Wasserhaushaltsgroßen umrissen, nicht jedoch die zahlreichen Prozesse und Funktionen.

Wir und unsere Umwelt (ver-)brauchen Wasser in großen Mengen und werden dabei durch das relativ großzügige mitteleuropäische Wasserdargebot begünstigt. Gleichzeitig greift der Mensch in erheblichem Maß in den Wasserhaushalt ein und verändert ihn. Schon die land- und forstwirtschaftliche Nutzung hat einen erheblichen Einfluss auf den regionalen Wasserhaushalt, im städtischen Raum ist der Einfluss noch ungleich größer. Versiegelung, Wasserleitung (z. B. im Kanalnetz), Gewässerausbau und Grundwassernutzung verändern den Wasserhaushalt erheblich. Negative Auswirkungen sind:

- Verstärkung von Hochwasser und wild abfließendem Wasser,
- Klimastress durch verringerte Verdunstung und Durchlüftung,
- Verringerte Grundwassererneuerung und –dargebot,
- Schnelleres Trockenfallen von Gewässern bei Trockenheit.

Die Landeshauptstadt Dresden hat deshalb bereits in den 1990er Jahren den natürlichen Wasserhaushalt zur Zielgröße der Niederschlagswasserbewirtschaftung erklärt und gebietsspezifische Erfordernisse sowie Maßnahmen erarbeitet (LHD 2004). Grundlage dafür ist die Ausweisung und Darstellung von Gebietstypen des natürlichen Wasserhaushalts mit einem einfachen hydrologischen Modell. Es handelt sich aber immer um einen quasinatürlichen Wasserhaushalt, da für die benötigten Klimaparameter, die Flächennutzung, den Boden und das Grundwasser ein Ausgangszeitpunkt festgelegt werden muss. Ziel ist, die mit einer Bebauung verbundenen Eingriffe in den Wasserhaushalt zu minimieren, um die Folgen für Mensch und Natur so gering wie möglich zu halten.

Die Neubearbeitung der Gebietstypen wurde erforderlich, weil die um die Jahrtausendwende vorhandenen Daten und Methoden den Ansprüchen der räumlichen Planung um Stadtgebiet nicht mehr genügen. Konkret sind die ausgewiesenen Flächen geometrisch und inhaltlich zu ungenau, um einzelne Planungen und Bauvorhaben sicher zu verorten. Darüber hinaus liegen jetzt wesentlich detailliertere Geodaten vor. Trotzdem entbindet die überarbeitete Karte Bauherren nicht, lokale Untersuchungen für ihr Projekt durchführen zu lassen.

2. Datengrundlagen

Für Ermittlung und Typisierung des natürlichen Gebietswasserhaus-

halts sind Klima- und Bodendaten, morphologische und hydrogeologische Gebietseigenschaften sowie ein geeignetes Wasserhaushaltmodell erforderlich. Die Nutzung steht aufgrund des Ziels, den natürlichen Wasserhaushalt abzubilden, nicht im Fokus. Sie muss aber dennoch vorgegeben werden, da durch sie die Wasserbilanz stark beeinflusst wird.

Klimadaten werden als langjährige Mittel des Niederschlags (unkorrigiert) und der potenziellen Verdunstung (nach Turc-Wendling) benötigt. Sie stammen aus dem Regionalen Klimainformationssystem Sachsen (ReKIS) und decken derzeit den Zeitraum 1986 bis 2015 ab. Die Niederschlagswerte werden später programmintern auf die richtige Höhe korrigiert. Das Dresdner Territorium wurde an der 150-Meter-Höhenlinie in 2 Klimazonen (Hochlagen und Tallage) unterteilt, wofür die Stationen Klotzsche und Strehlen repräsentativ sind.

Tabelle 1: Mittlerwerte des Niederschlags (N) und der potenziellen Verdunstung (ETP) in Dresden-Klotzsche und -Strehlen

1986-2015	Dresden-Klotzsche	Dresden-Strehlen
NJahr (unkorrigiert)	664 mm	635 mm
NMai-Okt (unkorrigiert)	388 mm	372 mm
ETPJahr	681 mm	696 mm
ETPMai-Okt	509 mm	520 mm

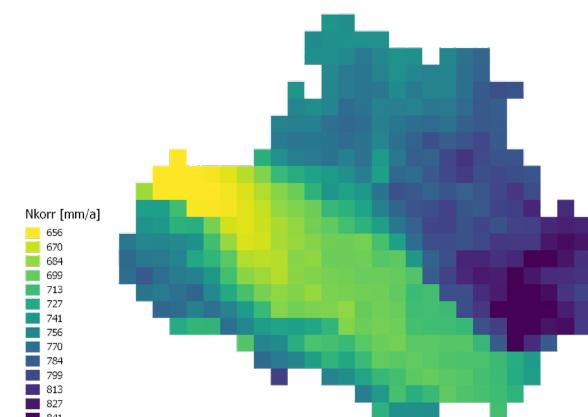


Abb. 1: Mittlerer korrigierter Jahresniederschlag (1981-2010) in Dresden (Quelle: REKIS)

Die Bodenkarte Dresden (BKDD) bietet gegenüber den in der Vergangenheit verwendeten geologischen Daten wesentlich genauere und höher aufgelöste Parametersätze. Da sich die Transformationsvorgänge im Wasserhaushalt vor allem im obersten Meter der Erdkruste abspielen, ist sie auch die besser geeignete Datengrundlage. Die für die Wasserhaushaltsbilanzen benötigte nutzbare Feldkapazität und die relativ grob klassifizierten Grundwasserflurabstände lassen sich direkt aus den Leitprofilen entnehmen. Im Bereich des quartären Grundwasserleiters der Elbe sind zusätzlich genauere Daten zu den

Grundwasserständen verfügbar.

Grundlage für die Ableitung der Hangneigung ist das aktuelle digitale Geländemodell (DGM) der Landeshauptstadt Dresden mit einer aggregierten Rastergröße von 20 x 20 m.

Die Flächennutzungsdaten stammen aus der erweiterten Blockkarte. Für den quasinatürlichen Wasserhaushalt wird angenommen, dass die derzeitigen Wald- und Wasserflächen Bestand haben und alle anderen Flächen landwirtschaftlich genutztes Offenland (Acker oder Grünland) sind.

Zusammenfassend wurden folgende Basisdaten verwendet:

- Langjähriges Mittel der Potenziellen Verdunstung (Turc-Wendling), Stationen Dresden-Klotzsche und -Strehlen, 1986–2015)
- Langjähriges Mittel des Niederschlags (unkorrigiert, Stationen Dresden-Klotzsche und -Strehlen, 1986–2015)
- Bodenkarte Dresden 2019 (nutzbare Feldkapazität, Leitbodenprofile)
- Digitales Geländemodell Dresden 2017
- Erweiterte Blockkarte Dresden 2018 (Flächennutzung)

3. Methode

Im Gegensatz zum bisher genutzten empirischen Wasserhaushaltmodell von Dörhöfer & Josopait (1980) kommt jetzt das Abflussmodell ABIMO der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BAfG 2003) kombiniert mit dem Verfahren GWneu (Meßer 2013) zum Einsatz. Grundlage für die Berechnung des langjährigen Mittels der Verdunstung und des Gesamtabflusses ist die in zahlreichen Modellen implementierte BAG-ROV-Beziehung. Der Anteil des Direktabflusses am Gesamtabfluss wird mit der Routine von Meßer (2013) bestimmt. Sind die mittleren jährlichen Werte für die Verdunstung, den Direktabfluss und den unterirdischen Abfluss (Versickerung) berechnet, ist ihr Verhältnis untereinander maßgebend für die Typisierung des Wasserhaushalts. Für das langjährige Mittel des Gebietswasserhaushalts gilt:

$$N = ET + Ad + Au$$

N = Niederschlag

ET = Verdunstung

Ad = Direktabfluss

Au = unterirdischer Abfluss (Versickerung)

Zunächst werden aus den bodenkundlichen Unterlagen die erforderlichen Parameter nutzbare Feldkapazität (nFk) und mittlerer Grundwasserflurabstand (GWA) abgeleitet. In den Leitprofilen der Bodenkarte ist die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFkWe) bereits enthalten und wird lediglich auf die nFk-übliche Bezugseinheit von 1 dm Boden bezogen [mm/dm]. Obwohl ABIMO die Berechnung mit diskreten Werten zulässt, ist eine Klassifizierung erforderlich um Fehler zu minimieren, den Rechengang zu vereinfachen und die Vorgaben des Moduls zur Abflussdifferenzierung aus GWneu zu erfüllen. Folgende nFk-Klassen wurden zur Zuordnung der diskreten Werte benutzt: 8, 11, 14, 17, 22, 24 mm/dm.

Die Vorgaben von ABIMO zur Erfassung des Grundwasserflurabstandes sind relativ grob (< 1 m, 1 bis 2 m, > 2 m). Das ermöglicht eine direkte Ableitung aus dem Bodentyp, da der mittlere Grundwasserflurabstand von grundwasserbeeinflussten Böden immer im Go-Horizont lokalisiert ist. Reine Grundwasserböden wie Gleye und Moore sind deshalb mit kleiner 1 m zu klassifizieren. Mischtypen, wie z. B. Braunerde-Gleye oder Gley-Podsole haben i. d. R. einen etwas größeren Flurabstand (1 bis 2 m). Reine terrestrische Böden werden in die Flurabstandsklasse > 2 m eingestuft. Im Bereich des Elbtal-Grundwasserleiters kommen allerdings primär die Daten aus dem städtischen Grundwassermodell zum Ansatz.

Wie bei der Festlegung einer quasinatürlichen Flächennutzung (vgl. Kap. 2) müssen auch bei der Verwendung der Bodenkarte Dresden

Kompromisse zum ehemaligen natürlichen Zustand gemacht werden. Die darin ausgewiesenen Stadtböden sind durch Menschenhand entstanden und haben andere Eigenschaften und Parameter als natürliche Böden. Die Rekonstruktion des ursprünglichen natürlichen Zustands ist jedoch mit großen Unsicherheiten verbunden und auch nicht gewünscht, da diese Böden sowieso nicht mehr herstellbar sind. Im Ergebnis der Berechnung mit ABIMO erhält man die mittlere jährliche reale Verdunstung (ET) und den Gesamtabfluss (Ag) als Restglied. Die Abtrennung des Direktabflussanteils vom Gesamtabfluss (Ag = Ad + Au) erfolgt mit der Routine von Meßer (2013). Wieviel vom Gesamtabfluss versickert und welche Menge oberirdisch abfließt, hängt in erster Linie von den Versickerungseigenschaften des jeweiligen Bodens, von der Landnutzung und der Hangneigung ab. Auch bei hohen Grundwasserständen, Stauhorizonten im Boden und hoch anstehendem Festgestein steigt der Anteil des Direktabflusses.

Die noch fehlende Hangneigung kann aus dem Digitalen Geländemodell (DGM) im GIS errechnet werden. Allerdings muss die Zellgröße des Rasters zur angestrebten Genauigkeit und zum Zielmaßstab passen. Es wurde ein 20 x 20 m-Raster verwendet und die Ergebnisse zu den geforderten Hangneigungsklassen (< 2 %, 2 bis 4 %, 4 bis 10 %, > 10 %) aggregiert.

Nach der Anwendung des Moduls auf die vorkommenden Wertekombinationen im GIS liegen die langjährigen Mittel für die Wasserhaushaltsgleichung für jede Rasterzelle vor. Maßgebend für die Typisierung des Wasserhaushalts ist das Verhältnis der langjährigen Mittel von Verdunstung, Direktabfluss und Versickerung (unterirdischer Abfluss) in Bezug zum Niederschlag. Anhand der Wertekollektive werden die Wasserhaushaltsgrößen in je 3 Klassen eingeteilt (hoch, mittel, gering), wobei auch auf die Klassenbreiten zu achten ist.



Abb. 2: Klassifizierung des unterirdischen Abflusses (Versickerung)

Die Klasse „hoch“ dient der Festlegung der Dominanztypen (verdunstungs-, versickerungs-, abflussdominiert). Für die Mischtypen sind auch die mittleren Werte zu berücksichtigen. Es werden die Mischtypen Verdunstung/Versickerung und Verdunstung/Abfluss unterscheiden. Die Kategorie „ausgewogen“ liegt im Bereich der mittleren Wasserbilanz des Dresdner Territoriums im quasi-natürlichen Zustand (ohne Bebauung). Sie weist immerhin noch maximal 73 % Verdunstungsanteil auf. Im Anschluss wird die entstandene Karte im GIS generalisiert.

Tabelle 2: Gebietstypen des natürlichen Wasserhaushalts

Gebietstyp	Verdunstung	Versickerung	Abfluss
Verdunstungsdominiert	> 80 %	< 20 %	< 15 %
Versickerungsdominiert	< 80 %	> 20 %	< 15 %
Abflussdominiert	< 80 %	< 20 %	> 15 %
Verdunstung/Versickerung	73-80 %	12-20 %	< 5 %
Verdunstung/Abfluss	73-80 %	< 12 %	5-15 %
ausgewogen	< 73 %	< 20 %	< 15 %

4. Kartenbeschreibung

Die Karte „Gebietstypen des natürlichen Wasserhaushalts“ beschreibt einen quasinatürlichen Zustand des Wasserhaushalts über das Verhältnis der Größen Verdunstung, Versickerung und Abfluss. Die Randbedingungen sind so gewählt, dass die Ergebnisse als Zielgröße für die Regenwasserbewirtschaftung in der Stadtplanung genutzt werden können. Durch die Verwendung aktueller Boden- und Klimadaten sowie einer Nutzung, die sich an den bestehenden Wald- und Wasserflächen orientiert und die verbleibenden Gebiete als agrarisch genutztes Offenland betrachtet, sind erreichbare Größenordnungen vorgegeben.

Die mit der Bautätigkeit verbundenen Eingriffe in den Gebietswasserhaushalt sollen durch die Wahl geeigneter Maßnahmen und technischer Lösungen minimiert werden. Ziel ist, dass sich das ursprüngliche Verhältnis der Gebietswasserhaushaltgrößen nach der Bebauung

möglichst wenig ändert. Das bedeutet, dass in Gebieten mit dominierender Verdunstung vorrangig Grün- und Wasserflächen (z. B. Gründächer, Teiche) angelegt, in solchen mit hohem unterirdischem Abfluss das Regenwasser vorrangig versickert werden soll und in abflussdominierten Bereichen die jeweiligen natürlichen Abflussraten einzuhalten sind. Dies ist auch ein Beitrag zum Klimaschutz, da die negativen Auswirkungen der Bebauung kompensiert werden.

Der Gebietstyp „versickerungsdominiert“ ist aber kein Freibrief zur Versickerung von Niederschlagswasser, wie dies häufig angenommen wird. Die Versickerungseignung bezieht sich lediglich auf den obersten Meter der Erdoberfläche und muss bei der Planung tiefliegender Anlagen (z. B. Rigolen) neu geprüft werden. Außerdem können Altablagerungen, Aufschüttungen und sonstige Belastungen Hinderungsgründe sein.

Die Karte weist 6 Gebietstypen den natürlichen Wasserhaushalts aus, die entsprechend Tabelle 3 charakterisiert werden können.

Tabelle 3: Kurzcharakteristik der Gebietstypen des natürlichen Wasserhaushalts in Dresden

Gebietstyp	Typische Eigenschaften	Hauptverbreitung	Regenwasserbewirtschaftung
Verdunstungsdominiert ET > 80 %	Flächen mit lehmig-schluffigen Böden, hoch anstehendem Grundwasser und geringer Hangneigung	Lössbedeckte Plateaus, Elbe mit Altarmen und weitere Talböden, grundwassernah Waldfächen, Feucht- und Nassstandorte	Dachbegrünung, Verdunstungsteiche, Regenwassernutzung, Rückhaltung und stark gedrosselte Ableitung
Versickerungsdominiert Au > 20 %	Grundwasserferne sandig-kiesige Standorte mit geringer Hangneigung	Elbtal mit sandigen Terrassen und anthropogenen sandigen Böden, Hellsande, pleistozäne Sande und Kiese im Dresdner Norden	Vorrangig versickern, im urbanen Bereich Verdunstung fördern, Dachbegrünung
Abflussdominiert Ad > 15 %	Flächen mit lehmig-schluffigen Böden und signifikanter Hangneigung, Steilhänge und Grundgebirgsaufragungen, abgedeckte Deponiekörper	Linkselsbische lössbedeckte Hänge, Loschwitz-Pillnitzer Elbhänge, lehmige Hanglagen im Schönfelder Hochland, Festgesteinsaufragungen im Dresdner Norden	Rückhaltung und gedrosselte Ableitung, Verdunstung fördern (Dachbegrünung), wasserdurchlässig befestigte Flächen, Schutz vor wild abfließendem Wasser
Verdunstung/Versickerung ET = 73-80 %, Au = 12-20 %	Grundwasserferne sandig-lehmige Auenbereiche und Terrassen, Verwitterungsstandorte im Wald mit geringer Hangneigung	Elbtal mit sandig-lehmigen Terrassen und anthropogenen lehmigen Böden, unvernässte Festgesteinsstandorte der Dresdner Heide	Erhöhung der Verdunstung (z.B. durch Dachbegrünung), komplexe Versickerungssysteme, wasser-durchlässige Befestigung
Verdunstung/Abfluss ET = 73-80 %, Ad = 5-15 %	Moderat geneigte Flächen mit lehmig-schluffigen Böden, Ober- und Unterhänge von Verwitterungsstandorten, stauwasserbeeinflusste Böden	Linkselsbische lössbedeckte Flächen mit geringer Neigung, Stauwasserbeeinflusste Standorte in der Heide und im Dresdner Norden, Verwitterungsstandorte mit geringer Neigung	Dachbegrünung, Verdunstung fördern, gedrosselte Ableitung, wasserdurchlässig befestigte Flächen
ausgewogen ET < 73 %, Au < 20 %, Ad < 15 %	meist auf geneigten überwiegend sandig-lehmigen Flächen	Vorwiegend im Dresdner Norden und in der Dresdner Heide sowie im Schönfelder Hochland	Ausschöpfung aller dezentralen Maßnahmen zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung sinnvoll

Rein optisch ist erkennbar, dass der Bereich des Elbtals, der jungen Heide und Teile des Dresdner Nordens überwiegend Versickerungsstandorte aufweisen. Diese Flächen sind zumeist auch dicht besiedelt und die Böden sind anthropogen überprägt und lokal belastet. Häufig existieren aber Möglichkeiten unterhalb der Aufschüttungen und Belastungen zu versickern. Dies ist vor allem mit Rigolenanlagen möglich, wenn ein ausreichender Abstand zum Grundwasser eingehalten werden kann.

Die linkselsischen Lössgebiete und die im Schönfelder Hochland sind aus der Sicht der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung schwierig. Sie sind überwiegend verdunstungs- und abflussdominiert und aufgrund der vorherrschenden Schluffböden bei Starkregen durch wild abfließendes Wasser und Bodenerosion gefährdet. Die Oberflächenwässer sind darüber hinaus häufig nur begrenzt aufnahmefähig für Einleitungen. Die Vermeidung von zusätzlichen Regenwasserabflüssen von versiegelten Flächen hat hier oberste Priorität.

5. Literatur und Karten

- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BAfG 2003): BAGLUVA – Wasserhaushaltsverfahren zur Berechnung vieljähriger Mittelwerte der tatsächlichen Verdunstung und des Gesamtabflusses. BfG-Bericht Nr. 1342, 102 S. Koblenz.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, Hrsg. 2003): Hydrologischer Atlas von Deutschland. 3. Lieferung, Bonn.
- Dörhöfer, G. & Jospait, V. (1980): Eine Methode zur flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwassererneubildungsrate. Geol. Jb. C 27, S. 45-65, Hannover.
- Freistaat Sachsen (2019): Regionales Klimainformationssystem für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen (ReKIS), www.klima.sachsen.de.
- Landeshauptstadt Dresden (2009-2019): Bodenkarte Dresden, digital, Umweltamt, unveröffentlicht.

- Landeshauptstadt Dresden (2018): Erweiterte Blockkarte, Umweltamt, unveröff.
- Landeshauptstadt Dresden (2017): Digitales Geländemodell, Befliegung 2016/17.
- Landeshauptstadt & Stadtentwässerung Dresden (2004): Praxisratgeber "Mit Regenwasser wirtschaften", 1. korrigierter Nachdruck, www.stadtentwaesserung-dresden.de.
- Meßer, J. (2013): Ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildung in Mitteleuropa. 78 S. www.gwneu.de.
- Rachimov, C. (1996): ABIMO 2.1, Abflußbildungsmodell, Algorithmus zum BAGROV-GLUGLA-Verfahren für die Berechnung langjähriger Mittelwerte des Wasserhaushalts, Programmbeschreibung, Bundesanstalt für Gewässerkunde, unveröff.
- Rachimov, C. & M. (2006): ABIMO 3, Abflußbildungsmodell, Algorithmus zum BAGROV-GLUGLA-Verfahren für die Berechnung langjähriger Mittelwerte des Wasserhaushalts, Programmbeschreibung, Bundesanstalt für Gewässerkunde, unveröff.

Impressum

Herausgeber:
Landeshauptstadt Dresden

Umweltamt
Telefon (03 51) 4 88 62 01
Telefax (03 51) 4 88 99 62 03
E-Mail umweltamt@dresden.de

Amt für Presse-, Öffentlichkeitsarbeit und Protokoll
Telefon (03 51) 4 88 23 90
Telefax (03 51) 4 88 22 38
E-Mail presse@dresden.de

Postfach 12 00 20
01001 Dresden
www.dresden.de
facebook.com/stadt.dresden

Zentraler Behördenruf 115 – Wir lieben Fragen

Redaktion: Dr. Matthias Röder

Oktober 2021

Elektronische Dokumente mit qualifizierter elektronischer Signatur können über ein Formular eingereicht werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, E-Mails an die Landeshauptstadt Dresden mit einem S/MIME-Zertifikat zu verschlüsseln oder mit DE-Mail sichere E-Mails zu senden. Weitere Informationen hierzu stehen unter www.dresden.de/kontakt.

Dieses Informationsmaterial ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Landeshauptstadt Dresden. Es darf nicht zur Wahlwerbung benutzt werden. Parteien können es jedoch zur Unterrichtung ihrer Mitglieder verwenden.

www.dresden.de/umwelt