

Die Bedeutung der Baumarten für den Landschaftswasserhaushalt

Jürgen Müller^{1*}

Zusammenfassung

Die Produktion von Wasser in Qualität und Menge ist nach der Holzproduktion die wichtigste materielle Leistung des Waldes. Die Untersuchung der wasserwirtschaftlichen Leistung einzelner Baumarten steht im Fokus des Beitrages. Zur Ermittlung der Grundwasserneubildung von aufwachsenden Kiefern, Buchen, Lärchen und Douglasien werden seit 1974 Großlysimeter genutzt. Die Forschungen werden begleitet durch Wasserhaushaltsuntersuchungen in Rein- und Mischbeständen im Baumholzalter. Die Baumart und das Alter, die vertikale Schichtung und Mischung der Wälder sowie ihre Bewirtschaftung beeinflussen maßgeblich die Höhe der Grundwasserneubildung. Verdunstung und Grundwasserneubildung sind Funktionen bestandesbezogener Strukturparameter und des Wachstums der Bestände. Die geringere Interzeption des Kronendaches in Kombination mit dem Stammabfluss bestimmt in den Buchenbeständen maßgeblich die Höhe und den zeitlichen Verlauf der Grundwasserneubildung und führt zu einem hydrologischen Vorteil gegenüber den Nadelholzbeständen. Langfristig leisten auch die Kiefern-Buchen-Mischbestände einen positiven Beitrag zum Landschaftswasserhaushalt.

Schlagwörter: Großlysimeter, Mischbestände, Waldstrukturen, Baumartenwahl

Summary

Water production in sufficient quality and quantity is after timber production the most important services of forests. The focus of this paper is the investigation of water provided by different tree species.

To investigate groundwater production of growing pine, beech, larch, and Douglas fir large scale lysimeter were used since 1974. Additionally research is conducted in pure and mixed stands of major tree age by water balance investigations.

Results show that tree species, age, vertical structure, and the mixture of trees as well as silvicultural practise influence the amount of groundwater production substantially. Evaporation and groundwater production are functions of the stand structure parameter and tree growth. Lower interception from the crowns in combination with stem flow determines in beech stands the amount and temporal course of groundwater production and leads to a hydrologic plus compared to coniferous stands. In the long run, however, mixed pine-beech stands also make a positive contribution to the landscape water balance.

Keywords: large scale lysimeter, mixed stands, stand structure, tree species selection

Einleitung

Der Wald bedeckt ca. ein Drittel Deutschlands und ist damit ein wesentliches Landschaftselement mit Auswirkungen auf den Landschaftswasserhaushalt. Das gegenwärtige Waldbild in Deutschland ist durch ausgedehnte Fichtenbestände im Süden und großflächige Kiefernbestände im Norden geprägt. Dies ist ein Ergebnis des menschlichen Handelns der letzten 250 Jahre.

Vor dem Hintergrund eines geringer werdenden Wasserdargebotes einerseits und der guten Qualität des Sickerwassers unter Wald andererseits stellt sich zunehmend die Frage nach der wasserwirtschaftlichen Leistung des Waldes im Landschaftswasserhaushalt. Die Bedeutung gerade der Waldareale als Wasserlieferanten hat deshalb wesentlich zugenommen. Die Produktion von Wasser in Qualität und Menge ist nach der Holzproduktion die wichtigste materielle Leistung des Waldes, dessen monetäre Bewertung derzeit in der gesellschaftlichen und politischen Diskussion steht. Zur Erforschung des Wasserhaushaltes von Wäldern gibt es international und national eine Vielzahl von Untersu-

chungen. Die Forschungen stehen einerseits im Zeichen des Versuchs einer räumlichen und zeitlichen Übertragung von Prozessen des Wasserhaushalts auf die Ebene ganzer Wassereinzugsgebiete. Andererseits werden Untersuchungen auf Bestandesebene in Abhängigkeit von der Vegetationsstruktur zur Ermittlung von Struktur- und Prozessbeziehungen, zur Indikation von Stressreaktionen der Waldbäume in Wassermangelphasen und zur Parametrisierung von Wasserhaushaltsmodellen betrieben.

Zur wasserwirtschaftlichen Leistung einzelner Baumarten liegen insgesamt nur wenige Ergebnisse vor.

Material und Methoden

Ermittlung der Wasserhaushaltskomponenten

Die Grundwasserneubildung unter Wald hängt maßgeblich von den Verdunstungsprozessen ab, die von den Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre-Pflanze-Boden bestimmt werden. Wie viel Wasser verdunstet, wird neben dem Ver-

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Waldökosysteme, A.-Möller-Str. 1, D-16225 EBERSWALDE

* Ansprechpartner: Dr. Jürgen Müller, juergen.mueller@ti.bund.de



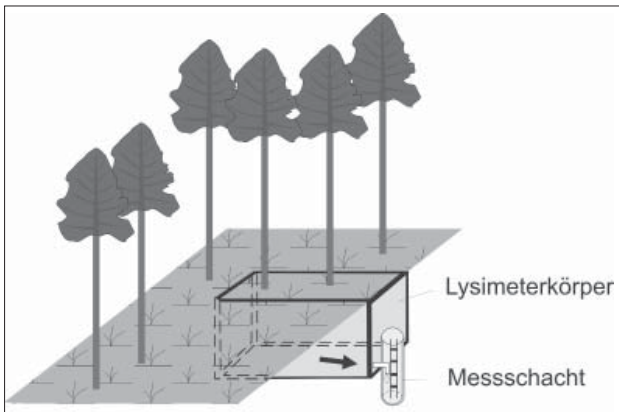


Abbildung 1: Prinzipskizze eines mit Bäumen bewachsenen Großlysimeters

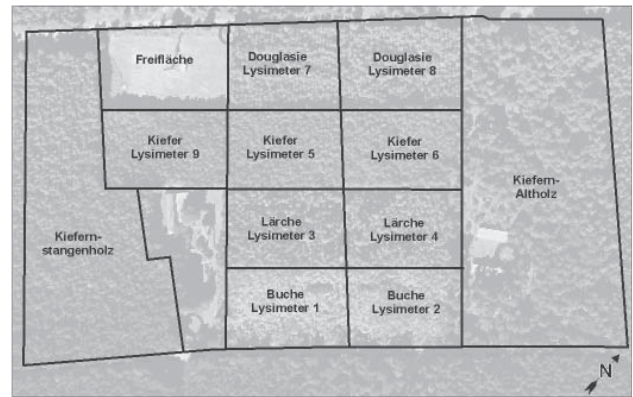


Abbildung 2: Luftbild der ökologischen Versuchsstation Britz mit Lage der einzelnen Großlysimeter (Stand 1998)

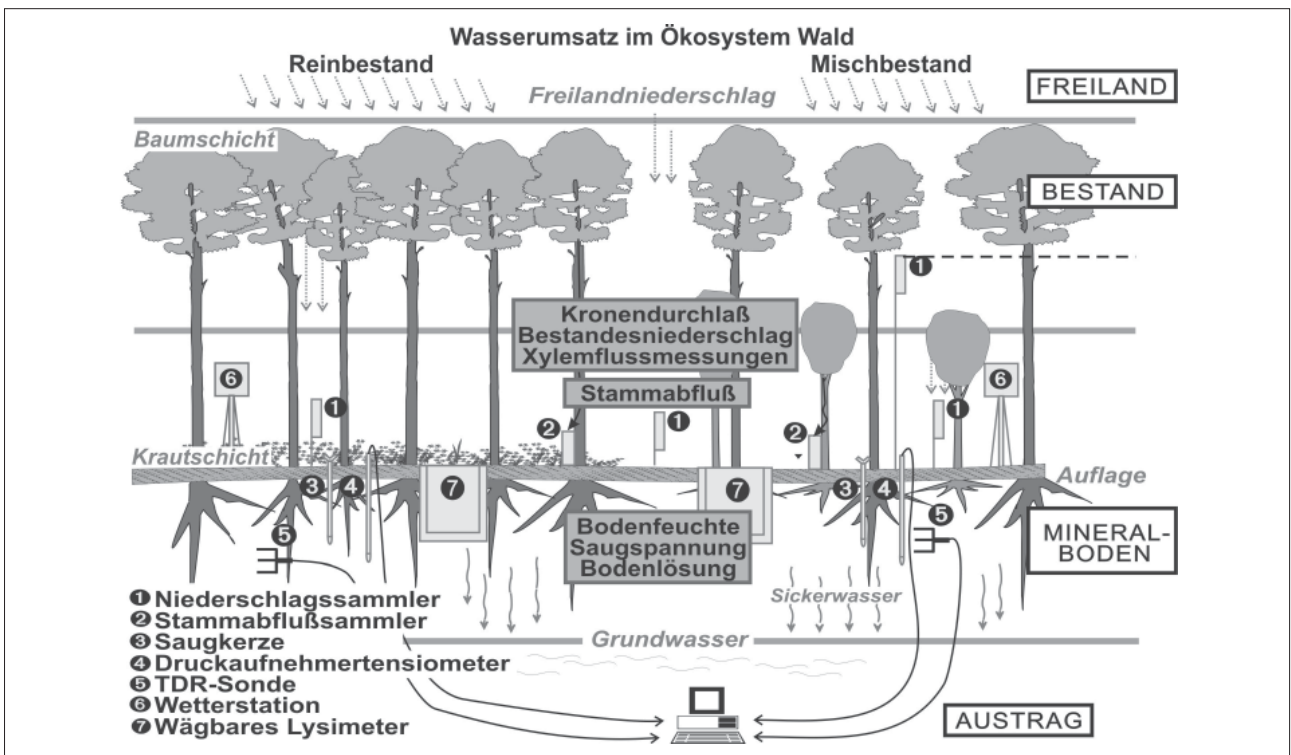


Abbildung 3: Versuchsflächeninstrumentierung zur Erfassung des Wasserflusses in Waldbeständen

dunstungsanspruch der Atmosphäre durch die Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser und dem strukturellen Aufbau der Waldbestände beeinflusst.

Von den Wasserhaushaltskomponenten können einige Größen direkt gemessen, andere Größen müssen berechnet werden. Deshalb spielen bei der Berechnung des Wasserhaushaltes Modelle eine große Rolle. Für die Überprüfung der Modellergebnisse sind Wasserflussmessungen in unterschiedlich strukturierten Waldbeständen unverzichtbar. Im Rahmen der vom BMBF geförderten Verbundprojekte „Waldökosystemforschung Eberswalde“ (FKZ 0339500) und „Wirkungen des Waldumbaus im nordostdeutschen Tiefland“ (FKZ 0339731) wurden in unterschiedlich strukturierten Waldbeständen Wasserflussmessungen durchgeführt. Die Ausrüstung der Intensivversuchsflächen mit Geräten zur meteorologisch-hydrologischen Messung und die Methoden

zur Ermittlung von Verdunstung und Grundwasserneubildung sind bei MÜLLER 2002 und 2003 beschrieben.

Seit 1974 werden für die Ermittlung des Einflusses unterschiedlich aufwachsender Baumarten auf Verdunstung und Grundwasserneubildung Großlysimeter genutzt. Die Großlysimeter haben eine Tiefe von 5 m und eine Oberfläche von 100 m² (10 x 10 m), (Abbildung 1). Es wurden insgesamt neun Lysimeter mit vier Baumarten angelegt (Abbildung 2). Das Lysimeterumfeld ist mit einer Größe von ca. 0,25 ha altersgleich mit derselben Baumart bepflanzt. Seit dem Kulturstadium werden die Baumarten im Wachstumsgang verfolgt und bezüglich ihrer Wasserhaushaltsgrößen untersucht (LÜTZKE und SIMON 1975, MÜLLER 1993, 2005). Das zukünftige Waldbild soll durch möglichst vielfältig strukturierte Mischbestände geprägt sein. Dieses Ziel verfolgt der Waldumbau deutschlandweit. Das Waldum-

Tabelle 1: Übersicht der Untersuchungsbestände mit intensiven Wasserhaushaltsuntersuchungen

| Bestände | Untersuchte Altersspanne [Jahre] | Bemerkungen |
|-----------------------------|------------------------------------|---|
| Kiefern-Reinbestand | 2 - 40 | Großlysimeter |
| Kiefern-Reinbestand | 49 - 90 | Waldbestände im nordostdeutschen Tiefland (noT) |
| Buchen-Reinbestand | 2 - 40 | Großlysimeter |
| Buchen-Reinbestand | 81 - 145 | Waldbestände im noT |
| Eichen-Reinbestand | 2 - 12 | Großlysimeter |
| Eichen-Reinbestand | 62 - 180 | Waldbestände im noT |
| Douglasien-Reinbestand | 2 - 40 | Großlysimeter |
| Douglasien-Reinbestand | 76 - 84 | Waldbestände im noT |
| Lärchen-Reinbestand | 2 - 28 | Großlysimeter |
| Kiefern-Buchen-Mischbestand | Kiefer: 28 - 40 Buche: 2 - 12 | Großlysimeter |
| Kiefern-Buchen-Mischbestand | Kiefer: 51 - 118 Buche: 11 - 58 | Waldbestände im noT |
| Kiefern-Eichen-Mischbestand | Kiefer: 28 - 40 Eiche: 2 - 12 | Großlysimeter |
| Kiefern-Eichen-Mischbestand | Kiefer: 28 - 40 Eiche: 2 - 12 | Waldbestände im noT |

Tabelle 2: Holzmesskundliche Parameter der Lysimeterbestände im Jahr 2008

| Baumart | Bestockungs-Grad (B °) [o. D.] | Höhe des Grundflächenmittelstammes (HG) [m] | Durchmesser des Grundflächenmittelstammes (DG) [cm] | Grundfläche (GF) [m ² /ha] |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| Buchen-Reinbestand | 1,21 | 12,38 | 8,46 | 21,00 |
| Kiefern-Reinbestand | 1,16 | 15,27 | 14,04 | 37,16 |
| Douglasien-Reinbestand | 1,05 | 14,98 | 15,86 | 33,60 |
| Lärchen-Reinbestand ¹⁾ | 1,23 | 12,00 | 12,68 | 29,06 |
| Eichen-Reinbestand ²⁾ | | 1,48 | 2,26 ³⁾ | |
| Kiefern-Buchen-Mischbestand | | | | |
| Kiefer im Oberstand | 0,89 | 16,26 | 15,98 | 29,73 |
| Buche im Unterstand | | 2,43 | 2,32 ³⁾ | |
| Kiefern-Eichen-Mischbestand | | | | |
| Kiefer im Oberstand | 0,97 | 16,83 | 16,72 | 32,92 |
| Eiche im Unterstand | | 1,59 | 1,92 ³⁾ | |
| Lärchen-Buchen-Mischbestand | | | | |
| Lärche im Oberstand | 0,87 | 17,16 | 17,21 | 23,25 |
| Buche im Unterstand | | 1,76 | 1,91 ³⁾ | |

¹⁾ im Alter 26 Jahre, ²⁾ im Alter 8 Jahre, ³⁾ in 12 cm Baumhöhe gemessen

bauprogramm bedarf der wissenschaftlichen Begleitung und Fundierung; insbesondere ist zu prüfen, wie sich das Zusammenwirken zweier Bestände auf die Sickerwassermengen unter den Mischbeständen auswirkt. Vor diesem Hintergrund wurden zwei der drei Kiefernlysimeter im Jahre 2000 mit Buche und Eiche und ein Lärchenlysimeter mit Buche unterbaut (MÜLLER 2005). Des Weiteren wurde im gleichen Jahr ein Lysimeterbestand mit Eiche begründet.

Neben den Untersuchungen auf den Großlysimetern erfolgten in unterschiedlichen Rein- und Mischbeständen außerhalb der Lysimeter Messungen zur Quantifizierung des Wasserflusses und zur Ermittlung von Tiefenversickerung und Verdunstung (Abbildung 3).

Damit werden die Möglichkeiten und Bedingungen erforscht, ob und wie Grundwasserneubildung und Verdunstung

durch Änderungen in der Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur beeinflusst werden können.

Untersuchungsbestände

Die *Tabelle 1* gibt eine Übersicht über die Untersuchungsbestände, in denen intensive Wasserhaushaltsuntersuchungen entsprechend *Abbildung 3* durchgeführt wurden. Darüber hinaus erfolgten Niederschlagsmessungen im Freiland und Bestand in weiteren Baumholzbeständen unterschiedlicher Baumart.

In der *Tabelle 2* sind die holzmesskundlichen Parameter der intensiv untersuchten Lysimeterbestände im Jahr 2008 (Alter Oberstand 36 Jahre, Unterstand 8 Jahre) zusammengestellt.

Ergebnisse

Bewertung der hydroökologischen Eigenschaften der untersuchten Baumarten

Die Buche

Als Laubbaum ist die Buche winterkahl. Dies hat Auswirkungen auf die saisonalen Unterschiede der Höhe der Interzeptionsverdunstung des Kronendaches. Die Blattoberfläche ist glatt mit einer relativ geringen Rauigkeit. Der Stamm ist vom Kultur- bis zum Baumholzstadium ebenfalls glatt mit einer dünnen Rinde. Dies fördert in allen Wuchsphasen den Stammabfluss. Die Stamminterzeption ist gering. Die dem Stamm trichterförmig zulaufenden Äste und Zweige erhöhen den Stammabflussanteil dieser Baumart weiter. Die Fähigkeit der Buche den Waldboden durch ein geschlossenes Kronendach auszudunkeln, führt zu einer geringen Evaporation desselben (MÜLLER et al. 2002). Im Gegensatz zu anderen Baumarten hält das Wachstum bis ins hohe Alter unvermindert an.

Die große Kronenschirmfläche der Buche führt in den Sommermonaten zu vergleichsweise hohen Transpirationsraten.

Die Kiefer

Die immergrüne Lichtbaumart Kiefer hat mit zunehmendem Alter ein offenes sperriges Kronendach. Die Nadeln mit mehreren Jahrgängen sind allseitig benetzbar. Dies führt insgesamt zu einer hohen Kronendachinterzeption. Die Rinde ist schuppig und rau mit hoher Stamminterzeption und geringem Stammabfluss. In Abhängigkeit von der Nährkraft des Standortes bedecken den Waldboden Vegetationsdecken mit zum Teil hoher Evapotranspiration (MÜLLER et al. 1998). Die Kiefer ist im Vergleich zur Buche und Eiche in der Jugend schnellwüchsiger. Die Zuwachskulmination liegt zwischen 30 bis 50 Jahren.

Die Douglasie

Der immergrüne Nadelbaum hat in der Jugend eine kegelförmige Krone, die sich mit zunehmendem Alter abflacht und abrundet. Sie führt einen Teil des Regen in Form einer „Ableitungsrinne“ im Bereich der Kronentraufe zum Waldboden. Die Kronendachinterzeption ist deshalb geringer als in einem Kiefernbestand. Die Rinde wird mit zunehmendem Alter rissig und längsgefurcht. Der Stammabfluss ist unbedeutend. Im Gegensatz zur Kiefer sind die Douglasienbestände länger geschlossen und die Evapotranspiration der Bodenpflanzendecke geringer. Die Zuwachskulmination erfolgt später als bei der Kiefer.

Die Lärche

Die Lärche ist der einzige heimische Nadelbaum, der im Herbst seine Nadeln abwirft. Die Lärche ist eine Lichtbaumart. Sie ist im Jugendalter bis ca. 20 - 25 Jahre schnellwüchsiger als die Kiefer und Douglasie. Im weiteren Wachstumsverlauf benötigt die Lärche Standraum, um optimal wachsen zu können. In der Jugend ist die Rinde glatt und im Alter unregelmäßig und gefurcht.

Bis zum Alter von ca. 20 Jahren liegt der Stammabflussanteil bei einem Jahresniederschlag im Freiland von 600 mm bei ca. 5 % vom Freilandniederschlag. Die Evapotranspiration der Waldbodenvegetation ist bei vergleichbaren Standortverhältnissen mit der Kiefer vergleichbar.

Die Eiche

Die Eiche ist wie die Buche winterkahl. Sie wirft verstärkt im Jugendalter ihre wechselständigen Blätter wie die Buche erst sehr spät ab, so dass die Blätter im Winter braun am Baum verbleiben. Dies erhöht die Kronendachinterzeption im Winter. Die Eiche ist eine Lichtbaumart. Auch bei dieser Baumart ist die Evapotranspiration der Waldbodenvegetation bei entsprechendem Standort mit der Kiefer vergleichbar. Besonderes Merkmal der Eichen ist die im Alter stark

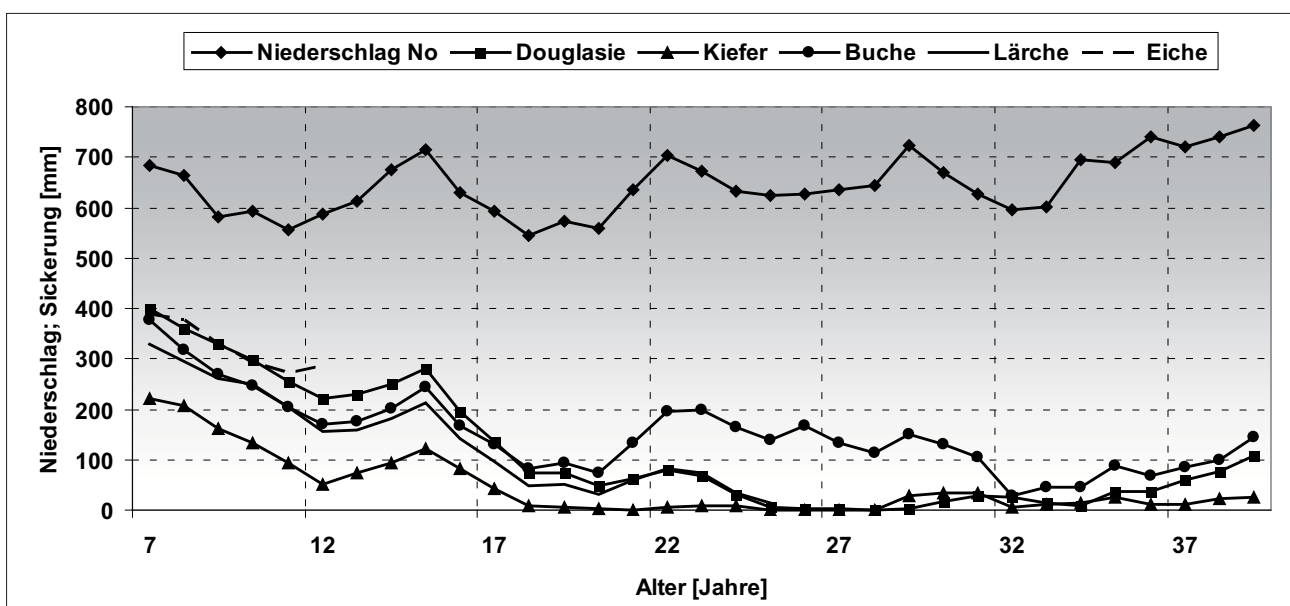


Abbildung 4: Jahresniederschlag (No) und -sickerung der Lysimeterbestände im Alter von 7 bis 39 Jahren (1978-2012)

gefurchte Rinde. In jungen Jahren ist die Rinde glatt. Der Stammabflussanteil ist mit der Lärche vergleichbar. Die Eiche gehört zu den langsam wachsenden Baumarten.

Die Baumarten Buche und Douglasie wachsen auf den sandigen Lysimeterflächen bezüglich der Nährkraft des Bodens auf Grenzstandorten. Typischer wären für diese Baumarten nährstoffreichere Standorte mit entsprechend besserer Wüchsigkeit.

Der Wasserhaushalt der Baumarten

Ein Vergleich von Wasserbilanzen zwischen bewaldeten und unbewaldeten Einzugsgebieten zeigt, dass der Wald etwa 10 bis 20 % mehr verdunstet als unbewaldete Gebiete. Dies belegen Ergebnisse der Jahresverdunstung bewaldeter Flächen im Vergleich zu Grasflächen unter vergleichbaren Witterungs- und Bodenbedingungen in unterschiedlichen Regionen. Eigene Ergebnisse von Wasserhaushaltsuntersuchungen in Kiefernbeständen auf grundwasserfernem Sand im Vergleich zum Wasserhaushalt eines mehrjährigen Feldgrasbestandes zeigen, dass unter vergleichbaren Witterungs- und Bodenbedingungen unter Feldgras ca. das Dreifache in die Tiefe sickert als unter dem Kiefernbestand (MÜLLER und BOLTE 2009). Die Ursachen der höheren Verdunstung des Waldes liegen in den Besonderheiten der verdunstenden Flächen des Ökosystems begründet, wie deren Höhe und Oberfläche, die räumliche Ausdehnung des Waldes in der Landschaft und die ausgeprägte vertikale Bestandesstruktur mit Baum-, Strauch- und Krautschicht.

Die Veränderung der Verdunstungskomponenten (Interzeption, Transpiration, Evaporation) beeinflussen im Verlauf der Bestandesentwicklung der Baumarten maßgeblich die Höhe der Grundwasserneubildung.

Die *Abbildung 4* zeigt den Jahresgang des Freilandniederschlags und der Grundwasserneubildung der Baumarten der Lysimeter im Zeitraum 1978 bis 2012 (Alter 6 bis 40 Jahre).

Die Ergebnisse belegen, dass die Höhe der Grundwasserneubildung baumartenabhängig ist.

Am deutlichsten sind die Unterschiede zwischen der Kiefer und der Buche (*Tabelle 3*).

Die Sickerungsunterschiede zwischen den Baumarten sind von den Veränderungen der Bestandesstruktur und ihren Auswirkungen auf die Verdunstungskomponenten im Verlauf der Wachstumsentwicklung abhängig.

Tabelle 3: Mittlere jährliche Niederschlags- und Sickerungswerte für die Baumarten für den Zeitraum 1978 bis 2012

| Baumart | Freilandniederschlag am Erdboden No [mm] | Sickerung [mm] | Sickerungsprozent vom Niederschlag |
|-----------|--|-------------------|------------------------------------|
| | 650 | | |
| Buche | | 160 | 24,6 |
| Lärche | | 146 ¹⁾ | 22,5 ¹⁾ |
| Kiefer | | 52 | 8,1 |
| Douglasie | | 125 | 19,2 |

¹⁾ Bis zu Alter 28 Jahre

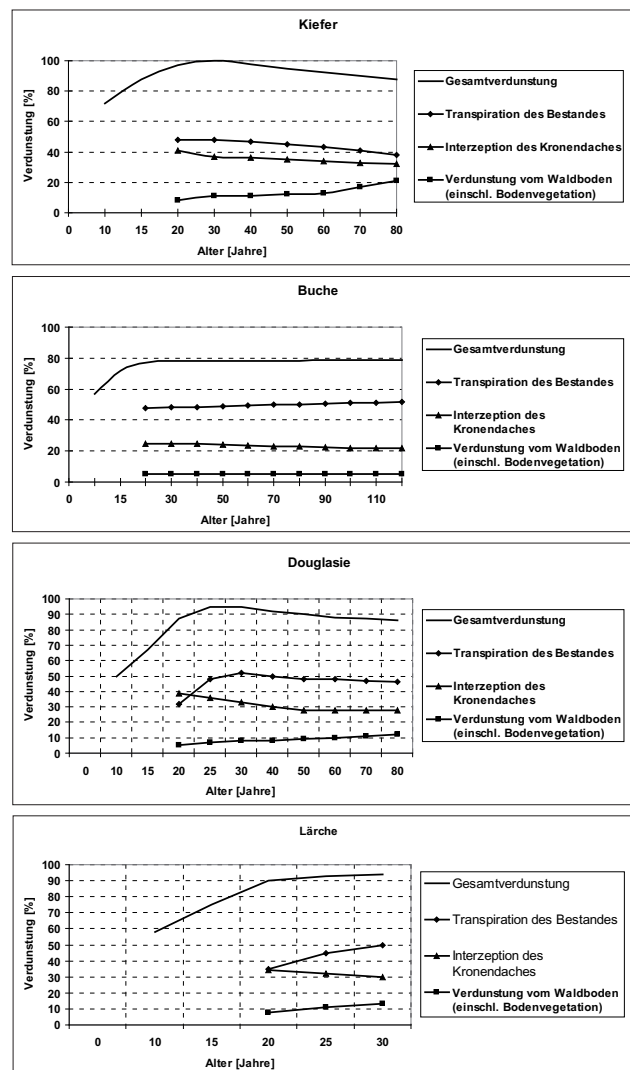


Abbildung 5: Verlauf der Verdunstungskomponenten der Baumarten im Reinbestand im Zuge der Bestandesentwicklung

So führen die beschriebenen hydroökologischen Effekte der Baumarten im Verlauf der Bestandesentwicklung zu Differenzierungen in den Waldstrukturen und damit zu Unterschieden in der Höhe der Verdunstungskomponenten. So wird der Einfluss der Niederschlagshöhe der Nadelbaumarten im Alter zwischen 20 und 30 Jahren überprägt durch den Einfluss der schnell ansteigenden Verdunstung (*Abbildungen 4 und 5*), wobei die Sickerungsunterschiede zwischen Kiefer, Douglasie und Lärche aus den Differenzierungen von Kronendachinterzeption und Bestandestranspiration resultieren (*Abbildung 5*).

Bei der Kiefer liegt die Gesamtverdunstung im Alter von 30 Jahren bei 100 %. Die Kiefern haben in diesem Alter bereits Zuwachskulmination, dementsprechend hohe Transpiration und infolge hoher Stammzahlen und dichter Kronendächer eine hohe Interzeption mit über 40 % der jährlichen Niederschlagsmenge. Die Sickerung geht in diesem Stadium gegen Null (*Abbildungen 4 und 5*). Die Douglasie hat in diesem Alter im Vergleich zur Kiefer eine niedrige Bestandestranspiration, geringere Interzeption und eine höhere Sickerung. Die Sickerung in der Lärche

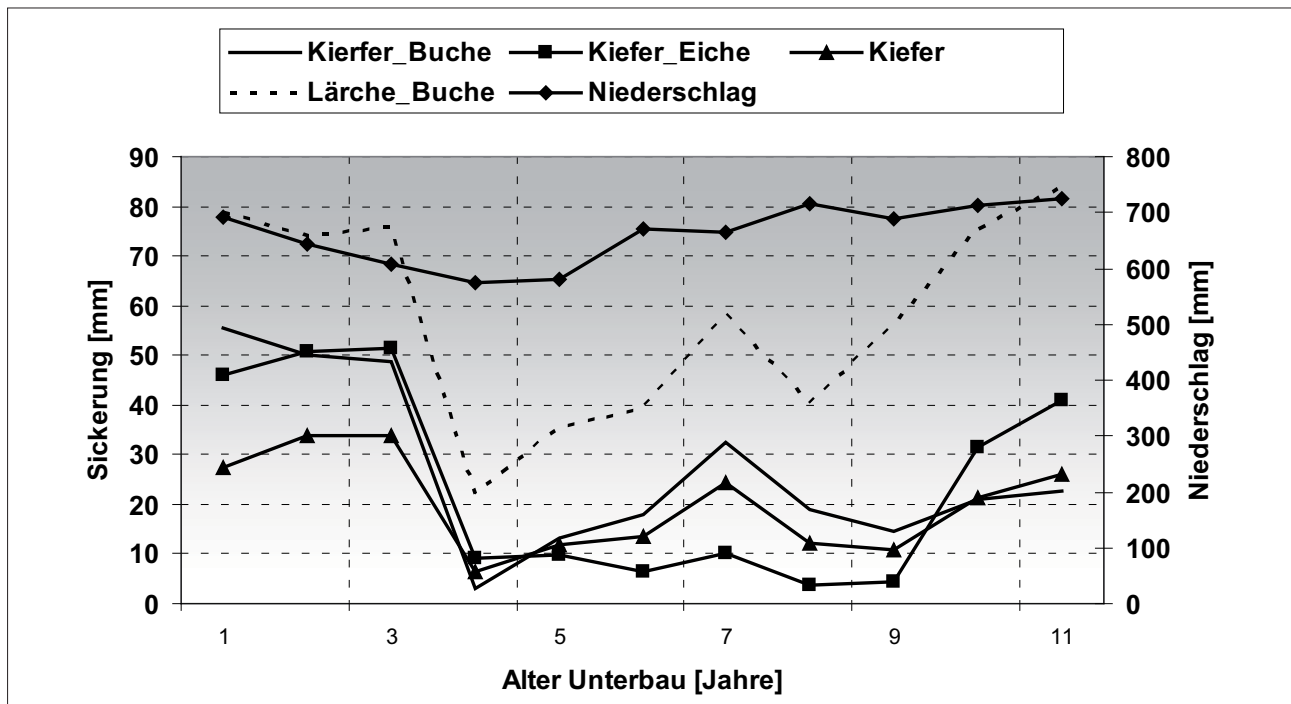


Abbildung 6: Jahresniederschlag und -sickerung der unterbauten Lysimeterbestände im Vergleich zum Buchen- und Kiefern-Reinbestand im Zeitraum 2000 bis 2012 (Alter des Unterbaus 1 bis 7 Jahre)

ist wegen der geringeren Interzeption des Kronendaches ebenfalls höher als bei der Kiefer.

Unter dem 1999 mit Eiche bepflanzten Lysimeter sickerten im Mittel des Zeitraums 1999 bis 2012 50 % der mittleren Niederschlagssumme (645 mm) in die Tiefe. Die Interzeptions- und Transpirationsverdunstung der kleinen Eichen sind noch gering, die Sickerung entsprechend hoch.

Im Jahr 1999 reduzierte sich im Zuge der Durchforstung für den Unterbau die Grundfläche im Kiefern-Buchenbestand von 34,5 m²/ha auf 23 m²/ha, im Kiefern-Eichenbestand von 34,5 m²/ha auf 24,3 m²/ha und in der Lärchen-Buchenfläche von 29,1 m²/ha auf 24,9 m²/ha. Im Vergleich dazu hat der Kiefern-Reinbestand eine Grundfläche von 33,0 m²/ha.

Die Tiefensickerung der drei Mischbestände stieg in den ersten Jahren nach der Durchforstung an im Ergebnis auf die reduzierte Kronenschirmfläche und die geringere Kronendachinterzeption. Während der gleichaltrige Kiefern-Reinbestand weiterhin nur geringe Sickerung hatte, lag der Sickerungsanteil der mit Buche und Eiche unterbauten Kiefernlysimeter bei 8 % und des mit Buchen unterbauten Lärchenbestandes bei 12 % des mittleren Niederschlagsdargebotes von 647 mm. Die Ursache dafür ist neben der verringerten Interzeptionsverdunstung des Kiefern Kronendaches auch die aufgrund der Baumzahlverminderung flächenbezogen niedrigere Transpirationsverdunstung der Bestände.

Dieser Trend ist in den beiden Kiefern-Mischbeständen nicht mehr gegeben. Durch die sich gut entwickelten Unterbauten mit Stammzahlen von 7000 bis 8000 Stück/ha mit entsprechender Bestandestranspiration in Kombination mit zunehmender Kronendachinterzeption der auch im Winter belaubten Buchen und Eichen reduziert sich die

Tiefensickerung auf das Niveau des Kiefern-Reinbestandes (Abbildung 6). Im Lärchen-Buchen-Mischbestand bleibt der Sickerungsvorteil gegenüber dem Kiefern-Reinbestand auf Grund geringerer Kronendachinterzeption bestehen.

Die Buche nimmt im Baumartenvergleich eine besondere Stelle ein.

In den Buchenbeständen führen die strukturellen Bedingungen des Kronendaches im Vergleich zu den Nadelholzbeständen zu geringeren Interzeptionsverlusten. Im Ergebnis der Umverteilung des Niederschlages im Kronenraum kommt es in den aufwachsenden Beständen sowohl in den Buchen-Reinbeständen als auch den Kiefern-Buchen-Mischbeständen zu vermehrtem Stammabfluss. Sowohl die geringe Interzeption als auch der Stammabfluss bestimmen bei gegebenen Niederschlags- und Bodenbedingungen maßgeblich die Höhe und den zeitlichen Verlauf der Grundwasserneubildung und führen zu einem hydrologischen Vorteil gegenüber den Nadelholzbeständen und den untersuchten Nadelholzbeständen (Abbildung 7). Langfristig leisten auch die Kiefern-Buchen-Mischbestände einen positiven Beitrag zum Landschaftswasserhaushalt (MÜLLER 2007, 2011).

Diskussion und Schlussfolgerungen

In den Waldbeständen führen die strukturellen Bedingungen des Kronendaches in der Bestandesentwicklung zur unterschiedlichen Verteilung des Bestandesniederschlags und zu sich stark differenzierenden Interzeptionsverlusten. Die Interzeptionsunterschiede bestimmen bei gegebenen Niederschlags- und Bodenbedingungen maßgeblich die Höhe und den zeitlichen Verlauf der Grundwasserneubildung und führen zu unterschiedlichen hydrologischen Vorteilswirkungen der Baumarten.

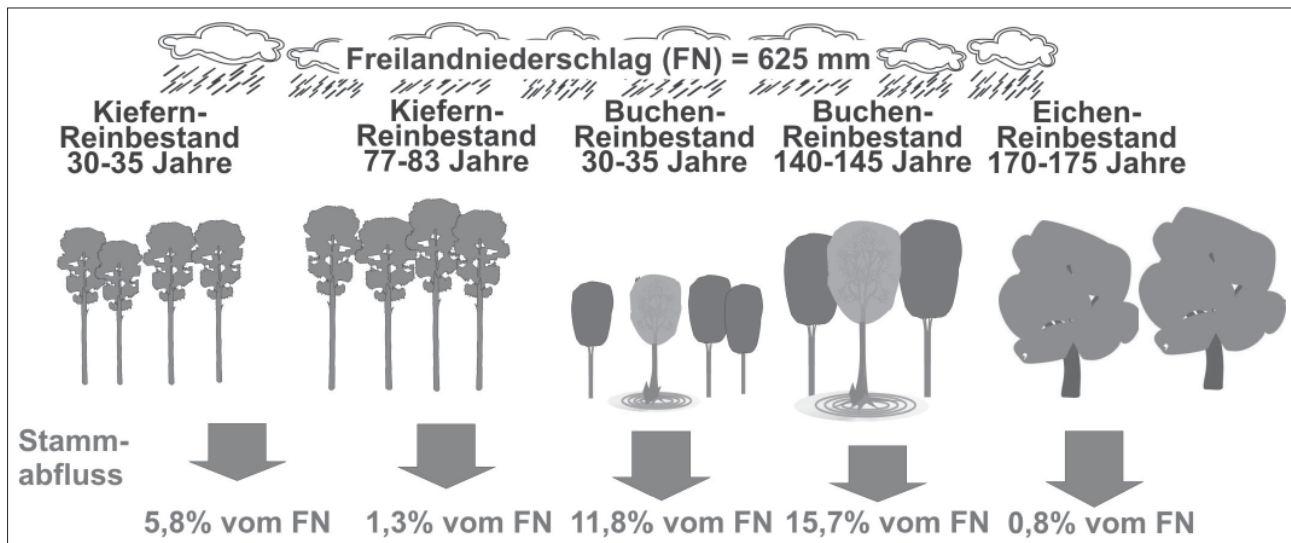


Abbildung 7: Stammabfluss unterschiedlicher Baumarten im Rein- und Mischbestand im Verlauf der Bestandesentwicklung

Die Ergebnisse belegen, dass unter vergleichbaren Witterungs- und Bodenbedingungen die baumartenspezifischen Unterschiede und vegetationsstrukturellen Differenzierungen sowohl in den aufwachsenden als auch in den gleichaltrigen Baumholzbeständen einen signifikanten Einfluss auf die Wasserhaushaltskennwerte haben. Verdunstung und Grundwasserneubildung sind Funktionen bestandesbezogener Strukturparameter und des Wachstums der Bestände. Die intensive Erfassung von Struktur- und Prozessparametern in den Ökosystemen und die Quantifizierung ihrer Wechselwirkungen ist eine wichtige Voraussetzung für die Bewertung der wasserwirtschaftlichen Leistung der Wälder. Baumart und Alter, die vertikale Schichtung und Mischung der Wälder sowie ihre Bewirtschaftung beeinflussen maßgeblich die Komponenten des Wasserkreislaufes. Erst durch die Berücksichtigung der strukturellen Besonderheiten der Wälder wird eine treffende Beurteilung ihrer Wasserhaushaltsbedingungen möglich.

Die Forstwirtschaft hat über Baumartenwahl und Bewirtschaftung die Möglichkeit, die „Wasserbringefunktion“ des Bestandes und somit den Beitrag zum Landschaftswasserhaushalt gezielt zu beeinflussen. Die Ergebnisse sind u.a. für die Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von Buchenwäldern bedeutsam, weil sie eine Prognose der sich herausbildenden hydrologischen Situation erlauben.

Literatur

- LÜTZKE, R. und K.-H. SIMON, 1975: Zur Bilanzierung des Wasserhaushalts von Waldbeständen auf Sandstandorten der DDR. - Beiträge für Forstwirtschaft 9, 1, 5-12.
- MÜLLER, J., 1993: Die Großlysimeteranlage Britz (bei Eberswalde). Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Göttingen 71: 161-163.
- MÜLLER, J., A. BOLTE, W. BECK und S. ANDERS, 1998: Bodenvegetation und Wasserhaushalt von Kiefernforstökosystemen (*Pinus sylvestris* L.). Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Berlin 28 (1998), 407-414.
- MÜLLER, J., 2002: Wirkungszusammenhänge zwischen Vegetationsstrukturen und hydrologischen Prozessen in Wäldern und Forsten. S. 93 ff. In: Anders, S. et al.: Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands. Oberwinter, Verlag Dr. Kessel, 283 S.
- MÜLLER, J., W. BECK, F. HORNSCHUCH und A. STEINER, 2002: Quantifizierung der ökologischen Wirkungen aufwachsender Kiefern-Buchen-Mischbestände im nordostdeutschen Tiefland. Beitr. f. Forstwirtschaft. Landschaftsökologie, 36, 3, 125-131.
- MÜLLER, J., 2003: Veränderung hydrologischer Parameter im Prozess des Waldumbaus. S. 42 ff. In: Anders, S. et al.: Untersuchungen zur Ökologie von Kiefern-Buchen-Mischbeständen im nordostdeutschen Tiefland und Ableitung von Empfehlungen zur Durchführung des Buchen-Unterbaus in Kiefern-Reinbeständen. Abschlussbericht des BMBF-Verbundprojektes „Ökologische Voraussetzungen und Wirkungen des Waldumbaus im nordostdeutschen Tiefland (Förderkennzeichen 0339731). Bundesforschungsanstalt Forst- u. Holzwirtschaft, Institut für Forstökologie und Walderfassung, 226 S.
- MÜLLER, J., 2005: 30 Jahre forsthydrologische Forschung auf der Großlysimeteranlage in Britz – Zielstellung und Ergebnisse. In: Bericht über die 11. Gumpensteiner Lysimetertagung, „Lysimetrie im Netzwerk der Dynamik von Ökosystemen“ am 5. und 6. April 2005, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 29-32.
- MÜLLER, J., 2007: Forestry and limited water budget in the Northeast German Lowlands – consequences for choice of tree species and forest management. In: Progress in Hydro Science and Engineering, The Role of Forests and Forest Management in the Water Cycle, Contributions to the Sino-German Symposium 27-30 November 2006, Dresden. Dresden Water Center. Volume 3/2007, 355-364.
- MÜLLER, J. and A. BOLTE, 2009: The use of lysimeters in forest hydrology research in north-east Germany. Landbauforschung, vTIAgriculture and Forestry Research, Vol. 59 No. 1 03.2009, 1-10.
- MÜLLER, J., 2011: Veränderung wachstumsrelevanter hydroökologischer Parameter im Prozess des Waldumbaus von Kiefernforsten zu Buchenwäldern auf grundwasserfernen Sandstandorten. 14. Gumpensteiner Lysimetertagung, „Lysimeter in der Klimaforschung und Forstwirtschaft“ am 3. und 4. Mai 2011, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 111-117.