

Die Substratgruppe Tonschiefer

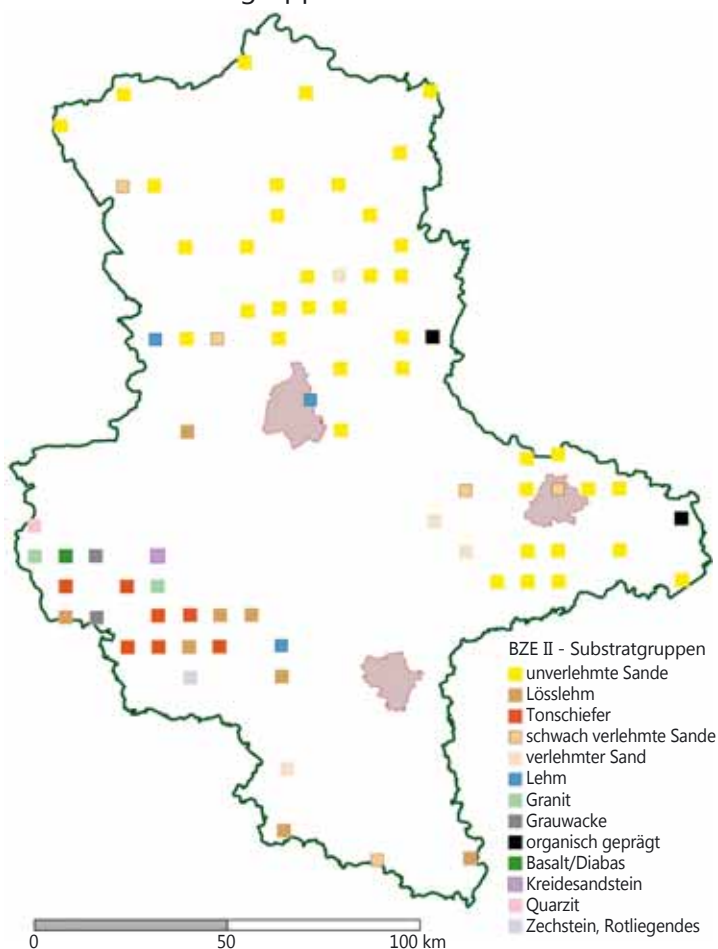
Jan Evers, Uwe Paar und Inge Dammann

Jeder der 388 BZE II-Punkte in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt wurde im Rahmen der Auswertungen der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) einer Substratgruppe zugeordnet. Die Generierung der länderübergreifenden Substratgruppen erfolgte dabei nach den Merkmalen Ausgangssubstrat (Ausgangsgestein), Lagerung (Substrat-Lagerung), Bodenart, Bodenmorphologie und Bodenphysik. In Sachsen-Anhalt kommen 13 der für Nordwestdeutschland insgesamt definierten 16 Substratgruppen vor. Für 41 BZE II-Punkte (53 %) wurde die Substratgruppe „unverlehmte Sande“ ausgewiesen. Diese Substratgruppe wurde ausführlich im Waldzustandsbericht 2016 vorgestellt. Fünf BZE-Punkte (6 %) wurden als „schwach verlehmte Sande“ und vier Punkte (5 %) als ver-



Foto: M. Schmidt

Substratgruppen in Sachsen-Anhalt



Zuordnung der 76 sachsen-anhaltischen BZE II-Punkte zu Substratgruppen

lehmte Sande eingruppiert. 10 % der BZE-Punkte werden standörtlich von Lösslehmvorkommen bestimmt. 9 % der BZE-Punkte gehören zu den Tonschieferstandorten, die in diesem Bericht vorgestellt werden. Die Substratgruppen „Granit“, „Grauwacke“, „Kreidesandstein“, „Lehm“, „Ton(stein)“ und „Basalt/Diabas“, „Quarzit“ sowie „organisch geprägte Standorte“ sind jeweils mit Anteilen von 1-3 % vertreten (siehe Abb. unten).

Geologie

Tonschiefer ist ein Sedimentgestein, welches unter hohem Druck und hoher Temperatur in größerer Bodentiefe im Zuge von Gebirgsbildung und Plattentektonik verfestigt und verändert wurde. Dabei kennzeichnet den Tonschiefer eine dünnsschichtige Spaltbarkeit entlang engständiger paralleler Flächen (Schieferungsflächen). Je nach Sedimentanlieferung und -ablagerung kann der Tonschiefer sehr verschieden zusammengesetzt sein. Überwiegend ist er sehr fein und dicht als Folge einer Sedimentation überwiegend toniger Partikel am Grunde ehemaliger Gewässer in Senken und großräumigen Becken ohne starke Strömung. Er kann aber auch sandige und schluffige Komponenten enthalten. Es wird zwischen dem sedimentären Tonschiefer, der in Wasser quillt und dem metamorphen Tonschiefer unterschieden, der nicht auf Wasser reagiert. Wurden auch organische Bestandteile sedimentiert, verdichtet und umgewandelt, dann kann der Tonschiefer Erdöl und -gas enthalten. Je nach Einlagerung und Umwandlung kann der Tonschiefer schwarz-grau, bläulich oder rötlich-violette Färbung aufweisen. Die Sedimentgesteine, aus denen der Tonschiefer gebildet wurde, entstanden in unterschiedlichen Erdzeitaltern vom Silur, Devon und Perm bis hin zur Jura, Kreide und dem Tertiär. Bedeutende Vorkommen von Tonschiefer finden sich im Fichtelgebirge, Harz, Eifel, Thüringer Schiefergebirge, Rheinisches Schiefergebirge, Taunus, Hunsrück und in der Oberlausitz.

Schindeln aus Tonschiefer decken viele Häuser und werden noch heute oft als Giebel- und Fassadenverkleidung genutzt. Vor der industriellen Papierherstellung waren Schiefertafeln gängige Gebrauchsgegenstände in Schulen, Haushalten und Gewerbe.

In den Gesteinsfolgen Sachsens-Anhalts zählt der Tonschiefer zu den sehr alten Gesteinen im Grundgebirgsstock, der vom Ende der Erdurzeit (Präkambrium) bis zum Unterkarbon im Erdaltertum zwischen rund 550 bis 300 Millionen Jahren sedimentiert und verfestigt wurde. Dieses Gestein tritt im Harz an die Oberfläche und besteht aus feinen Gesteinsbruchstücken, die schwach verfestigt sind und eine engständige Schieferung im Millimeterbereich aufweisen. Aus diesem Gestein entstanden häufig Fließerdern und Schutte, die im Oberboden auch eingewehten Lösslehm enthalten können (Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt 2014).

Bodenartenschichtung (Substrat-Lagerung)

Überwiegend findet man an den Tonschiefer-BZE II-Punkten in Sachsen-Anhalt schluffige, schwach tonige oder sandige Lehme bis zu sandig lehmigen oder mittel tonigen Schluffen bis zu 30 cm Mächtigkeit über dem skelett-

Die Substratgruppe Tonschiefer

reichen Tonschiefer. Vereinzelt sind diese feinkbodenreichen Decken, auch mit Lösslehm, bis zu 70 cm mächtig. Die Tonschiefer-Standorte der BZE II sind karbonatfrei.

Bodentypen

Der charakteristische Bodentyp in der Substratgruppe Tonschiefer ist die Braunerde. Im BZE II-Kollektiv wurden weit überwiegend reine Braunerden ausgewiesen, teilweise kamen noch Pseudogley-Braunerden (bei höherem Lösseinfluss) vor.

Humusformen

Die vorkommenden Humusformen auf den Standorten der Substratgruppe Tonschiefer in Sachsen-Anhalt sind zum Zeitpunkt der BZE II (2007) relativ günstig: Insgesamt drei der betreffenden BZE-Punkte zeigen den Humustyp Mull, zwei Standorte die Humusform Moder und zwei Standorte den deutlich schlechtere Zersetzung anzeigenden Rohhumusartigen Moder. Zum Zeitpunkt der BZE I (1992) gab es nur einen Standort mit der Humusform Mull und jeweils drei in der Gruppe der Moder- und Rohhumusartigen Moder. Die beiden Verteilungen zeigen eine Tendenz zu besseren Humusformen in der BZE II an, für gesicherte Aussagen ist das Tonschiefer-Kollektiv in Sachsen-Anhalt allerdings zu klein. Diese tendenzielle Verbesserung in den Humusformen kann nicht wie in Niedersachsen auf Waldkalkungen zurückgeführt werden, da in Sachsen-Anhalt an diesen BZE-Punkten keine Waldkalkung dokumentiert ist.

Trophie

Die Trophiestufen der Tonschiefer-Standorte liegen zu 40 % im eutrophen und gut mesotrophen (Nährkraftstufen reich und kräftig), zu 10 % im mesotrophen (Nährkraftstufe mittel) und zu 40 % im schwach mesotrophen Bereich



Typisches BZE-Tonschieferprofil bei Hayn im Harz, eine Braunerde mit hohen Steinanteilen im Unterboden, der gut durchwurzelt ist
Foto: NW-FVA

(Nährkraftstufe ziemlich arm). Die weite Spanne der Trophiestufen im Tonschiefer hängt mit der unterschiedlichen Zusammensetzung des Gesteins zusammen. Je nach der einst sedimentierten Komponente und dem Verwitterungsgrad kann der Tonschiefer sehr unterschiedlich mit Nährstoffen versorgt sein. Häufig findet sich eine bessere Nährstoffversorgung eher in den mehr tonigen Ausprägungen des Tonschiefers, die schwächere Nährstoffausstattung eher in den mehr sandigen, flachgründigen Standorten.

Natürliche Waldgesellschaften und aktuelle Bestockung

Auf Tonschiefer-Standorten kommen natürlicherweise Hainsimsen-, Waldmeister- und Waldschwingel- sowie Zahnwurz-Buchenwälder je nach Nährstoffausstattung und Höhenlage des Tonschiefers vor.

Hainsimsen-Buchenwälder sind typisch für mittel und gering mit Nährstoffen versorgte Tonschiefer-Standorte in der montanen und submontanen Stufe. Neben der Hainsimse kommen u. a. Drahtschmiele, Frauenhaarmoos, Pillesegge, Wald-Ehrenpreis, Rotes Straußgras, Sauerklee, Frauenfarn und Rasenschmiele vor.

Hainsimsen-Waldmeister- (submontane Lagen) und Waldschwingel-Buchenwälder (montane Lagen) finden sich vorzugsweise auf Standorten mit mächtigeren Lösslehmdecken (bis 70 cm) oder den mehr tonigen Ausprägungen des Tonschiefers. Charakterarten der Hainsimsen-Waldmeister-Buchenwälder sind u. a. Weiße Hainsimse, Buschwindröschen, Flattergras, Waldmeister, Wald-Segge, Eichenfarn, Frauenfarn und Goldnessel.

Zahnwurz-Buchenwälder kennzeichnen die sehr gut mit Nährstoffen versorgten Standorte in der montanen Stufe, die aber nicht im BZE-Kollektiv vertreten sind. Die Tonschiefer-Standorte in Sachsen-Anhalt liegen alle in der submontanen Stufe.

Zum Zeitpunkt der BZE II waren 60 % der Tonschiefer-Standorte mit überwiegend Fichte, 30 % mit überwiegend Laubholz (Eiche, Buche und Schwarzerle) sowie 10 % mit reiner Buche bestockt. Weitere, häufig vorkommende Mischbaumarten auf Tonschiefer sind die Lärche und Douglasie, auf den besser nährstoffversorgten Standorten auch Bergahorn und Kirsche.

Chemische Bodenkenngößen Austauschkapazität

Eine der wichtigsten bodenchemischen Messgrößen ist die Austauschkapazität als Summe der Konzentrationen der leicht mobilisierbaren Kationbasen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium sowie der Kationsäuren Aluminium, Eisen, Mangan und Protonen.

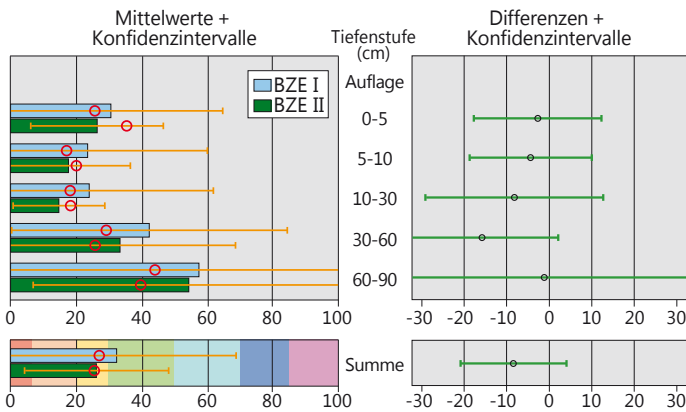
Die Substratgruppe Tonschiefer gehört in Sachsen-Anhalt zu den mittel mit Nährstoffen versorgten Standorten. Die mittlere Austauschkapazität beträgt knapp 500 kmol_c je Hektar bis 90 cm Bodentiefe und liegt damit durchschnittlich im mittleren Bewertungsbereich nach der AK Standortskartierung (2016). Die über das Profil summierte Austauschkapazität schwankt je nach Standort zwischen 320 kmol_c je Hektar (noch mittlerer Bewertungsbereich) bis knapp 1000 kmol_c je Hektar (mittel-hoher Bewertungsbereich).

Die Substratgruppe Tonschiefer

Basensättigung

Im Zuge fortschreitender Bodenversauerung werden die an der Pufferung beteiligten basischen Kationen Calcium, Magnesium und Kalium vom Austauscher durch die sauren Kationen Aluminium, Eisen, Mangan und Wasserstoff-Ionen verdrängt. Die Austauschkapazität bleibt dabei weitgehend konstant, es verringert sich jedoch die Basensättigung, also der relative Anteil der basischen Nährstoffkationen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium im Vergleich zur Summe aller Kationen am Austauscher. Ein starkes Absinken der Basensättigung im Mineralboden ist eine Folge luftbürtiger versauernd wirkender Stoffeinträge. Eine Basensättigung unterhalb von 20 % wird als gering, unter 7 % als sehr gering eingestuft. Diese Werte werden in den am stärksten versauerten Waldböden erreicht. Für Böden mittlerer Nährstoffgüte ist eine Basensättigung von 30 bis 50 % definiert.

Basensättigung (%)



Basensättigung der Substratgruppe Tonschiefer (n=7) in sachsen-anhaltischen Waldböden als Mittelwert für die BZE I und II (linke Spalte) und Differenz (BZE II – BZE I) (rechte Spalte) nach Tiefenstufen und Summe bis 90 cm

Für die Tonschiefer-BZE-Standorte in Sachsen-Anhalt liegt die durchschnittliche Basensättigung auf Profilebene bei 26 % und damit im gering-mittleren Bewertungsbereich. Ähnlich geringe durchschnittliche Basensättigungen in Sachsen-Anhalt bis 90 cm Bodentiefe zeigen auch die Substratgruppen unverlehmter Sand, Grauwacke und Quarzit. Die durchschnittlichen Calciumvorräte im Tonschiefer befinden sich im mittel-hohen, die Magnesiumvorräte im gering-mittleren und die Kaliumvorräte im mittleren Bewertungsbereich.

Veränderung der Basensättigung

Für die Tonschiefer-Standorte verringerten sich die durchschnittlichen Basensättigungswerte zwischen den BZE-Zeitpunkten leicht, doch sind diese Unterschiede in keinem Fall signifikant. Mit 26 % Basensättigung zum Zeitpunkt der BZE II hat sich die Basensättigung im Vergleich zur BZE I um 7 %-Punkte verringert, dieser Unterschied lässt sich jedoch nicht statistisch absichern. Aufgrund der sehr unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung des Tonschiefer-Gesteins sind die austauschbaren Nährstoffvorräte im Mineralboden sehr

verschieden und die Streuungen der Basensättigung entsprechend hoch. Abnahmen der Basensättigung sind in jeder Tiefenstufe aufgetreten. In Abhängigkeit der standörtlichen Voraussetzungen sind die Tonschiefer-Standorte grundsätzlich für Waldkalkungen vorgesehen.

Wesentliche Veränderungen gegenüber der BZE I haben auch für die pH-Werte nicht stattgefunden. Die Tonschiefer-Standorte decken sowohl in der BZE I als auch BZE II den Austauscher-Pufferbereich ab. Seit der BZE I sind die mittleren pH(H₂O)-Werte im Auflagehumus leicht signifikant gesunken und im Mineralboden leicht gestiegen. Die pH(KCl)-Werte sind tendenziell gesunken, signifikant im Auflagehumus und oberen Mineralboden bis 10 cm Bodentiefe. Die abnehmenden pH-Werte im Auflagehumus lassen weiter auf zu hohe Säureeinträge schließen. Im Mineralboden hat sich hinsichtlich der pH(H₂O)-Werte der Zustand nicht weiter verschlechtert. Die signifikant geringeren pH(KCl)-Werte im oberen Mineralboden lassen jedoch auf abgelaufene und noch ablaufende Pufferreaktionen schließen, die Protonen an der Bodenmatrix binden und damit sinkende pH(KCl)-Werte verursachen.

Ernährungssituation der Waldbäume

In der Substratgruppe Tonschiefer ist in Sachsen-Anhalt die Fichte im Harz am häufigsten vertreten. Die Bewertung der Ernährungssituation der Fichte erfolgt anhand der Mediane für die Hauptnährstoffe (Stickstoff, Kalium, Phosphor, Calcium und Magnesium) sowie der Stickstoffquotienten zum Zeitpunkt der BZE II im Jahr 2007 (Tabelle unten).

Die Fichte kommt im BZE II-Kollektiv in Sachsen-Anhalt lediglich an zehn Punkten vor, davon entfallen vier auf die Substratgruppe Tonschiefer.

Die Ergebnisse der Nadelanalysen in Sachsen-Anhalt insgesamt zeigen eine luxuriöse Versorgung (oberhalb des Normalbereichs) der Fichte mit Stickstoff und Calcium. Dies gilt auch für die Fichte auf Tonschieferstandorten. Die Calciumgehalte in den Fichtennadeln in dieser Substratgruppe liegen mit einem Median von 6,3 mg/g sogar noch über dem Landesdurchschnitt (5,5 mg/g).

Die Versorgung der Fichten mit Phosphor und Magnesium ist landesweit und auch auf den Tonschieferstandorten gut (Normalbereich). Darüber hinaus zeigen die Mediane der N/P und N/Mg-Quotienten ausgewogene Elementverhältnisse.

Die Kaliumgehalte in den Fichtennadeln auf Tonschiefer befinden sich ebenfalls überwiegend im Normalbereich, die N/K-Quotienten deuten allerdings auf unharmonische Elementverhältnisse hin. Auch dies entspricht dem Landesdurchschnitt.

Elementgehalte und Stickstoffquotienten

Baumart	Anzahl BZE-Punkte	Elementgehalte (mg/g)					Stickstoffquotient			
		Stickstoff N	Phosphor P	Kalium K	Calcium Ca	Magnesium Mg	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg
Rotfichte	4	17,4	1,7	5,0	6,3	1,3	10,1	3,5	2,9	14,1

- Elementgehalt im latenten Mangel bzw. Stickstoffquotient unausgewogen
- Elementgehalt im Normalbereich bzw. Stickstoffquotient ausgewogen
- Elementgehalt oberhalb des Normalbereichs

Median der Elementgehalte und Stickstoffquotienten in Fichtennadeln (1. Nadeljahrgang) an BZE II-Punkten auf Tonschiefer. Bewertung der Elementgehalte nach Göttlein (2015) und der Stickstoffquotienten nach Mellert u. Göttlein (2012)