

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/261365506>

Vergleich verschiedener Kalkungskonzeptionen hinsichtlich der Beurteilung der Kalkungsbedürftigkeit mecklenburgischer Waldböden anhand von Bodendaten der zweiten bundesweiten Boden...

Article in *Forstarchiv* · January 2014

CITATIONS

3

READS

402

3 authors, including:



Alexander Russ

Landesbetrieb Forst Brandenburg

52 PUBLICATIONS 172 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Winfried Riek

Eberswalde University for Sustainable Development

172 PUBLICATIONS 641 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Kurzbeiträge | Short Contributions

Als erster bundesweiter Erfahrungsaustausch fand auf Einladung des Staatsbetriebs Sachsenforst am 26. und 27. Februar 2013 in Dresden das *Kolloquium zur Bodenschutzkalkung im Wald* statt. Die Kurzbeiträge dieses Heftes fassen Vorträge dieser Tagung zusammen. Weitere Beiträge dieser Tagung sind die Originalartikel von Greve und Keitel in diesem Heft des Forstarchivs.

forstarchiv 85, 55-58
(2014)

DOI 10.4432/0300-4112-85-55

© DLV GmbH

ISSN 0300-4112

Korrespondenzadresse:

aruss@hnee.de

Eingegangen:

26.06..2013

Vergleich verschiedener Kalkungskonzeptionen hinsichtlich der Beurteilung der Kalkungsbedürftigkeit mecklenburgischer Waldböden anhand von Bodendaten der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE-2)

Comparison of various guidelines for estimating the need of forest liming in Mecklenburg-Vorpommern using data of the second national forest soil inventory (BZE-2)

ALEXANDER RUSS¹, WINFRIED RIEK^{1,2} und JAN MARTIN³

¹ HNE Eberswalde (FH), Alfred-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde, aruss@hnee.de

² Landeskompentenzentrum Forst Eberswalde, Alfred-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde

³ Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, Zeppelinstraße 3, 19061 Schwerin

Kurzfassung

Zur Einschätzung der Kalkungsbedürftigkeit mecklenburgischer Waldböden wurden sieben verschiedene Kalkungskonzeptionen aus unterschiedlichen Regionen (Bundesländer) auf die Stichprobendaten der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald angewendet. Die getrennt nach Bodentypengruppen ermittelten Häufigkeiten kalkungswürdiger Standorte unterscheiden sich in der Gesamtzahl sowie hinsichtlich der vorrangig zu kalkenden Standorte sehr deutlich. Die ursprünglich angestrebte Verwendung bestehender Konzeptionen anderer Regionen zur Einschätzung der Anteile kalkungsbedürftiger Standorte in Mecklenburg-Vorpommern erscheint somit nur wenig zweckmäßig.

Schlüsselwörter: Bodenschutzkalkung, Kalkungsrichtlinien, Bodenversauerung, Gesetz des Örtlichen, Forstwirtschaft, Waldsterben, ergebnislose Forschung

Abstract

The goal of this study was to estimate the need for forest liming in Mecklenburg-Vorpommern (Germany). As "reinventing the wheel" is usually pointless, seven already existing guidelines from other German regions were used. The study was based on inventory data of the national forest soil inventory program (BZE-2). The frequencies of potential sites for liming were calculated for the whole sample. Additionally, to get an overview of the most preferential sites, the frequencies for different soil type groups were calculated separately. Unfortunately the results showed a high degree of differences and contrarities. As a result of these findings, the initial goal of estimating the need of forest liming by already existing guidelines could not be accomplished.

Key words: forest liming, liming guidelines, soil acidification, iron law of locality, forestry, forest decline, null-results

Einleitung

Die Ausbringung von Kalken hat in der deutschen Forstwirtschaft eine lange Tradition. So wurden erste Versuche bereits kurz vor der vorletzten Jahrhundertwende angelegt. Im größeren Maßstab erfolgten Kalkungen jedoch erst seit den späten 1920er-Jahren (Trümper 1948, Wiedemann 1948). Während bei diesen Kalkungsmaßnahmen vorrangig die Steigerung der Holzproduktion und die Kompensation nachteiliger Auswirkungen des wirtschaftlich interessanteren Nadelholzanbaus im Vordergrund standen, wurden mit der Zunahme neuartiger Waldschäden in den 1980er-Jahren vor allem Kalkungsprogramme zur Kompensation anthropogener Säureeinträge durchgeführt (Literaturübersicht vgl. Feger 1998).

Schon immer wurde die konkrete Ausbringung von Kalken in engem Zusammenhang mit den standörtlichen Verhältnissen betrachtet. So wies schon Wiedemann (1948) als „Grundsätzliche Fragen der Kalkdüngung in der Forstwirtschaft“ auf die Notwendigkeit „... einer sorgsam Prüfung der besonderen Standortverhältnisse“ hin. Zugleich berichteten bereits in den frühen Jahren der Waldkalkung unter dem Titel „Der Wald braucht Kalk“ regionale Akteure für die verschiedenen Gebiete Deutschlands (z. B. Nordwestdeutschland, Westdeutschland, Südbayern, Nordbayern, Ostdeutschland, Norddeutschland, u. a.) über unterschiedliche Konzepte und Erfahrungen mit der Kalkausbringung im Wald (Lidl et al. 1948, Wittich et al. 1951, Düngerkalk-Hauptgemeinschaft 1959).

Im nordostdeutschen Tiefland wurden großflächige Kalkungs-

programme bisher nicht durchgeführt. Den nachteiligen Auswirkungen von atmosphärischen Säureeinträgen und der in der Vergangenheit nicht immer standortgerechten Holzartenwahl wird vorrangig mit umfangreichen Waldumbauprogrammen begegnet.

Entsprechend der größeren Bedeutung neuartiger Waldschäden in den Gebieten der Mittelgebirge bestehen dort größere praktische Erfahrungen mit der Bodenschutzkalkung. Dementsprechend liegen Kalkungskonzeptionen vorrangig für Waldstandorte der Mittelgebirge vor.

Bei den seit den 1980er-Jahren durchgeführten Bodenschutzkalkungen wird die Auswahl kalkungswürdiger Bestände sowie die Ableitung geeigneter Aufwandmengen und Kalkungsintervalle in der Regel auf die anthropogen eingetragenen Säuremengen zurückgeführt. Für die standortbezogene pragmatische Abschätzung der Kalkungsbedürftigkeit wurden verschiedene standörtliche und bodenchemische Kriterien definiert (vgl. Feger 1998).

Entsprechend den föderalen Strukturen wurde in Deutschland in den vergangenen Jahren eine Vielzahl unterschiedlicher Konzeptionen für die Beurteilung der Kalkungsbedürftigkeit von Waldstandorten entwickelt. Diese Konzeptionen sind – vergleichbar mit den frühen Erfahrungen der Waldkalkung (s. o.) – auf die speziellen Rahmenbedingungen der einzelnen Länder hinsichtlich naturräumlicher Gegebenheiten sowie auf praktisch anwendbare boden- und standortkundliche Kriterien ausgelegt.

Ursprüngliches Ziel der vorliegenden Auswertung war es somit, die umfangreichen und bereits durch eine breite praktische Anwendung bestätigten Kalkungskonzeptionen der Mittelgebirge auch für Standorte des nordostdeutschen Tieflands (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg) nutzbar zu machen.

Material und Methoden

Zur Einschätzung der aktuellen Kalkungsbedürftigkeit nordostdeutscher Waldböden wurden die Stichprobendaten der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE-2) ausgewertet. Ergänzend zu den auf Stoffbilanzen, Kronenzustands- und Waldernährungsdaten basierenden Auswertungen von Russ et al. (2011) und Riek et al. (2012) wurden die Kriterien unterschiedlicher Kalkungskonzeptionen verschiedener Bundesländer und Autoren auf Stichprobendaten der BZE-2 Mecklenburg-Vorpommerns angewendet. Die Auswertung der Häufigkeiten kalkungswürdiger Standorte entsprechend dieser Richtlinien sollte einen Überblick über den Anteil kalkungswürdiger Standorte liefern. Zugleich sollten die ggf. vorrangig zu kalkenden Standorte identifiziert werden. Dementsprechend wur-

den die Häufigkeiten zusätzlich getrennt nach Bodentypengruppen, basierend auf den Einheiten der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Arbeitsgruppe Boden 2005), ausgewertet. Einen Überblick über die Zusammensetzung der gebildeten Gruppen und die jeweiligen Stichprobenumfänge gibt Abbildung 1.

Prinzipiell lassen sich die Kriterien der einzelnen Kalkungskonzeptionen nach den vier Bereichen Regionalbezug (Naturraum, Nutzungsgeschichte, Verwaltungsstrukturen etc.), Hydromorphie, Bodenchemie und standortkundliche Einheit gliedern. Der Regionalbezug wurde bei den hier vorgestellten Ergebnissen nicht berücksichtigt. Hydromorphe Standorte werden in allen berücksichtigten Konzeptionen ausgeschlossen, sodass ausschließlich die terrestrischen Stichprobenpunkte ausgewertet wurden. Rechtliche Ausschlusskriterien wie die Lage in Trinkwasserschutz- oder Naturschutzgebieten wurden für die Auswertungen ebenfalls nicht berücksichtigt. Die Anzahl der entsprechend der jeweiligen Konzeptionen tatsächlich kalkbaren Standorte wäre somit etwas kleiner als die hier dargestellten Häufigkeiten. Einen Überblick über die beiden verbleibenden Kriteriengruppen Bodenchemie und standortkundliche Einheit in den einzelnen Kalkungskonzeptionen gibt Tabelle 1.

In Einzelfällen mussten für die Umsetzung der einzelnen Kriterien der verschiedenen Konzeptionen leichte Anpassungen bzw. Annahmen getroffen werden. So wurde für die Anwendung der niedersächsischen Kalkungskonzeption (NW-FVA 2010) versucht, den Nährstoffzahlen 2, 3 und 4 der niedersächsischen Standortkartierung möglichst gleichwertige Standortseinheiten des nordostdeutschen Tieflands in Form der Nährkraftstufen Z, M und K zuzuordnen. Für die Unterscheidung der kalkungswürdigen Basensättigungstypen 4 und 5 von den Typen 1 bis 3 im Rahmen der bayrischen Kalkungskonzeption (Stetter 2010) wurde in Anlehnung an Kölling (2010) ein fester Schwellenwert definiert. Für die beiden Kalkungskonzeptionen von v. Wilpert et al. (2010) und Krauß (1997), mit deren Hilfe sich im Gegensatz zu den anderen Konzeptionen konkrete CaCO_3 -Mengen ableiten lassen, wurden jeweils die Häufigkeiten für die beiden Stufen $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ und $3,0 \text{ t ha}^{-1}$ ermittelt. Die bodenchemischen Schwellenwerte für den Mineralboden nach Asche (1998) wurden jeweils als gültig gewertet, wenn sie in einer der untersuchten Tiefenstufen (0...5, 5...10, 20...30, 30...60, 60...90 [cm]) erfüllt wurden. Unter den ausgewerteten Konzeptionen nimmt Krauß (1997) eine Sonderrolle ein. Bei diesem Vorschlag zur Kalkdüngung im Rahmen von Waldumbaumaßnahmen handelt es sich zwar um einen speziell für das nordostdeutsche Tiefland entwickelten Ansatz, jedoch nicht um eine Richtlinie zur Bodenschutzkalkung.

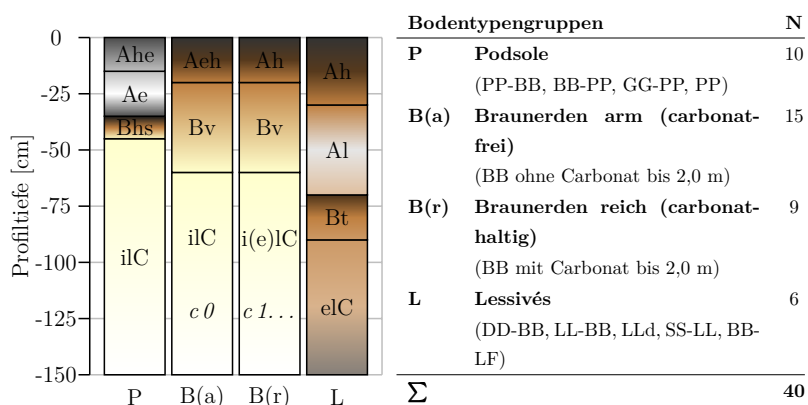


Abb. 1. Bodentypen und Stichprobenumfang (Bodentypen- und Horizontalsymbole entsprechend Arbeitsgruppe Boden 2005).

Soil types and sample sizes (abbreviations for horizons and soil types corresponding to Arbeitsgruppe Boden 2005).

Tab. 1. Bodenchemische und standortkundliche Kriterien für die Auswahl kalkungswürdiger Standorte.
Soil chemical thresholds and forest site mapping criteria for forest liming.

Konzeption	bodenchemische Schwellenwerte	Standortseinheiten (Nährkraftstufe)
v. Wilpert et al. (2010, 2011) (BW)	$\text{CaCO}_3 [\text{t ha}^{-1}] = (\text{Ake}_{60\ldots 90} - S_{60\ldots 90}) 0,5 M_{\text{CaCO}_3}$	
Stetter (2010) (BY)	$\text{BS}_{60\ldots 90} < 20 \%$	
NW-FVA (2010) (NI)	$\text{pH}(\text{KCL})_{30\ldots 60} < 4,5$	Z v M v K
Asche (1998) „erforderlich“ (NW)	$\text{pH}(\text{KCL})_{\text{MB}} < 4,2 \wedge \text{Ca}+\text{Mg}[\%]_{\text{MB}} < 15 \%$	
Asche (1998) „dringend“ (NW)	$\text{pH}(\text{H}_2\text{O})_{\text{MB}} < 4,2 \wedge \text{pH}(\text{KCL})_{\text{MB}} < 3,8 \wedge \text{Ca}+\text{Mg}[\%]_{\text{MB}} < 5 \%$ $\wedge \text{H}+\text{Fe}[\%]_{\text{MB}} > 5 \%$	
Leube (2000) (SN)	$\text{C}/\text{N}_{\text{Auflage}} > 20 \wedge \text{C}/\text{P}_{\text{Auflage}} > 250 \wedge \text{pH}(\text{H}_2\text{O})_{0\ldots 30} < 4,2 \wedge \text{pH}(\text{KCL})_{0\ldots 30} < 3,8 \wedge \text{BS}_{0\ldots 30} < 15 \%$	Z v M
NW-FVA (2010) (ST)	$\text{BS}_{30\ldots 60} < 15 \%$	Z v M v K
Krauß (1997) (BB)	$\text{BS}_{\text{Auflage}} > 75,0 \%$ → $0,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$ $\text{BS}_{\text{Auflage}} < 75,0 \%$ → $1,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$ $\text{BS}_{\text{Auflage}} < 64,5 \%$ → $\geq 3,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$	Z v M v K v R

Ake = eff. Kationenaustauschkapazität [kmolc ha^{-1}], M_{CaCO_3} = molare Masse von CaCO_3 [t kmol^{-1}], S = austauschbare Ca-, Mg-, K-Ionen [kmolc ha^{-1}], BS = Basensättigung (Ake) [%], $\text{Ca}+\text{Mg}[\%]_{\text{MB}}$ = Ca+Mg-Sättigung im Mineralboden (Ake) [%], $\text{H}+\text{Fe}[\%]_{\text{MB}}$ = H+Fe-Sättigung im Mineralboden (Ake) [%], xx...xx = Tiefenbereich der Mineralbodenschicht [cm]

BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, NI = Niedersachsen, NW = Nordrhein-Westfalen, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, BB = Brandenburg

Ergebnisse

Einen Überblick über die getrennt nach Bodentypengruppen ermittelten Häufigkeiten kalkungswürdiger Standorte gibt Tabelle 2. Zum einen zeigen sich große Unterschiede zwischen den einzelnen Konzeptionen hinsichtlich der Gesamtzahl zu kalkender Standorte und zum anderen bestehen teilweise auch deutliche Unterschiede hinsichtlich der Vorrangigkeit zu kalkenden Standorten. So variiert die Gesamtzahl kalkungswürdiger Standorte zwischen 5 % (v. Wilpert et al. 2010, $\geq 3,0 \text{ t ha}^{-1}$) und 95 % (Asche 1998, „erforderlich“). Während bei der Mehrzahl der Konzeptionen der Schwerpunkt der zu kalkenden Standorte bei der Bodentypengruppe der karbonatfreien Braunerden liegt, werden von den auf Vorratskennwerten und Tiefengradiententypen basierenden Ansätzen v. Wilpert et al. (2010) und Stetter (2010) vorrangig Podsole als kalkungsbedürftig

ausgewiesen. Anhand des ausschließlich auf der Basensättigung in der Humusaufgabe basierenden Ansatzes von Krauß (1997) ergeben sich für die Gruppe der Podsole dagegen die geringsten Anteile kalkungswürdiger Standorte. Die Bodentypengruppe der Lessivés wird ebenfalls sehr unterschiedlich eingeschätzt. So wurde beispielsweise nach Leube (2000) nicht einer dieser Standorte als kalkungswürdig eingeschätzt, während die Lessivés in den Konzeptionen NW-FVA (2010) (Niedersachsen), Krauß (1997) und v. Wilpert et al. (2010) mit zu den vorrangig kalkungswürdigen Standorten zählen.

Tab. 2. Anteile kalkungswürdiger Standorte entsprechend den verschiedenen Kalkungskonzeptionen.
Frequencies of sites for forest liming corresponding to the different liming guidelines.

Konzeption	Podsole	Braunerden (a)	Braunerden (r)	Lessivés	Gesamt
	Anteile kalkungswürdiger Standorte [%]				
v. Wilpert et al. (2010, 2011) $\geq 3,0 \text{ t ha}^{-1}$ (BW)	10	0	0	17	5
v. Wilpert et al. (2010, 2011) $\geq 1,5 \text{ t ha}^{-1}$ (BW)	60	53	22	50	48
Stetter (2010) (BY)	100	73	11	17	58
NW-FVA (2010) (NI)	30	93	78	83	73
Asche (1998) „erforderlich“ (NW)	100	100	100	67	95
Asche (1998) „dringend“ (NW)	50	20	0	17	23
Leube (2000) (SN)	10	13	0	0	8
NW-FVA (2010) (ST)	40	93	56	33	63
Krauß (1997) (BB) $\geq 3,0 \text{ t ha}^{-1}$	40	73	44	50	55
Krauß (1997) (BB) $\geq 1,5 \text{ t ha}^{-1}$	40	87	67	67	68

BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, NI = Niedersachsen, NW = Nordrhein-Westfalen, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, BB = Brandenburg

(a) = arm, (r) = reich

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die teils sehr gegensätzlichen Ergebnisse verdeutlichen, dass eine einfache Übertragung bestehender Kalkungskonzeptionen für die Ermittlung kalkungsbedürftiger Waldstandorte Mecklenburg-Vorpommerns nur wenig geeignet ist. Diese Problematik betrifft auch die Ableitung von Mittel-/Indexwerten auf Grundlage der bestehenden Ansätze.

Verallgemeinernd lassen sich die Ergebnisse als ein ausgesprochen eindrucksvolles Beispiel für das in der Forstwirtschaft traditionsreiche und wahrscheinlich auf Pfeil (vgl. Wagenknecht et al. 1956, 11-22) und Wiedemann (Wiebecke 1990) gleichsam zurückgehende „Eiserne Gesetz des Örtlichen“ deuten, welches neben natürlichen Umweltfaktoren auch wirtschaftliche und strukturelle Faktoren mit einschließt. Anhand der berechneten Häufigkeiten verdeutlicht sich dies, wenn man die Ergebnisse mit den Häufigkeiten in den Ursprungsregionen vergleicht. So wird in Baden-Württemberg für 68 % der Waldfläche eine Kalkungsbedürftigkeit von $\geq 3,0 \text{ t ha}^{-1}$ ermittelt (v. Wilpert et al. 2011), während mit dem gleichen Ansatz nur 5 % der mecklenburgischen Standorte als kalkungsbedürftig eingeschätzt werden. Ein genau entgegengesetzter Trend lässt sich anhand des bayerischen Kalkungsansatzes beobachten. So werden in Bayern lediglich 22 % der Standorte als potentiell kalkungsbedürftig eingeschätzt. Auf Grundlage der mecklenburgischen BZE-2-Stichprobe ergibt sich jedoch ein Anteil von 58 % potenziell kalkungswürdiger Standorte.

Das „Eiserne Gesetz des Örtlichen“ lässt sich teilweise bereits „a-priori“ anhand der Ansätze der einzelnen Kalkungskonzeptionen erkennen. So basiert beispielsweise die Kalkungskonzeption von v. Wilpert et al. (2010) (siehe auch v. Wilpert et al. 2011) auf speziell für die Böden Baden-Württembergs zugeschnittenen Annahmen hinsichtlich natürlicher Bodenentwicklung und historischen Eintragungsgeschehens, welche sich nicht einfach auf andere Regionen übertragen lassen.

Als „gescheiterter Versuch“ im Sinne von Mück (2011) stellen die Beobachtungen aus unserer Sicht trotzdem einen wichtigen Teilschritt für die zweckmäßige Beurteilung der Kalkungsbedürftigkeit von Waldstandorten des nordostdeutschen Tieflands dar.

Literatur

- Arbeitsgruppe Boden 2005. Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl. Stuttgart
- Asche N. 1998. Bodenschutzkalkung in Nordrhein-Westfalen. Informationen für Waldbesitzer. Düsseldorf
- Düngerkalk-Hauptgemeinschaft (Hrsg.) 1959. Der Wald braucht Kalk. 3. Aufl. Köln
- Feger K.H. 1998. Boden- und Wasserschutz in mitteleuropäischen Wäldern – III: Waldbauliche Möglichkeiten und Maßnahmen des technischen Bodenschutzes. Bodenschutz 3, 103-108
- Kölling C. 2010. Macht sauer wirklich lustig? LWF aktuell 17, 21-24
- Krauß H.H. 1997. Beitrag zur Frage der Kalkdüngungsbedürftigkeit von Umwandlungsbestockungen auf Standorten des nordeutschen Tieflandes. Beitr. Forstwirtsch. u. Landschaftsökol. 31, 125-133
- Leube F. 2000. Leitfaden Forstliche Bodenschutzkalkung in Sachsen, Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten 21. Graupa
- Lidl O., Heuvel K., Pfort E., Philippi R., Plassmann E., Trümper K.H., Wiedemann E., Wipfler G., Wittmann R. (Hrsg.) 1948. Der Wald braucht Kalk. Forstwirtschaftliche Praxis 3. München
- Mück L. 2011. Editorial note. Journal of Unsolved Questions 1, I-III
- NW-FVA 2010. Merkblatt Bodenschutzkalkungen in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt. Göttingen
- Riek W., Russ A., Martin J. 2012. Soil acidification and nutrient sustainability of forest ecosystems in the northeastern German lowlands – Results of the national forest soil inventory. Folia Forestalia Polonica 54, 187-195
- Russ A., Riek W., Martin J. 2011. Zustand und Wandel der Waldböden Mecklenburg-Vorpommerns – Ergebnisse der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung in Mecklenburg-Vorpommern. Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern 9. Schwerin
- Schulze G. 1996. Anleitung für die forstliche Standorterkundung im nordostdeutschen Tiefland – (Standorterkundungsanleitung) SEA 95, Bd. A – Standortsform. Schwerin
- Stetter U. 2010. Bodenschutzkalkung? Fraget die Bäume LWF aktuell 17, 25-27
- Trümper K.H. 1948. Ergebnisse und Auswertung praktischer Forstkalkung. In: Lidl O., Heuvel K., Pfort E., Philippi R., Plassmann E., Trümper E., Wiedemann E., Wipfler G., Wittmann R. (Hrsg.) Der Wald braucht Kalk. Forstwirtschaftliche Praxis 3. München, 37-41
- Wagenknecht E., Scamoni A., Richter A., Lehmann J. 1956. Eberswalde 1953 – Wege zu standortgerechter Forstwirtschaft. Radebeul
- Wiebecke C. 1990. Wiedemanns „Eisernes Gesetz des Örtlichen“ – Geschichte eines falschen Zitats und Anmerkungen zu Wilhelm Pfeil. Forstarchiv 61, 182-185
- Wiedemann E. 1948. Grundsätzliche Fragen der Kalkdüngung in der Forstwirtschaft. In: Lidl O., Heuvel K., Pfort E., Philippi R., Plassmann E., Trümper K.H., Wiedemann E., Wipfler G., Wittmann R. (Hrsg.) Der Wald braucht Kalk. Forstwirtschaftliche Praxis 3. München, 7-14
- Wilpert v. K., Schäffer J., Holzmann S., Hug R., Meining S., Zirlewagen D., Augustin N. 2010. Ableitung eines langfristigen Kalkungsprogramms. AFZ-DerWald 65, 20-25
- Wilpert v. K., Zirlewagen D., Holzmann S., Schäffer J. 2011. Bodendaten der BZE, Grundlage für eine langfristige Bodenschutzkalkungsstrategie. In: Universität Freiburg, FVA Freiburg (Hrsg.) Bodenzustandserfassung, aktuelle Gefährdungen und Trends. Freiburger Forstliche Forschung – Berichte 88. Freiburg, 42-52
- Wittich W., Wiedemann E., Lidl O., Aichinger E., Eckmüller O., Admont H., Hufnagl H. 1951. Kalk für den Wald. Die Studienreise. Wien