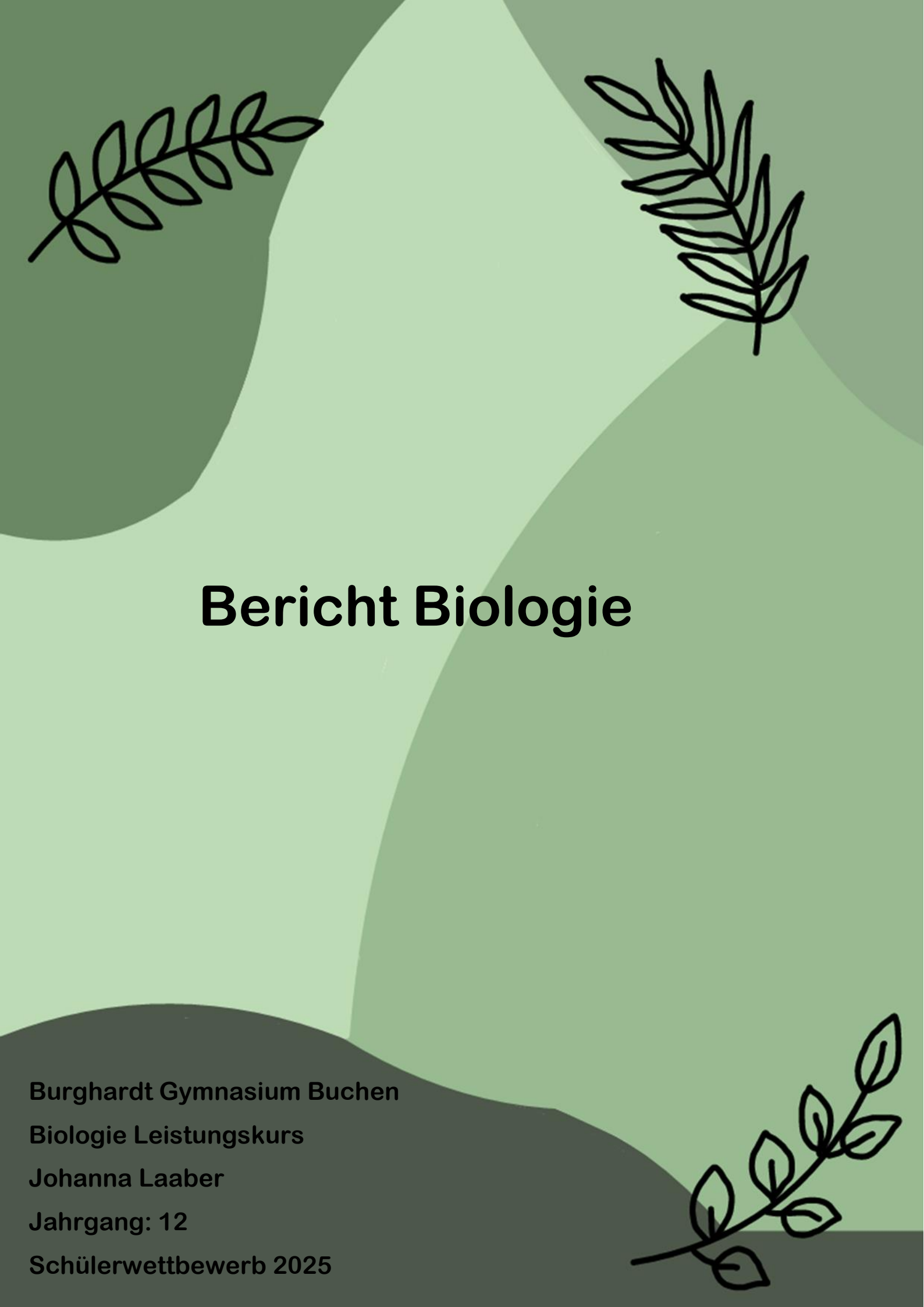




Bericht Biologie

Burghardt Gymnasium Buchen

Biologie Leistungskurs

Johanna Laaber

Jahrgang: 12

Schülerwettbewerb 2025

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung und Relevanz des Themas	S. 1
Fragen und Hypothesen	S. 2
Versuch Nr. 1	S. 3
Versuch Nr. 2	S. 4
Daten und Datenauswertung	S. 5
Deutung und Diskussion	S. 6-8
Literaturverzeichnis	S. 9-10
Anhang	S. 11-13

1. Einleitung und Relevanz des Themas:

Wälder, Ozeane und Artenvielfalt sind die ersten Assoziationen, wenn man an den Schutz der Erde denkt. Jedoch denken die wenigsten Menschen an den Boden, obwohl dieser fundamental für das Leben auf der Erde ist. Böden dienen als Standort für Pflanzen, Wasserspeicher, Nährstoffspeicher und Lebensraum für Bodenorganismen. Es scheint so, als wären Böden unendliche Ressourcen, doch das Gegenteil ist der Fall. Laut einer Studie sind ca. 1/3 der Böden weltweit in einem schlechten Zustand und jedes Jahr gehen ca. 10 Mio. Hektar der fruchtbaren Böden verloren (www.bund-rlp.de, 2025). Diese Böden können sich nicht in kurzer Zeit regenerieren oder neu bilden. Es dauert Jahrhunderte oder sogar Jahrtausende, bis sich fruchtbare Böden bilden (www.scinexx.de, 2025). Die Zerstörung der Böden hat erhebliche Auswirkungen auf die Menschheit und die Artenvielfalt. Dazu zählen beispielsweise Ernteverluste, die die Nahrungsmittelversorgung gefährden, sowie die Zerstörung des Lebensraums vieler Bodenorganismen. Aufgrund der Bedeutung von Böden als Lebensgrundlage ist der Schutz und die nachhaltige Nutzung von Böden von großer Bedeutung.

Ich persönlich halte es für wichtig, dass man auf die Bedeutung und die Wichtigkeit des Bodenschutzes aufmerksam macht. Besonders interessant ist das Thema aufgrund der geographischen Lage in den Gebieten rund um Buchen, da diese Gebiete im Laufe der Erdgeschichte von mehreren gesteinsbildenden Prozessen geprägt wurden, sodass vor allem Kalkstein und Sandstein als Ausgangsgesteine die Böden beeinflussen. Die Böden, die sich über diesen Gesteinen befinden, weisen dadurch verschiedene charakteristische Merkmale auf, die einen bedeutsamen Einfluss auf das Pflanzenwachstum haben. Aufgrund dieser Eigenschaften kann man Rückschlüsse darauf ziehen, welche Bodeneigenschaften das Pflanzenwachstum fördern. Außerdem liefern diese Eigenschaften wichtige Erkenntnisse für die Landwirtschaft und die Nährstoffe, die Pflanzen zum Wachsen benötigen. Diese Unterschiede bieten eine spannende Grundlage, um den Zusammenhang zwischen Bodeneigenschaften und Vegetation zu untersuchen.

In diesem Bericht soll untersucht werden, wie sich die Eigenschaften der Böden auf Kalkstein beziehungsweise Sandstein auf das Wachstum von Pflanzen auswirken.

2. Fragen und Hypothesen

Frage: Welche Auswirkungen haben von Kalkstein bzw. von Sandstein geprägte Böden auf das Pflanzenwachstum ?

H₁: Auf dem Boden über Kalkstein wachsen Pflanzen schneller

H₂: Auf dem Boden über Sandstein wachsen Pflanzen schneller

H_A: Es gibt keinen Unterschied zwischen den beiden Böden

Begründung der Hypothesen:

H₁: Der Boden über Kalkstein besitzt vorteilhafte Eigenschaften für das Pflanzenwachstum wie beispielsweise eine bessere Versorgung mit Nährstoffen wie Phosphor und Stickstoff.

H₂: Der Boden über Sandstein besitzt vorteilhafte Eigenschaften für das Pflanzenwachstum wie beispielsweise eine lockere Bodenstruktur, sodass sich schnell Wurzelkomplexe bilden können, die die Pflanzen stabilisieren.

H₃: Der Bodentyp hat keinen Einfluss auf das Pflanzenwachstum. Die Unterschiede sind von anderen abiotischen- bzw. biotischen Faktoren abhängig.

3. V₁: Das Pflanzenwachstum von Kresse auf von Sandstein- bzw. Kalkstein geprägten Böden:

V₁: Materialien:



1* Erde (Kalksteinregion)

1* Erde (Sandsteinregion)



2* Pflanzenbehälter



1* Sprühflasche



2* 46 Kressen
samen

V₁: Versuchsaufbau:



Durchführung Versuch 1 :

1. Behälter mit den jeweiligen Zeitaltern beschriften
2. Die jeweilige Erde in die Behälter füllen
3. Zweimal die gleiche Anzahl an Samen abzählen
4. Samen in die Erde pflanzen
5. Gleiche Lichtbedingungen herstellen
6. Jeden Tag mit der Sprühflasche gießen (gleiche Wassermenge)
7. Jeden Tag Anzahl der Pflanzen und die Größe der größten Pflanze prüfen

3. V₂: Messung des pH-Wertes, Stickstoffgehaltes, Phosphorgehaltes und Kaliumgehaltes:

V₂: Materialien:



Pürckhauer



O-Horizont (Kalkstein)

A-Horizont (Kalkstein)



O-Horizont (Sandstein)

A-Horizont (Sandstein)

Weitere Materialien:

- Hammer
- 16 Reagenzgläser
- 16 Bechergläser
- 16 Pipetten
- Testkit
- Wasser

V₂: Versuchsaufbau:



O-Horizont Kalkstein



O-Horizont Sandstein



A-Horizont Kalkstein



A-Horizont Sandstein



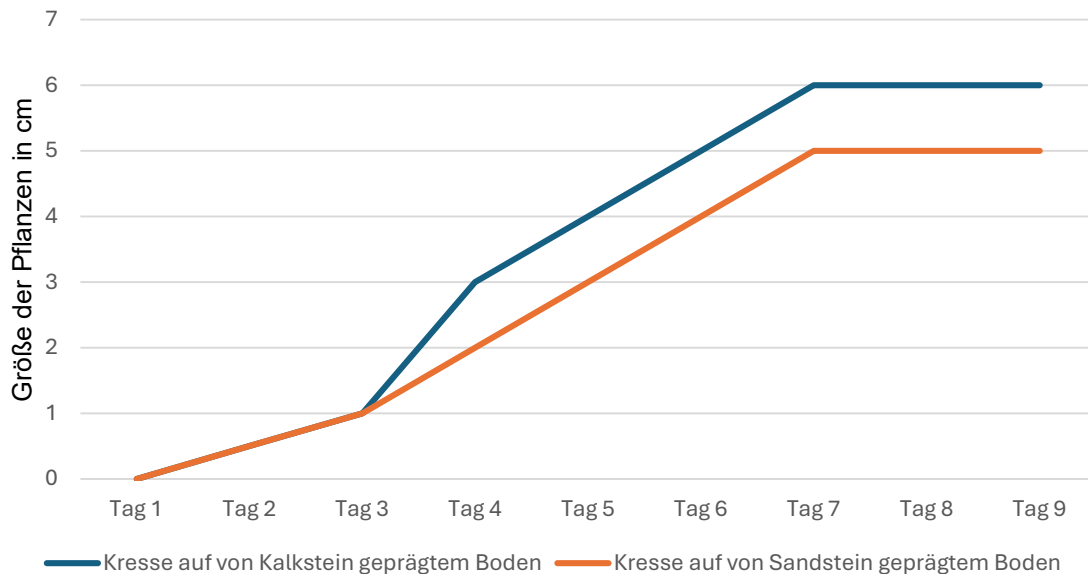
Durchführung Versuch 2:

1. Mithilfe von dem Pürckhauer und dem Hammer Bodenproben nehmen
2. Den A- und den O- Horizont voneinander abtrennen
3. Die Reagenzgläser in Reagenzglasständer stellen
4. 2g von dem jeweiligen Horizont in 4 Reagenzgläser geben
5. Wasser hinzufügen und die Gläser schütteln
6. 30 Minuten warten
7. 1 ml von der Lösung mithilfe der Pipetten in Bechergläser geben
8. Die Indikatoren nach Anweisungen der Packungsbeilage hinzufügen
9. Nach 30 Sekunden die Werte anhand der Farbskala ablesen



4. Daten und Datenauswertung:

Größe der Kressepflanzen:



Das Diagramm zeigt das Pflanzenwachstum von Kressepflanzen auf von Sandstein bzw. Kalkstein geprägtem Boden. Die Werte zeigen, dass die Pflanzen auf dem von Kalkstein geprägtem Boden schneller und höher wuchsen (6cm) als die Pflanzen auf dem von Sandstein geprägtem Boden (5cm)

Messwerte von pH-Wert, Stickstoffgehalt, Phosphorgehalt und Kaliumgehalt:

	pH-Wert	Stickstoffgehalt (mg/l)	Phosphorgehalt (mg/l)	Kaliumgehalt (mg/l)
0-Horizont Kalkstein	10	0-10 (Tendenz 0)	80-120 (Tendenz 120)	240
A-Horizont Kalkstein	9-10 (Tendenz 10)	0	120-240 (Tendenz 120)	240
0-Horizont Sandstein	8-9 (Tendenz 9)	0-10 (Tendenz 0)	120-240 (Tendenz 120)	0-20 (Tendenz 20)
A-Horizont Sandstein	7-8 (Tendenz 8)	0-10 (Tendenz 0)	120-240 (Tendenz 120)	120-240 (Tendenz 120)

Die Tabelle zeigt verschiedene Messungen von dem A- bzw. O- Horizont von Böden über Kalkstein bzw. über Sandstein. Der Boden über Kalkstein weist allgemein höhere pH-Werte, einen höheren Phosphorgehalt sowie einen höheren Kaliumgehalt auf. Was den Stickstoffgehalt betrifft gibt es kaum Unterschiede bei den beiden Böden.

Pflanzenanzahl nach 9 Tagen:

Maximale Pflanzenanzahl auf von Kalkstein geprägtem Boden: 38

Maximale Pflanzenanzahl auf von Sandstein geprägtem Boden: 25



5. Deutung und Diskussion:

Geographische Hintergründe:

Die Entstehung von Sandstein beziehungsweise Kalkgestein ist auf die Ablagerung von Sedimentgestein während der Trias (251,9 bis 201,3 Mio. Jahren vor heute) ([geowiki.geo.lmu.de](https://www.geowiki.geo.lmu.de/), 2025) zurückzuführen. Das Bezugsgebiet rund um Buchen (Blume et al., 2018, S. 43) ist vor allem durch diese Gesteinsarten geprägt. Die Entstehung von Sandstein geht aus den Ablagerungen während der Frühtrias hervor. Durch den meist fluvialen Transport von kontinentalem Erosionsmaterial in das Germanische Becken entstand durch die Ablagerung von Sedimenten Sandstein (www.trias-verein.de, 2025). Die Entstehung von Kalkstein ist auf den Zeitraum der Mitteltrias zurückzuführen. Während dieser Zeit, war das Germanische Becken von einem flachen Meer bedeckt, sodass es zur Ablagerung kalkhaltiger Sedimente (www.walderlebnispfad-buchen.de, 2025) und deren Verdichtung zu Kalkgestein kam (www.trias-verein.de, 2025).

Von Kalkstein bzw. Sandstein geprägte Böden:

Gestein stellt das Ausgangsmaterial der Pedogenese dar. Das bedeutet, dass das Gestein zur Mineralbereitstellung der Böden beiträgt. (Blume et al., 2018, S. 344). Kalkstein besteht überwiegend aus den Mineralien Calcit und Aragonit (Kristallisationsformen von Calciumcarbonat). Weitere Minerale des Kalksteins sind bspw. Tonminerale und Dolomit (www.steine-und-minerale.de, 2025). Quarz stellt den Hauptbestandteil von Sandstein dar. Andere mineralische Bestandteile sind bspw. Ton-, Kalk- und Eisenverbindungen (www.steine-und-minerale.de, 2025).

Bodentypen der Bezugsgebiete:

In Abbildung 4 ist zu erkennen, dass die typische Bodenart im Gebiet um Schloßau die Braunerden sind. Außerdem befindet sich Schloßau in dem Gebiet, in dem die Böden vor allem von dem oberen Buntsandstein beeinflusst werden. (Abbildung 8). Über Sandstein befinden sich in der Regel basenarme Braunerden, welche durch den großen Anteil an Grobporen besonders wasserleitfähig sind. (Blume et al., 2018, S. 412). Die typische Bodenart im Bezugsgebiet Hettingen nennt man Rendzinen. Diese Böden weisen vor allem ein hohes Basenreichtum und ein hohes Nährstoffreichtum auf (Frey & Lösch, 2014, S. 435).

pH-Wert:

Sandsteinböden weisen pH-Werte bis zu 3,5 (saure Böden) auf. Im Vergleich dazu weisen Kalksteinböden pH-Werte ab 7 (basisch) auf (www.open-edu.translate.goog, 2025), da Kalk zusammen mit Wasser und Kohlendioxid ein Puffersystem bildet, welches Säure neutralisiert, indem die sauer wirkenden Protonen (H⁺) mit den Carbonationen Bindungen eingehen, welche neutralisierend wirken ([waldkalkung.com](https://www.waldkalkung.com/), 2025).

Nährstoffverfügbarkeit und Stabilität des Bodens:

Die Nährstoffverfügbarkeit und die Stabilität des Bodens stehen in enger Verbindung mit dem pH-Wert. Böden enthalten Kationen, welche unter anderem auch wichtige Nährstoffe für Pflanzen sind (www.lfu.bayern.de, 2025).

Basische Böden enthalten im Gegensatz zu sauren Böden besonders viele Kationen. Dies führt zu einer höheren Kationenaustauschkapazität, weshalb in basischen Böden die Nährstoffverfügbarkeit und auch die Aggregatstabilität höher sind als in sauren Böden (www.bodengesundheitsdienst.de, 2025), (www.erdflow.com, 2025), (www.gd.nrw.de, 2025). Durch die Bildung größerer Aggregate werden die Poren des Bodens vergrößert. Dies führt zu einer erhöhten Wasserspeicherfähigkeit. Aus diesen physikalischen und

chemischen Aspekten resultieren bessere Lebensbedingungen für Bodenorganismen sowie eine höhere Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit (waldkalkung.com, 2025).

Bei sauren Böden ist der Ligandenaustausch bezüglich der Nährstoffverfügbarkeit des Bodens von großer Bedeutung, da dieser zur Stabilisierung organischer Substanzen durch Minerale beiträgt (Blume et al., 2018, S. 74, 77). Jedoch verringert Säure die Verfügbarkeit von Nährstoffen, da durch die geringere Aggregatstabilität die Nährstoffe in sauren Böden schneller ausgewaschen werden (agriculture-vic-gov-au.translate.goog, 2025).

Stickstoff:

Stickstoff ist ein sehr bedeutendes Nährelement für Pflanzen und Mikroorganismen. Ohne Stickstoff ist die für Pflanzen essentielle Photosynthese nicht möglich. Außerdem ist Stickstoff ein essentieller Bestandteil in Desoxyribonukleinsäure (DNS), Ribonukleinsäure (RNS), Aminoazuckern, Aminosäuren und Proteinen. Der meiste Anteil von Stickstoff im Boden ist organisch gebunden. Da Pflanzen den Stickstoff in mineralischer Form benötigen, muss dieser durch die Mineralisierung in pflanzenverfügbare Formen überführt werden (Blume et al., 2018, S. 518). Saure Böden können durch ihre allgemein geringe Fähigkeit Nährstoffe zu speichern wenig Stickstoff speichern. Auch die Nitratauswaschung durch Regenwasser ist bei sauren Böden von großer Bedeutung (Blume et al., 2018, S. 530). Bei stark sauren Böden mit einem pH-Wert unter 5,5 kommt es außerdem zu einer Abnahme der Nitrifikation, weshalb Stickstoff für Pflanzen schwer zugänglich wird (Blume et al., 2018, S. 525). Basische Böden besitzen eine gute Fähigkeit zur Speicherung von Nährstoffen. Bei neutralen bis leicht alkalischen pH- Werten erreicht die Nitrifikationsrate höhere Werte als bei saurer Umgebung (Abb. 3). Auch die Mikroorganismen, die Ammonium in Nitrat umwandeln bevorzugen neutrale bis leicht basische Verhältnisse (landwirtschaft.sachsen.de, 2025).

Stickstoffmangel kann Auswirkungen wie Zwergwuchs oder eine gelbe Verfärbung der Blätter auf Pflanzen haben.

Phosphor:

Phosphor ist ein lebenswichtiges Hauptnährelement für Pflanzen, (Blume et al., 2018, S. 536) da Phosphor wichtig für die Energieübertragung, die Synthese organischer Substanzen und als Zellbaustein ist. Pflanzen nehmen Phosphor meist in Form von Ionen auf (Blume et al., 2018, S. 537). Im Boden kommt Phosphor meist in Form von Apatiten (Orthophosphate mit Bindung an Ca) vor. Durch die Verwitterung dieser Apatite wird Phosphor freigesetzt (Blume et al., 2018, S. 538). In basischen Böden wird Phosphor vor allem durch die Bindung an Calcium fixiert (www.eurofins-agro.com, 2025). In sauren Böden wird Phosphor vor allem durch die Bindung an Eisen fixiert (www.eurofins-agro.com, 2025). Auch die Phosphor Sorption spielt bei der Phosphorverfügbarkeit eine bedeutende Rolle. Mit abnehmendem pH-Wert nimmt die Sorption zu. Das heißt, dass vor allem in sauren Böden Phosphor für pflanzen schwerer zugänglich ist (Blume et al., 2018, S. 542).

Phosphormangel kann zu Wachstumshemmungen von Spross, Blättern und Wurzeln und im weiteren Verlauf zu einer rötlichen Verfärbung älterer Blätter führen (Blume et al., 2018, S. 537).

Kalium:

Pflanzen nehmen Kalium als Kation aus der Bodenlösung auf. Pflanzen benötigen Kalium für die Einstellung des osmotischen Drucks und für die Regulierung des Wasserhaushaltes. Außerdem aktiviert Kalium wichtige Enzyme für die Fotosynthese, Stickstofffixierung, Stärkebildung und Zuckerverlagerung. In basischen Böden ist der Kaliumgehalt höher als in sauren Böden. Von großer Bedeutung ist hierbei die Kationenaustauschkapazität, da durch die höhere Kationenaustauschkapazität in basischen Böden die Kaliumkationen besser gebunden werden und die Kaliumauswaschung somit reduziert wird (Blume et al., 2018, S. 551).

Gute Kaliumverfügbarkeit erhöht die Standfestigkeit von Pflanzen und macht sie widerstandsfähiger gegenüber Frost, Dürre und Pilzkrankungen. Kalium ist relevant für den Ertrag und die Qualität des Ernteproduktes.

Bei Kaliummangel kommt es häufig zum Auftreten von Welkeerscheinungen (Blume et al., 2018, S. 551). Zudem kann ein Kaliummangel dazu führen, dass das Pflanzenwachstum reduziert wird (Frey & Lösch, 2014, S. 261).

Kresse:

Kresse ist eine schnell wachsende Pflanze aus der Familie der Kreuzblütler. Die Pflanze bevorzugt leicht saure bis neutrale pH-Werte und vor allem nährstoffreiche Böden, welche eine gute Versorgung von Stickstoff, Phosphor und Kalium liefern (samen.de, 2025), (Abb. 7).

Diskussion:

Zu Beginn ist es wichtig zu erwähnen, dass der Versuch unter den gleichen Wasser-, Licht- und Temperaturbedingungen durchgeführt wurde, sodass nur der verwendete Boden ein anderer ist. Auch zu beachten ist, dass der Versuch viele wichtige Aspekte bezüglich des Pflanzenwachstums darstellt. Jedoch liegen in der Natur weitere beeinflussende Faktoren vor, die bei dem Versuch außer Acht gelassen werden. Solche Faktoren sind beispielsweise die schnellere Nährstoffauswaschung von dem Boden über dem Sandstein und viele weitere abiotische Faktoren. Auch zu berücksichtigen ist die Tatsache, dass bei den Messungen bzw. der Probenentnahme Messfehler aufgetreten sein können. Die Messergebnisse zeigen auf, dass die Graphen, die das Pflanzenwachstum darstellen, in den ersten drei Tagen denselben Verlauf besitzen. Dies könnte zum einen an den Reservestoffen liegen, die das Anfangswachstum unabhängig vom Bodentyp ermöglichen (www-archiv.fdm.uni-hamburg.de, 2025.) und zum anderen an der höheren Nährstoffverfügbarkeit, welche anfangs im geschlossenen Behälter besteht. Ab dem dritten Tag ist ein deutlicher Unterschied in der Höhe der Pflanzen festzustellen, der bis zu Tag sieben einen Unterschied von 1cm aufweist. Ab dem siebten Tag stagnieren beide Graphen. Außerdem ist die Anzahl der Pflanzen, die auf dem von Kalkstein geprägtem Boden gewachsen sind, um 13 Pflanzen höher. Diese Unterschiede lassen sich durch die physikalischen- und chemischen Eigenschaften (pH-Wert, Stickstoffgehalt, Phosphorgehalt und Kaliumgehalt) der zwei unterschiedlichen Böden begründen. Insbesondere der Phosphor- und Kaliumgehalt des Bodens über Kalkstein sind höher, was eine bessere und höhere Nährstoffverfügbarkeit für die Pflanzen zur Folge hat. Wichtig zu erwähnen ist jedoch, dass die Messwerte der Böden weniger stark voneinander abweichen, als ursprünglich erwartet. Dies liegt daran, dass die Bodenproben aus beiden Bezugsgebieten in einem Mischwald genommen wurden. Daraus resultiert eine ähnliche Streuschicht, die sich aus ähnlichem biologischem Material zusammensetzt, wodurch sich ähnliche bis gleiche Messwerte erklären lassen. Eine weitere Beobachtung, welche man bei der Auswertung der Messwerte in Betracht ziehen muss, ist der unterschiedliche Trübungsfaktor der Reagenzien. Diese Trübung lässt sich durch den Prozess der Pedogenese erklären, da der Böden aus vielen verschiedenen, ungleichmäßig verteilten biologischen Bestandteilen besteht. Dennoch zeigen die Messwerte leicht unterschiedliche Ergebnisse auf. Vor allem ist zu erkennen, dass die Böden über Kalkstein basisch sind und die Böden über Sandstein eher einen neutralen pH-Wert besitzen. Dies erklärt die Beobachtung, dass der Boden über Sandstein poröser und lockerer ist. Zu untermauern ist dieser Aspekt durch die höhere Kationenaustauschkapazität bei einem höheren pH-Wert und die daraus resultierende höhere Aggregatstabilität.

Diese Erkenntnisse sind nicht nur für die Wissenschaft relevant, sondern auch für die lokalen Landwirte, welche aufgrund dieser Erkenntnisse Rückschlüsse auf die optimale Düngung und den passenden Standort von Pflanzen ziehen können. Diese Erkenntnisse ermöglichen den Landwirten den Ertrag zu steigern und somit wirtschaftliche Fortschritte zu erzielen.

6.Literaturverzeichnis:

Internetquellen:

- https://agriculture-vic-gov-au.translate.goog/farm-management/soil/soil-acidity?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=de&_x_tr_hl=de&_x_tr_pto=rq (14.04.2025.)
- <https://geowiki.geo.lmu.de/wiki/Trias> (14.04.2025.)
- https://landwirtschaft.sachsen.de/download/Fachinfo_Einsatz_Nitrifikationshemmer.pdf#:~:text=Unter%20optimalen%20Bedingungen%20wird%20Ammonium%20z%C3%BCgig%20durch%20nitrifizierende,optimale%20Temperaturen%20%28zwischen%2025%20und%2035oC%29%20im%20Boden. (25.04.2025.)
- <https://samen.de/blog/kresse-im-garten-standort-und-pfle-ge.html#:~:text=Gartenkresse%20%28Lepidium%20sativum%29%20geh%C3%B6rt%20zur%20Familie%20der%20Kreuzbl%C3%BCtler,Tagen%20k%C3%B6nnen%20die%20ersten%20zarten%20Bl%C3%A4ttchen%20geerntet%20werden.> (4.05.2025.)
- <https://www-archiv.fdm.uni-hamburg.de/b-onli-ne/d17/17i.htm#:~:text=Speicherproteine%20%28Reserveproteine%29%20umfassen%20eine%20Gruppe%20von%20Proteinen%2C%20die,entwickelnden%20Embryonen%20w%C3%A4hrend%20der%20Keimung%20als%20Stickstoffquelle%20dienen.> (11.05.2025.)
- <https://waldkalkung.com/fuer-alle/wie-wirkt-kalk-im-bo-den/#:~:text=Kalk%20neutralisiert%20im%20Boden%20in,noch%20physikalische%20und%20biologische%20Effekte.> (14.04.2025.)
- <https://waldkalkung.com/fuer-alle/wie-wirkt-kalk-im-boden/> (14.04.2025.)
- https://www.bodengesundheitsdienst.de/wp-content/uploads/2023/05/Erlaeuterung_Kationen-austauschkapazitaet_Website.pdf#:~:text=Die%20Kationenaustauschkapazität%20%28KAK%29%20in%20Verbindung%20mit%20einer%20Humusanalyse,und%20liefert%20Hinweise%20f%C3%BCr%20die%20Stabilit%C3%A4t%20der%20Bodenstruktur. (25.04.2025.)
- <https://www.bund-rlp.de/service/meldungen/detail/news/studie-boeden-werden-immer-schlechter-nur-noch-60-ernten-moeglich/#:~:text=Einer%20Studie%20der%20UN-Landwirtschaftsorganisation%20FAO%20zufolge%20ist%20die,die%20Menschheit%20etwa%20zehn%20Millionen%20Hektar%20fruchtbaren%20Boden.> (10.05.2025.)
- <https://www.eurofins-agro.com/de-de/phosphor-bo-den#:~:text=Phosphor%20kommt%20im%20Boden%20in%20organischer%20wie%20auch,sauren%2C%20tonhaltigen%20B%C3%B6den%20als%20Al-%20bzw.%20Fe-Phosphat%20fixiert.> (26.04.2025.)
- <https://www.eurofins-agro.com/de-de/phosphor-bo-den#:~:text=Phosphor%20kommt%20im%20Boden%20in%20organischer%20wie%20auch,sauren%2C%20tonhaltigen%20B%C3%B6den%20als%20Al-%20bzw.%20Fe-Phosphat%20fixiert.> (26.04.2025.)
- <https://www.erdfloer.com/post/der-boden#viewer-8fhq7> (16.04.2025.)
- https://www.gd.nrw.de/wms_html/ISBK50/HTML/kak.htm#:~:text=Mit%20dem%20pH%20Wert%200 (16.04.2025.)
- https://www.lfu.bayern.de/boden/boeden_brauchen_wissenschaft/chemie/index.htm (16.04.2025.)

- <https://www.steine-und-minerale.de/gesteine/k/kalkstein.html> (6.05.2025.)
- <https://www.steine-und-minerale.de/gesteine/s/sandstein.html> (26.04.2025.)
- <https://www.scinexx.de/dossierartikel/wie-boden-entsteht/> (10.05.2025.)
- <http://www.trias-verein.de/geologie/buntsandstein.php> (6.05.2025.)
- <http://www.trias-verein.de/geologie/muschelkalk.php> (6.05.2025.)
- https://www-open-edu.translate.goog/openlearn/science-maths-technology/geology/practising-science-reading-the-rocks-and-ecology/content-section-2.2.1?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=de&_x_tr_hl=de&_x_tr_pto=rq (14.04.2025.)
- <https://www.walderlebnispfad-buchen.de/muschelkalk-und-buntsandstein.html> (14.04.2025.)

Fachliteratur:

- Amelung, Wulf; Blume, Hans-Peter; Fleige, Heiner; Horn, Rainer; Kandeler, Ellen; Kögel-Knabner, Ingrid; Kretzschmar, Ruben; Stahr, Karl; Wilke, Berndt-Michael. Überarb. von Gaiser, Thomas; Gauer, Jürgen; Stoppe, Nina; Thiele-Bruhn, Sören; Welp, Gerhard (2018): Lehrbuch der Bodenkunde. 17. Aufl. Scheffer, Schachtschabel. Springer Spektrum (Heidelberg)
- Frey, Wolfgang; Lösch, Rainer (2014): Geobotanik. Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit. 3. Aufl. Springer Spektrum (Heidelberg)

Bildquellen:

- https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/sites/default/files/public/styles/colorbox/public/lgrbwissen/grafiken/lgrb-grafik-naturwerksteine-geol-uebersichtskarte-buntsandstein-odenwald_lw.jpg?itok=Kr5eN4jL (14.04.2025.)
- https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2017_06_2303.pdf?utm_source=chatgpt.com (4.05.2025.)
- <https://www2.klett.de/sixcms/media.php/76/bodenregionen.jpg> (13.04.2025.)
- <https://maps.lgrb-bw.de/> (14.04.2025.)
- <https://www.newea.org/wp-content/uploads/2015/07/Figure-1-300x239.png> (14.04.2025.)
- https://www.walderlebnispfad-buchen.de/images/der_wald/fossil/germanisches_becken.jpg (24.04.2025.)

7. Abbildungsverzeichnis:

Das Bauland zur Zeit der Trias:



Abb. 1

www.walderlebnispfad-buchen.de, 2025.

Die 12 Bodenregionen und 38 Bodengroßlandschaften Deutschlands und ihrer wichtigsten Leitböden:

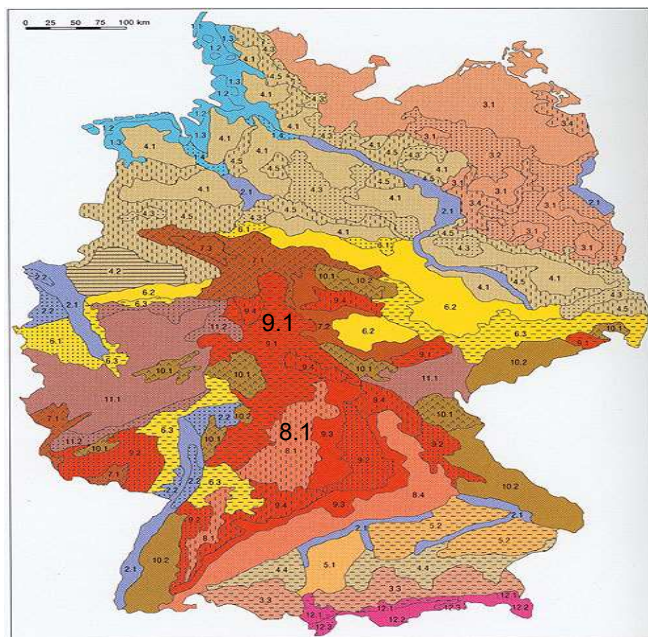


Abb. 2

www2.klett.de, 2025.

8.1 Bodengroßlandschaft mit hohem Anteil an karbonatischen Gestein im Wechsel mit Löss und Lösslehm

Leitböden: Rendzina/Pararendzina/Braunerde- Terra fusca

9.1 Bodengroßlandschaft mit hohem Anteil an Sand-, Schluff- und Tongestein, häufig im Wechsel mit Löss

Leitböden: Braunerde/Podsol/Parabraunerde/Pseudogley

Die maximale Nitrifikationsrate in Abhängigkeit zum pH-Wert:

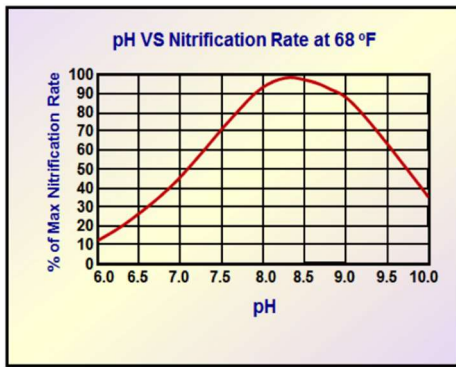


Abb. 3

www.newea.org, 2025.

Bodenübersichtskarte – Bodentypen:

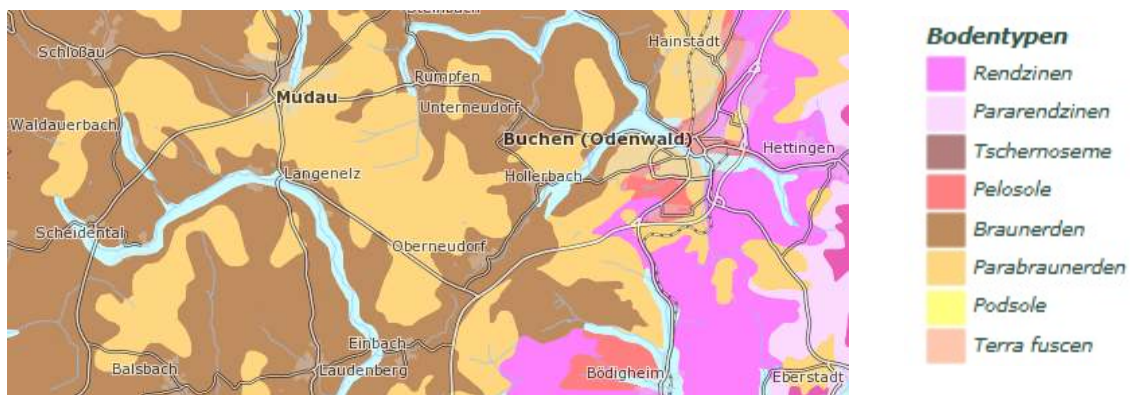


Abb. 4

maps.lgrb-bw.de, 2025.

Bodenübersichtskarte Nitratauswaschung:

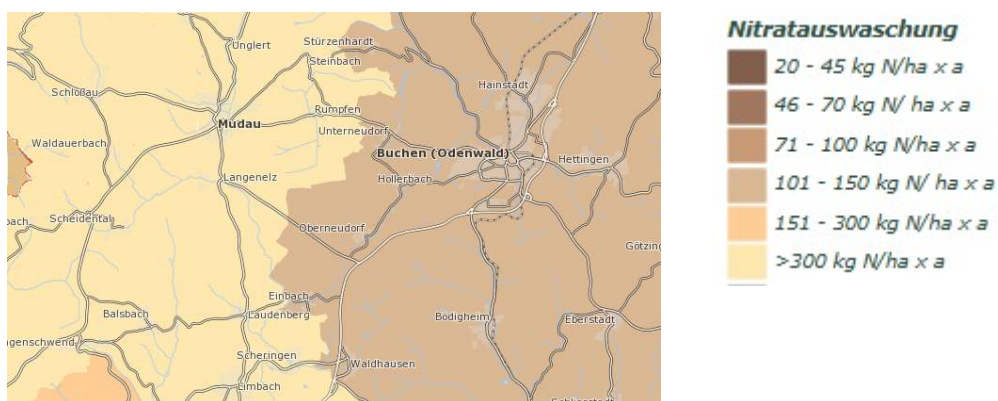


Abb. 5

maps.lgrb-bw.de, 2025.

Nährstoffbedarf von Kressepflanzen:

Kultur: Gewächshaus- und Hochtunnel- Gemüse	Ertrag (kg/a)	Nährstoffbedarf brutto (kg/ha) = Norm für die Berechnung der P-, K- und Mg-Düngung aufgrund von Bodenanalysen				Nährstoffgehalt der Ernterückstände (kg/ha)					Netto-Nährstoffbedarf (kg/ha) = Norm für die vereinfachte Berechnung der Suisse-Bilanz			
		N	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg	N _{verf.*}	N _{verw.**}	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg	N	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg
Aubergine Bodenkulturen	900	200	43.6 (100)	290.5 (350)	50	0	0	0	0	0	200	43.6 (100)	290.5 (350)	50
Bohnen Stangen- ^a	500	0-40	34.9 (80)	149.4 (180)	30	40	0	0	0	0	40	34.9 (80)	149.4 (180)	30
Endivie Herbst	450	140	21.8 (50)	149.4 (180)	30	0	0	0	0	0	140	21.8 (50)	149.4 (180)	30
Gurken Bodenkulturen 30 Stück/m ²	1500	200	43.6 (100)	249 (300)	60	0	0	0	0	0	200	43.6 (100)	249 (300)	60
Gurken Bodenkulturen 50 Stück/m ² ^b	2500	300	65.4 (150)	332 (400)	80	0	0	0	0	0	300	65.4 (150)	332 (400)	80
Kohlrabi	450	140	26.2 (60)	166 (200)	30	0	0	0	0	0	140	26.2 (60)	166 (200)	30
Krautstiel	900	200	43.6 (100)	332 (400)	50	0	0	0	0	0	200	43.6 (100)	332 (400)	50
Kresse ^a	130	20	4.4 (10)	24.9 (30)	10	0	0	0	0	0	20	4.4 (10)	24.9 (30)	10

Abb. 7

www.agrarforschungschweiz.ch, 2025.

Sandsteinvorkommen in Schloßau:

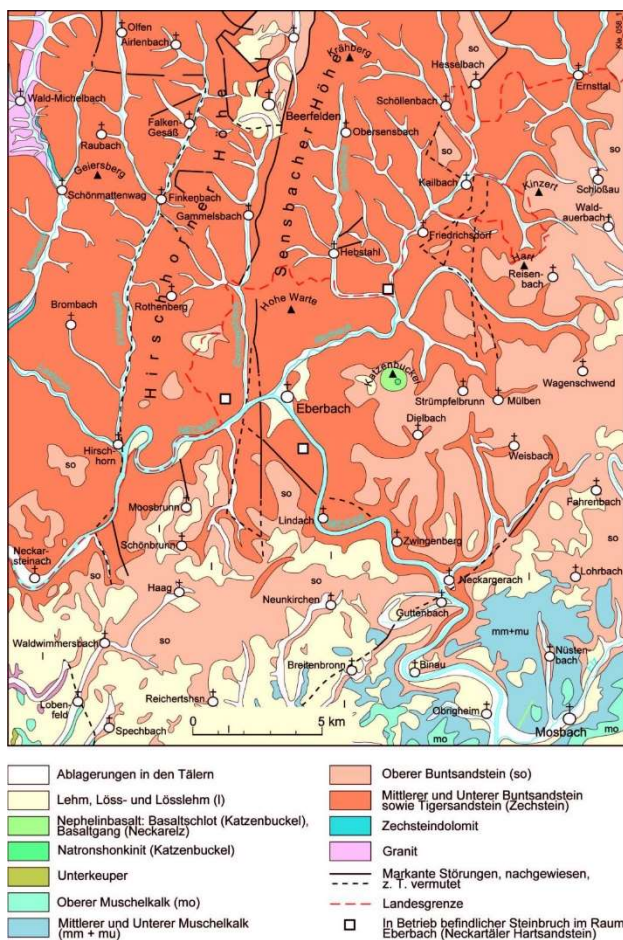


Abb.8

Lgrbwissen.lgrb-bw.de, 2025.