

# Anleitung zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung

Methode der Nutzungseignungsklassen (NEK-  
Methode)

Aktualisierte Version 2023

KOBO-Bericht Nr. 7

November 2023

Testversion

# Impressum

**Autor:innen:** Lucie Greiner, Gunnar Petter, Armin Keller

**Erscheinungsjahr:** 2023

**Herausgeber:** Kompetenzzentrum Boden (KOBO), ccsols.ch.

Das KOBO arbeitet im Auftrag der drei Bundesämter BAFU (Bundesamt für Umwelt), BLW (Bundesamt für Landwirtschaft) und ARE (Bundesamt für Raumentwicklung) und ist an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) der Berner Fachhochschule (BFH) in Zollikofen angesiedelt.

**Projektleitung:** Lucie Greiner und Gunnar Petter

**Externe Expert:innen:** Esther Bräm (Boden und Biotope), Franca Ciocco (Plantahof), Olivier Heller (Agroscope), Peter Schwab (ehem. NABO), Peter Weisskopf (ehem. Agroscope), Martin Zürner (myx GmbH)

**Begleitgruppe:** Nicolas Ballesteros (ARE), Andreas Chervet (Kanton BE), François Füllemann (Kanton VD), Petra Hellemann (BLW), Annelie Holzkämper (Agroscope), Aline Loher (Kanton SG), Daniela Marugg (RevKLABS/KA), Anina Schmidhauser (RevKLABS/KA), Cécile Wanner (Kanton ZH), Marina Wendling (FIBL) und die interdepartementale Arbeitsgruppe Fruchtfolgeflächen (IDA FFF).

**Empfohlene Zitierweise:** Greiner L., Petter G. und A. Keller (2023): Anleitung zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung. Methode der Nutzungseignungsklassen (NEK-Methode). Aktualisierte Version 2023. Kompetenzzentrum Boden KOBO. BFH-HAFL. CH-3052 Zollikofen-Bern, verfügbar unter [www.ccsols.ch](http://www.ccsols.ch) und [www.boden-methoden.ch](http://www.boden-methoden.ch)

**Hinweis:** Für den Inhalt sind alleine die Autor:innen verantwortlich.

**Copyright:** Gemäss untenstehendem Creative Commons-Lizenzsymbol ist die nicht-kommerzielle Vervielfältigung erwünscht, jedoch mit Quellenangabe und einem Belegexemplar an den Herausgeber. Die Weitergabe erfolgt nur unter gleichen Lizenzbedingungen.



# Inhaltsverzeichnis

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Einleitung  | 4  |
|   | 1.1 Prinzip der Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung            | 4  |
|   | 1.2 Einordnung des vorliegenden Dokumentes                                      | 4  |
| 2 | Hintergrund zur NEK-Methode 2023  | 5  |
|   | 2.1 Bisherige Methoden zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung | 5  |
|   | 2.2 Ziele bei der Entwicklung der NEK-Methode 2023                              | 5  |
|   | 2.3 Vorgehen bei der Entwicklung der NEK-Methode 2023                           | 6  |
|   | 2.4 Einordnung der NEK-Methode 2023   | 6  |
| 3 | Die Nutzungseignungsklassen (NEK)   | 9  |
| 4 | Beurteilung   | 11 |
|   | 4.1 Ablauf der Beurteilung  | 11 |
|   | 4.2 Benötigte Eingangsgrößen  | 11 |
|   | 4.3 Limitierung Klima   | 12 |
|   | 4.4 Limitierung Wasserhaushalt der Böden  | 13 |
|   | 4.5 Limitierung Skelettgehalt der Böden   | 16 |
|   | 4.6 Limitierung Textur der Böden  | 17 |
|   | 4.7 Limitierung Humusgehalt der Böden   | 18 |
|   | 4.8 Limitierung pH der Böden  | 19 |
|   | 4.9 Limitierung Terrain   | 20 |
|   | 4.10 Zusätzliche Limitierungen in Spezialfällen                                 | 21 |
|   | 4.11 Zusammenfassung der NEK-Methode 2023                                       | 24 |
| 5 | Bestimmung der Nutzungseignungsklasse für drei Beispiele                        | 25 |
| 6 | Fazit und Ausblick  | 29 |
| 7 | Abbildungsverzeichnis   | 31 |
| 8 | Tabellenverzeichnis   | 32 |
| 9 | Literaturverzeichnis  | 34 |

# 1 Einleitung

## 1.1 Prinzip der Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung

Die Methode der Nutzungseignungsklassen (NEK-Methode) beurteilt die Eignung eines Standorts für die landwirtschaftliche Nutzung in Bezug auf den nachhaltig möglichen Anbau von Kulturen. Wesentlich für die landwirtschaftliche Nutzungseignung sind das Klima, verschiedene Bodeneigenschaften im Ober- und Unterboden sowie das Terrain. Das Klima bestimmt die Länge der Vegetationsperiode sowie die Temperatur- und Niederschlagsverteilung und damit, ob und welche Kulturen sich potenziell für den Anbau eignen. Die physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften sowie der Aufbau der Böden beeinflussen die Nährstoffverfügbarkeit, den Wasser- und Luffhaushalt, die Bearbeitbarkeit und vieles mehr. Suboptimale Ausprägungen von Bodeneigenschaften (z.B. eine geringe Gründigkeit, eine geringe Wasserspeicherfähigkeit, Staunässe) können die landwirtschaftliche Nutzung einschränken. Terraineigenschaften wie die Hangneigung wiederum bestimmen, ob ein Standort mit landwirtschaftlichen Maschinen befahrbar ist, welche (maschinellen) Bodenbearbeitungsmethoden geeignet sind und wie hoch das Erosionsrisiko ist. In Kombination lässt sich aus den Faktoren Klima, Boden und Terrain die landwirtschaftliche Nutzungseignung eines Standortes bestimmen.

## 1.2 Einordnung des vorliegenden Dokumentes

Dies ist eine Anleitung zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung. Sie beschreibt die NEK-Methode 2023, die eine Überarbeitung der bisher in der Schweiz verwendeten NEK-Methoden darstellt (Brunner et al. 1997, Jäggi et al. 1998). Eine kurze Zusammenfassung der Überarbeitungsschritte ist in Kapitel 2 aufgeführt, eine ausführliche Dokumentation zur Zusammenführung und Überarbeitung der bisherigen NEK-Methoden ist als separates Dokument veröffentlicht (Greiner und Petter 2023).

Die vorliegende Version zur NEK-Methode 2023 wird Bestandteil des vierten und letzten Teils des Gesamtwerks «Beschreibung, Klassifikation und Kartierung der Böden der Schweiz» sein. Das Gesamtwerk soll voraussichtlich 2025-2026 vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) herausgegeben werden. In den nächsten Jahren werden schrittweise einzelne Teile des Gesamtpakets veröffentlicht (siehe Tabelle 1).

Die vorliegende Version der NEK-Methode 2023 soll bis zur Veröffentlichung durch das BAFU als Testversion dienen. Kritik, Anregungen und Verbesserungsvorschläge zur vorliegenden NEK-Anleitung werden von den Autoren gerne entgegengenommen. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen die Rückmeldungen aus der Praxis dann in die NEK-Methode 2023 einfließen.

Tabelle 1. Übersicht über das Gesamtwerk «Beschreibung, Klassifikation und Kartierung der Böden der Schweiz». In blau die vorliegende Anleitung zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung (NEK-Methode 2023); graue Schrift ungefähre Zeitangaben einer ersten Publikation. Weitere Informationen und eine Übersicht über vorhandene Publikationen sind unter [www.boden-methoden.ch](http://www.boden-methoden.ch) verfügbar.

|   |          |   |  |
|---|----------|---|--|
|   | Teil I   | Leitfaden für die Bodenbeschreibung im Feld (ab 2023) |  |
| Gesamtwerk:   | Teil II  | Klassifikation  | Bodenklassifikation (2025)             |
|   |          |   | Humusformenklassifikation (2024)       |
| Beschreibung, Klassifikation und Kartierung der Böden der Schweiz | Teil III | Kartieranleitung (2023)                               |  |
|   | Teil IV  | Auswertungen  | Basisauswertungen (PNG und WHH) (2025) |
|   |          |   | Nutzungseignungsklassen (NEK) (2023)   |

## 2 Hintergrund zur NEK-Methode 2023

### 2.1 Bisherige Methoden zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung

Mit der Kartieranleitung für Landwirtschaftsböden von 1997 wurde von der damaligen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL, heute Agroscope) eine Methode zur Beurteilung der Eignung landwirtschaftlicher Standorte für verschiedene Kulturen eingeführt (Brunner et al. 1997). Diese Methode leitete Nutzungseignungsklassen (NEK) auf Basis des am stärksten die Nutzung limitierenden Faktors (Boden, Klima, Terrain) her (Brunner et al. 1997). Später wurde die Beurteilungsmethode der FAL im Rahmen der kantonalen Bodenkartierung im Kanton Zürich überarbeitet (Jäggli et al. 1998).

Auf nationaler Ebene war nach Aufhebung des nationalen Kartierdienstes an der FAL im Jahr 1997 keine Institution für die Aktualisierung und Pflege der NEK-Methode mehr zuständig. Mit dem Aufbau des Kompetenzzentrums Boden (KOBO; [www.ccsols.ch](http://www.ccsols.ch)) und dem Projekt «Revision der Klassifikation und Kartieranleitung der Böden der Schweiz (Rev. KLABS / KA)» ([www.boden-methoden.ch](http://www.boden-methoden.ch)) konnte nun nach rund zwei Jahrzehnten das Bedürfnis nach einer Überarbeitung der NEK-Methode und einer Bereinigung der Inkonsistenzen aufgenommen werden.

### 2.2 Ziele bei der Entwicklung der NEK-Methode 2023

Bei der Entwicklung der NEK-Method 2023 standen drei übergeordnete Ziel im Vordergrund:

**1. Beseitigung von Inkonsistenzen und Unklarheiten:** Bei den bisherigen Methoden wurden Inkonsistenzen in den Bewertungstabellen festgestellt und Anwender der Methoden konnten je nach Vorgehen zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen (Schwab und Günther 2016). Das Ziel bei der NEK-Methode 2023 bestand daher darin, eine eindeutige und konsistente Bewertungsmethode zu entwickeln, die durchgängig zu eindeutigen Ergebnissen führt

**2. Zusammenführung der NEK-Methoden:** Die beiden in der Schweiz verwendeten NEK-Methoden basieren auf ähnlichen Grundsätzen und verwenden 10 Nutzungseignungsklassen, deren Definition sich nur minimal unterscheidet. Hinsichtlich des Vorgehens bei der Bewertung, der Berücksichtigung von limitierenden Faktoren und der Beurteilung von Limitierungen bestehen allerdings teils grosse



Unterschiede. Das Ziel bei der NEK-Methode 2023 bestand daher darin, die beiden Methoden in Zusammenarbeit mit Expert:innen der beiden existierenden Methoden zu einer konsistenten Methode zusammenzuführen

**3. Vereinfachung:** Die Anwendung der bisherigen NEK-Methoden gestaltete sich teilweise kompliziert. Das Ziel bei der NEK-Methode 2023 bestand daher darin, eine möglichst einfach zu verstehende und anzuwendende Methode zu entwickeln. Dies umfasst sowohl das allgemeine Vorgehen bei der Bewertung als auch die Anzahl der bei der Bewertung zu betrachtenden limitierenden Faktoren. Faktoren und Interaktionen sollten möglichst nicht berücksichtigt werden, wenn ihre Bedeutung für die NEK-Bewertung nur gering ist.

### 2.3 Vorgehen bei der **Entwicklung der NEK-Methode 2023**

Die Entwicklung der NEK-Methode 2023 wurde in sechs Überarbeitungsschritten realisiert. Im Folgenden werden diese Schritte kurz vorgestellt, um dem Anwender den Entwicklungsprozess von den bisherigen zur aktuellen Methode zu verdeutlichen und damit eine bessere Einordnung der NEK-Methode 2023 zu ermöglichen. Eine ausführliche Dokumentation der Überarbeitungsschritten inklusive Analysen und Ergebnisse ist als separates Dokument veröffentlicht (Greiner und Petter 2023).

In einem ersten Schritt wurde von externen Expert:innen dokumentiert, wie die NEK nach FAL (NEK-FAL, Brunner et al. 1997) und die NEK nach Kanton Zürich (NEK-ZH, Jäggli et al. 1998) heute in der Praxis verwendet werden. Im zweiten Schritt wurden die dokumentierten Methoden für NEK-FAL und NEK-ZH auf den NABODAT-Datensatz (Version 5.1) angewendet und eine NEK-Bewertung für jeden Standort, für den ausreichende Daten vorlagen, berechnet. Die NEK-Bewertungen wurden miteinander verglichen und ebenfalls zur Plausibilisierung jeweils den tatsächlichen Nutzungen bzw. Nutzungsintensitäten an den Standorten gegenübergestellt. Auf Basis der Analysen der ersten zwei Schritte wurden in einem dritten Schritt die NEK-Methoden vereinfacht. Dazu wurde die Bedeutung der in den Methoden enthaltenen limitierenden Faktoren analysiert und Faktoren, die auf die Berechnungsergebnisse nur wenig oder gar keinen Einfluss hatten, entfernt. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurden die Methoden NEK-FAL und NEK-ZH in einem vierten Schritt unter Einbezug von Expert:innen zur vorliegenden NEK-Methode 2023 zusammengeführt. Die NEK-Methode 2023 wurde wiederum in Schritt fünf mit den vorhandenen Datensätzen auf Unterschiede zur NEK-FAL und NEK-ZH hin analysiert. Abschliessend, in Schritt sechs, wurde die NEK-Methode 2023 anhand vorhandener Datensätze ebenfalls plausibilisiert.

Für die Konzipierung der Überarbeitung der NEK-Methode wurden Expertenworkshops mit Vertreter:innen von Ingenieurbüros, kantonalen Fachämtern, Bundesämtern und Wissenschaft durchgeführt. Langjährige Erfahrungen aus der Praxis flossen anhand von Mandaten an Expert:innen in die Überarbeitung ein.

### 2.4 Einordnung **der NEK-Methode 2023**

Die NEK-Methode 2023 basiert auf den Grundsätzen der bisherigen NEK-Methoden (NEK-FAL: Brunner et al. 1997, NEK-ZH: Jäggli et al. 1998) und berücksichtigt die drei Standortfaktoren Klima, Boden und Terrain. Die NEK-Bewertung erfolgt anhand von acht Tabellen, in denen die Limitierungen von einzelnen Faktoren oder von Kombinationen von Faktoren jeweils für die am Standort vorliegende Klimaeignungsklasse bewertet werden. Diese Tabellen sind das Resultat des Prozesses der Vereinfachung und Zusammenführung der NEK-FAL- und NEK-ZH-Methoden. Teilweise basieren die Limitierungen auf der NEK-FAL, teilweise auf der NEK-ZH, teilweise wurden die NEK-FAL und NEK-ZH-Limitierungen zu einer Tabelle zusammengefügt. Oftmals wurden die Limitierungen vereinfacht und die resultierenden

NEK-Bewertungen in Absprache mit Expert:innen angepasst. Zur besseren Einordnung sind die Unterschiede zwischen der NEK-Methode 2023 und den bisherigen NEK-Methoden in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2. Auflistung der Limitierungen der NEK-ZH, NEK-FAL und NEK 2023. (Fett= Hauptsächliche Limitierung, Normal = In der Limitierungstabelle enthaltene Grössen. DD = drainiert, OB = Oberboden, pnG = pflanzennutzbare Gründigkeit, PT = mit Torfzwischen-schichten, PU = überschüttet, UB = Unterboden, VB = blockig, WHG = Wasserhaushaltsuntergruppe, ZL = labil aggregiert). Hinweis auf die Entstehung der Limitierungen in der NEK 2023.

| Limitierungen NEK-ZH  | Limitierungen NEK-FAL  | Limitierungen NEK 2023   | Entstehung der NEK 2023  |
|---|--|--|--|
| <b>Wasserhaushalt</b><br>(WHG / pnG/ Untertypen I, G, R / Textur UB / Untertyp DD / Geländeform)    | <b>Wasserhaushalt</b><br>(WHG / pnG / Geländeform / Humus OB)                    | <b>Wasserhaushalt</b><br>(WHG)   | Zusammenführung und Vereinfachung NEK-FAL und NEK-ZH   |
| <b>Skelett</b><br>(Skelett OB)  | <b>Skelett</b><br>(Skelett OB / Untertyp VB)                                     | <b>Skelett</b><br>(Skelett OB)   | Vereinfachung NEK-FAL  |
| <b>Textur</b><br>(Textur OB / WHG)  | <b>Textur</b><br>(Textur OB)   | <b>Textur</b><br>(Textur OB)   | <b>Zusammenführung und Vereinfachung NEK-FAL und NEK-ZH</b>  |
| <b>Humus</b><br>(Humus OB, UB / Mächtigkeit UB / Bodentyp Moor und Halbmoor / Untertypen PT und PU) | -  | <b>Humus</b><br>(Humus OB, UB)   | Vereinfachung NEK-ZH   |
| <b>pH</b><br>(pH OB, UB)  | -  | <b>pH</b><br>(pH UB)   | Verwendung NEK-ZH  |
| <b>Terrain</b><br>(Hangneigung, Neigungsart)  | -  | <b>Terrain</b><br>(Hangneigung, Neigungsart «ungleichmässig »)                       | Vereinfachung NEK-ZH   |
| <b>Spezialfälle</b><br>(Geländeform / Hangneigung / Textur OB, UB/ WHG / Untertyp ZL)               | -  | <b>Spezialfälle</b><br>(WHUG, Hangneigung, Neigungsart «ungleichmässig », Textur UB) | Zusammenführung und Vereinfachung NEK-FAL und NEK-ZH   |
| -   | <b>Stauwassergeprägte Böden</b><br>(Untertyp I)                                  | -  | <b>Nicht explizit berücksichtigt, da bereits durch obige Limitierungen grösstenteils abgedeckt</b> |
| -   | <b>dauernd und wechselnd Grund- und Hangwassergeprägte Böden</b><br>(Untertyp G) | -  | <b>Nicht explizit berücksichtigt, da bereits durch obige Limitierungen grösstenteils abgedeckt</b> |



-

Grund- und  
Hangwassergeprägte  
Böden  
(Untertyp R)

-

Nicht explizit berücksichtigt, da  
bereits durch obige Limitierungen  
grösstenteils abgedeckt

---

### 3 Die Nutzungseignungsklassen (NEK)

Die NEK-Methode 2023 beurteilt die Eignung eines Standorts für den Anbau von Kulturen anhand von Klima, Bodeneigenschaften und Terrain. Sie bewertet die nachhaltige Nutzung, die Anbaubreite, das potenzielle Ertragsvermögen, die Ertragssicherheit und die Anbau- und Bodenbearbeitungsbedingungen unter den gegebenen Standortbedingungen. Eine NEK charakterisiert dabei spezifische Kombinationen der limitierenden Faktoren und beschreibt, welche Nutzungsformen unter den gegebenen Standortbedingungen empfehlenswert oder eher limitiert sind

Die Bewertung mündet in 10 Klassen, wobei NEK 1 der bestmöglichen Bewertung (uneingeschränkte Fruchtfolge) und NEK 10 der schlechtesten möglichen Bewertung (sehr feuchtes Streuland) entspricht. Die zehn NEK umfassen ein breites Spektrum an Nutzungsformen (Ackerbau: Getreidebau, Hackfruchtanbau; Futterbau: Wiesen und Weiden und Streuland). Die potenzielle Eignung für ein breites Spektrum an Kulturen, ein hohes Ertragsvermögen, eine hohe Ertragssicherheit und gute Anbau- und Bewirtschaftungsbedingungen führen zu einer guten NEK-Bewertung. Einschränkung durch das Klima, den Boden, das Terrain oder Kombinationen dieser Faktoren führen zu einer schlechteren NEK-Bewertung. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei den 10 NEK-Klassen nicht um ein streng analytisches System handelt, in dem die Nutzungseignung und daran gekoppelte Faktoren wie der Ertrag linear von NEK 1 zu NEK 10 abnimmt.

Eine Übersicht über die 10 NEK ist in Tabelle 3 dargestellt. Die Übersicht basiert auf den Beschreibungen der bisherigen NEK-Methoden, die grosse Überschneidungen mit einigen Abweichungen im Detail aufweisen (Brunner et al. 1997, Jäggli et al. 1998). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die Beschreibungen und die Bewertungen der NEK hinsichtlich der nachhaltigen Nutzung und Anbaubreite, des Ertragsvermögens, der Ertragssicherheit und der Bewirtschaftungsbedingungen für die NEK-Methode 2023 in aggregierter Form dargestellt.

Für die Beurteilung von Standorten hinsichtlich ihrer landwirtschaftlichen Nutzungseignung spielt der Zeithorizont, der betrachtet werden soll, eine zentrale Rolle. Die vorliegende NEK-Methode 2023 geht wie die NEK-FAL «*von einer nachhaltigen Nutzungsvielfalt als Idealvorstellung aus*», bei welcher mit geringstmöglichem Aufwand stetig hohe Erträge ohne Umweltbelastung erzielt werden können (Brunner et al. 1997). Dies bedeutet, dass für die Bewertung der Nutzungsklassen ein langfristiger Zeithorizont zugrunde gelegt wird, mit einer Kulturwahl, die eine langfristig nachhaltige Nutzung gewährleistet.

Tabelle 3. Auflistung der Nutzungseignungsklassen der NEK-Methode 2023 inklusive der Bewertungskriterien. Die Beschreibung basiert auf den Beschreibungen der NEK nach FAL und Kanton Zürich (Brunner et al. 1997; Jäggli et al. 1998) und wurde überarbeitet durch P. Schwab und O. Heller (2022) und anschliessend weiter angepasst durch die Autor:innen. Weil in NEK 1 und 2 alle Kulturen angebaut werden können, wird für die Beurteilung nicht zwischen den Kulturen unterschieden. Bei NEK 3-6 unterscheiden sich die Beurteilungen zwischen den Kulturen. Da Ackerbau in NEK 7- 9 nicht vorgesehen ist, wird hier nur der Futterbau beurteilt. Die Beurteilung erfolgt über alle NEK in fünf Klassen (++ = sehr gut, (+) = gut bis sehr gut, + = gut, (+) = mittel bis gut, 0 = mittel, - = schlecht, -- = sehr schlecht). Es gibt kein starres Vorgehen, wie die Gesamteinschätzung aus der nachhaltigen Nutzung und Anbaubreite, dem Ertragsvermögen, der Ertragssicherheit und den Bewirtschaftungsbedingungen hergeleitet wird.

| Nutzungs-<br>eignungs-<br>klasse<br>(NEK) | Bezeichnung<br>der NEK                                     | Beschreibung der NEK   | Nachhaltige<br>Nutzung und<br>Anbaubreite | Gesamt-<br>einschätzung | Ertragsvermögen | Ertragssicherheit | Bewirtschaftungs-<br>bedingungen |
|---|--|--|---|-------------------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|
| NEK 1                                     | Uneingeschränkte Fruchtfolge                               | Standort mit besten Eigenschaften, uneingeschränkte Kulturwahl   | Alle Kulturen                             | ++                      | ++              | ++                | ++                               |
| NEK 2                                     | Leicht eingeschränkte Fruchtfolge                          | Standort mit guten bis sehr guten Eigenschaften, uneingeschränkte Kulturwahl mit etwas geringerer Ertragssicherheit und leicht erschwerten Bewirtschaftungsbedingungen | Alle Kulturen                             | (++)                    | ++              | +                 | +                                |
| NEK 3                                     | Getreidebetonte Fruchtfolge                                | Standort mit guten Eigenschaften, Ertragssicherheit in klimatischen Extremjahren teilweise etwas eingeschränkt, erschwerte Anbaubedingungen für den Hackfruchtanbau    | Ackerbau allgemein                        | +                       | +               | +                 | +                                |
|   |  |  | Futterbau allgemein                       | +                       | +               | (+)               | +                                |
|   |  |  | Getreidebau                               | +                       | +               | +                 | +                                |
|   |  |  | Hackfruchtanbau                           | 0                       | +               | 0                 | 0                                |
| NEK 4                                     | Getreidebetonte Fruchtfolge mit geringer Ertragssicherheit | Standort mit Eigenschaften, die deutliche Ertrags- oder Nutzungseinschränkungen verursachen, Getreidebau bevorzugt   | Ackerbau allgemein                        | 0                       | 0               | 0                 | 0                                |
|   |  |  | Futterbau allgemein                       | 0                       | 0               | 0                 | +                                |
|   |  |  | Getreidebau                               | 0                       | 0               | 0                 | 0                                |
|   |  |  | Hackfruchtanbau                           | -                       | -               | -                 | -                                |
| NEK 5                                     | Futterbaubetonte Fruchtfolge                               | Standort mit guten ertragsbildenden Eigenschaften, jedoch mit Einschränkungen für die Bewirtschaftung, Futterbau bevorzugt   | Ackerbau allgemein                        | -                       | +               | +                 | -                                |
|   |  |  | Futterbau allgemein                       | +                       | +               | +                 | 0                                |
|   |  |  | Getreidebau                               | 0                       | +               | +                 | -                                |
|   |  |  | Hackfruchtanbau                           | --                      | +               | +                 | --                               |
| NEK 6                                     | Eingeschränkte, futterbaubetonte Fruchtfolge               | Standort mit stark limitierenden Eigenschaften für eine ackerbauliche Nutzung, Futterbau bevorzugt   | Ackerbau allgemein                        | --                      | 0               | 0                 | -                                |
|   |  |  | Futterbau allgemein                       | +                       | 0               | +                 | +                                |
|   |  |  | Getreidebau                               | -                       | 0               | (+)               | -                                |
|   |  |  | Hackfruchtanbau                           | --                      | 0               | 0                 | -                                |
| NEK 7                                     | Vielseitiges Grünland                                      | Standort für eine ausschliessliche futterbauliche Nutzung (Wiese, Weide) mit genügender Ertragssicherheit  | Wiese                                     | (+)                     | 0               | 0                 | (+)                              |
|   |  |  | Weide                                     | (+)                     | 0               | 0                 | +                                |
| NEK 8                                     | Feuchte Mähwiesen  | Standort für eine einseitige Wieslandnutzung, aufgrund Nässe nur zum Mähen geeignet  | Wiese                                     | 0                       | 0               | (+)               | 0                                |
|   |  |  | Weide                                     | -                       | 0               | (+)               | -                                |
| NEK 9                                     | Extensives Grünland  | Standort für eine extensive Wiesland- oder Weidelandnutzung  | Wiese                                     | -                       | -               | 0                 | (-)                              |
|   |  |  | Weide                                     | -                       | -               | 0                 | (-)                              |
| NEK 10                                    | Sehr feuchtes Streuland                                    | Standort, der ausschliesslich eine Streulandnutzung erlaubt  | Wiese                                     | --                      | -               | -                 | --                               |
|   |  |  | Weide                                     | --                      | -               | -                 | --                               |

## 4 Beurteilung

### 4.1 Ablauf der Beurteilung

Im ersten Beurteilungsschritt wird für einen gegebenen Standort die klimatische Limitierung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung bestimmt (Kapitel 4.3). Dies geschieht über die Klimaeignungskarte (Jeanneret und Vautier 1977), welche insgesamt 20 Klimaeignungszonen für die Schweiz ausweist. Diese Zonen werden wiederum zu vier Klimaeignungsklassen hinsichtlich der klimatischen Limitierung für den Anbau von Kulturen gruppiert.

Im zweiten Beurteilungsschritt werden nacheinander die einzelnen Boden- und Terraineigenschaften bewertet. Die Grundlage dafür bilden Tabellen, in denen die Boden- und Terraineigenschaften in Klassen dargestellt sind und für jede dieser Klassen eine NEK-Bewertung für die vier Klimaeignungsklassen verfügbar ist (Kapitel 4.4-4.9). Anschliessend werden Wechselwirkungen für einige Spezialfälle ebenfalls über Tabellen berücksichtigt (Kapitel 4.10).

Im dritten Beurteilungsschritt wird aus allen einzelnen Beurteilungsschritten diejenige NEK bestimmt, die die grösste Limitierung aufweist (siehe Abbildung 1; Beispiele in Kapitel 5). Diese maximal limitierende NEK stellt die finale NEK für den Standort dar.

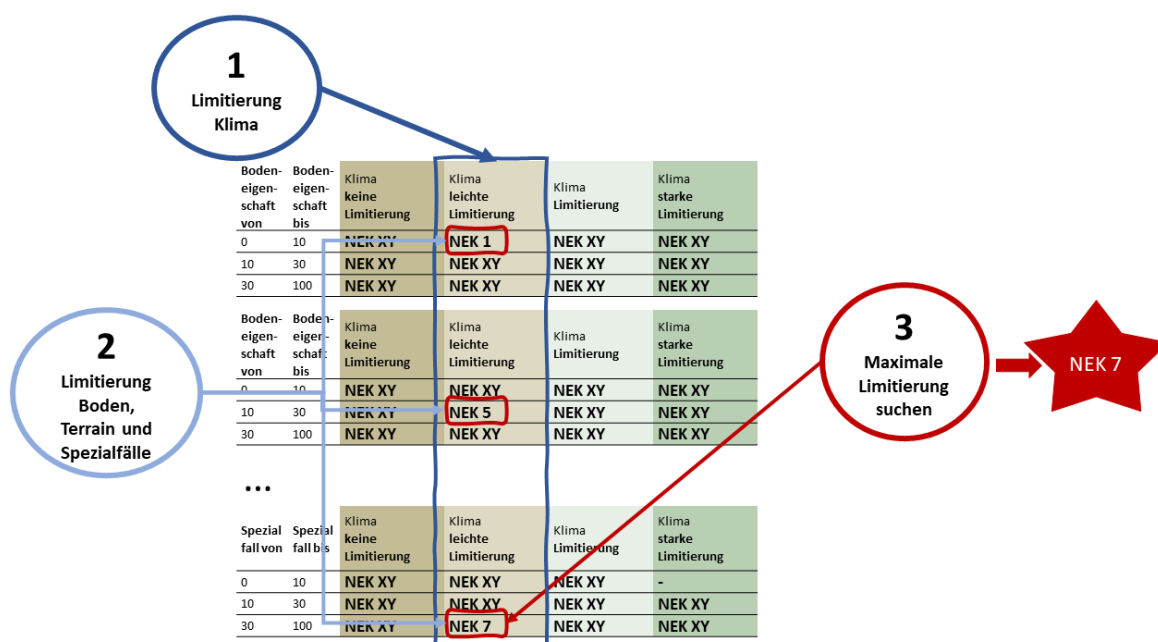


Abbildung 1. Beurteilungsschema NEK-Methode 2023. Alle in der NEK-Methode 2023 enthaltenen Limitierungstabellen enthalten vier Spalten, welche die klimatische Limitierung am Standort abbilden. Die Kombination von klimatischer Limitierung und der spezifischen Boden- bzw. Terraineigenschaft, welche in den separaten Tabellen aufgeführt wird, ergibt die jeweilige spezifische NEK. Aus der Gesamtheit der spezifischen NEK wird die höchste und damit maximal limitierende NEK als finale NEK bestimmt.

### 4.2 Benötigte Eingangsgrössen

Zur Herleitung der NEK sind Standortparameter für Klima und Terrain sowie verschiedene Bodeneigenschaften für den Ober- und Unterboden erforderlich (siehe Tabelle 4). Die NEK-Methode

2023 kann auf Punkt- oder Flächendaten angewendet werden, ein Standort kann dementsprechend durch eine Fläche (z.B. ein Feld oder eine Bodeneinheit) oder einen Punkt (z.B. ein Bodenprofil oder eine Bohrung) repräsentieren werden.

Die Einordnung des Klimas an dem zu bewertenden Standort erfolgt auf Basis der Klimaeignungskarte des BLW von 1977 (Jeanneret und Vautier 1977).

Die zur Bewertung erforderlichen Bodeneigenschaften werden in der Regel in Bodenkartierungen oder auch im Rahmen von lokalen Bodenuntersuchungen wie beispielsweise bei Terrainveränderungen, Meliorationen oder Rekultivierungen erhoben. Zur NEK-Bewertung werden ober- und unterbodenbezogene Bodeneigenschaften (Skelettgehalt, Textur, Humusgehalt, pH-Wert) und ein gesamtbodenbezogener Bodenkennwert (Wasserhaushaltsuntergruppe) benötigt.

Die Bewertung des Terrains erfolgt über die Hangneigung und die Neigungsart. Diese Parameter können im Feld bestimmt oder aus einem digitalen Höhenmodell, z.B. dem digitalen Höhenmodell von swisstopo (Bundesamt für Landestopografie swisstopo 2021), abgeleitet werden. In den bisherigen NEK-Methoden wurde die Neigungsart in fünf Kategorien bewertet (eben, gleichmässig geneigt, ungleichmässig geneigt, konvex, konkav). Mit der Überarbeitung und Plausibilisierung der NEK-Methode konnte eine Vereinfachung der Bewertungsmethode hinsichtlich der Anzahl zu berücksichtigender Geländeformen erzielt werden (Greiner und Petter 2023). In der NEK-Methode 2023 ist daher lediglich die Unterscheidung zwischen einer «ungleichmässigen Hangneigung» und allen übrigen Neigungsarten (eben, gleichmässig geneigt, konvex, konkav) relevant.

Tabelle 4. Eingangsgrößen zur Bewertung der Nutzungseignungsklassen (OB= Oberboden, UB=Unterboden).

|         | Grösse                                    | Einheit                        | Quelle   |
|---------|---|--------------------------------|--|
| Klima   | Klimaeignungszone                         | 20 Kategorien                  | Klimaeignungskarte (Jeanneret und Vautier 1977),                           |
| Boden   | Skelettgehalt (nur OB)                    | Vol-% (Gesamtprobe)            | Bodenkartierung  |
|         | Tongehalt (OB/UB)                         | % (der mineralischen Feinerde) |  |
|         | Schluffgehalt (OB/UB)                     | % (der mineralischen Feinerde) |  |
|         | Humusgehalt (OB/UB)                       | % (der Feinerde)               |  |
|         | pH (OB/UB)                                | -                              |  |
|         | Wasserhaushaltsgruppe (Profil)            | 25 Kategorien                  |  |
| Terrain | Hangneigung                               | %                              | Bodenkartierung oder (automatisierte) Herleitung via digitalem Höhenmodell |
|         | Neigungsart «ungleichmässige Hangneigung» | Ja/nein                        |  |
|         |   |                                |  |

### 4.3 Limitierung Klima

Der Begriff «Klima» ist definiert als «die statistische Beschreibung der Gesamtheit aller Wetterabläufe an einem bestimmten Ort über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten» (National Centre for Climate Services 2022). Das Pflanzenwachstum wird zu einem wesentlichen Teil vom Klima bestimmt, insbesondere von Faktoren wie der Verteilung der Niederschlagsmengen, Temperaturverläufen, Sonneneinstrahlung und Verdunstung. Eine kurze Vegetationsdauer, Dürren, Frost oder ein Wasserüberschuss im Boden können die landwirtschaftliche Nutzungseignung massgeblich limitieren (Holzkämper et al. 2015).

Das Klima wird in der NEK-Methode 2023 über die Klimaeignungskarte beurteilt (Jeanneret und Vautier 1977). Für die Erstellung der Klimaeignungskarte wurden Klima- und Ertragsdaten von 1901–1974 verwendet und insbesondere die klimatische Eignung verschiedener Standorte für Dauergrünland, Weizenbau und Speisekartoffelanbau untersucht (BLW 2012). Die Klimaeignungskarte enthält eine Beurteilung der klimatischen Voraussetzung für die Landwirtschaft mit 20 Kategorien («Klimaeignungszonen»). Die 20 Klimaeignungszonen werden in vier Klimaeignungsklassen mit unterschiedlichem Limitierungsgrad gruppiert (keine klimatische Limitierung, leichte klimatische Limitierung, mittlere klimatische Limitierung, starke klimatische Limitierung; siehe Abbildung 2). Diese vier Klassen bestimmen aus klimatischer Sicht, ob ein Standort grundsätzlich für Acker- oder Futterbau genutzt werden kann bzw. sich in den Übergangszonen zwischen Acker- und Futterbau befindet. Die Einteilung eines Standorts in eine der vier Klassen bildet die Grundlage für die Beurteilung der weiteren zu bewertenden Faktoren (Abschnitte 4.3–4.9). Ohne klimatische Limitierung ist die beste NEK 1 (uneingeschränkte Fruchtfolge) möglich. Liegt eine leichte klimatische Limitierung vor, ist die bestmögliche Bewertung eine NEK 2 (leicht eingeschränkte Fruchtfolge), unabhängig von den Ausprägungen sämtlicher anderer betrachteter Faktoren (Tabelle 3). Bei mittlerer und starker Limitierung ist maximal eine NEK 5 (eingeschränkte, futterbaubetonte Fruchtfolge) bzw. NEK 6 (stark eingeschränkte, futterbaubetonte Fruchtfolge) möglich.

Wie bei den bisherigen Versionen ist mit der NEK-Methode 2023 eine Bewertung für eine Mehrheit der Klimaeignungszonen möglich (siehe Abbildung 2). Für fünf der Klimaeignungszonen liegen noch keine hinreichenden und von Experten geprüften Bewertungsgrundlagen vor. Dies betrifft die Klimaeignungszonen A1 und B1 (sehr trocken und lange Vegetationsperiode), A6 und B6 (sehr unausgeglichenes Niederschlagsregime und lange Vegetationsperiode) und G (Standorte mit einer Vegetationsperiode von unter 100 Tagen). Standorte in diesen Klimaeignungszonen können dementsprechend nicht bewertet werden.

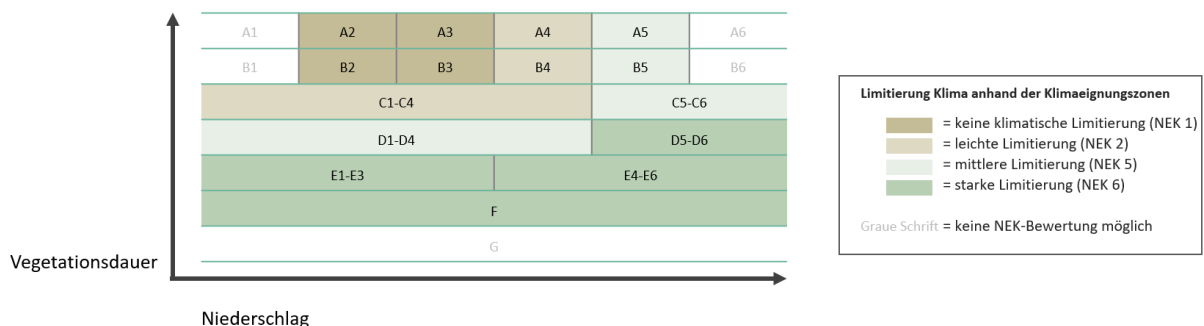


Abbildung 2. Limitierungen durch das Klima nach der Klimaeignungszone aus der Klimaeignungskarte (Jeanneret und Vautier 1997). Die Klimaeignungszonen bilden im Wesentlichen den Niederschlagshaushalt und die Vegetationsperiode ab. Sie werden mit alphanumerischen Abkürzungen beschrieben, wobei einige Gruppen zu Klimaeignungszonen zusammengefasst werden (z.B. bilden «C1-4» oder «C5-6» jeweils eine eigenständige Zone). Es existieren folgende 20 Klimaeignungszonen: A1, A2, A3, A4, A5, A6, B1, B2, B3, B4, B5, B6, C1-4, C5-6, D1-4, D5-6, E1-3, E4-6, F, G.

#### 4.4 Limitierung Wasserhaushalt der Böden

Der Wasserhaushalt der Böden ist zentral für die landwirtschaftliche Nutzungseignung. Prozesse wie die Speicherung von pflanzenverfügbarem Wasser, die Verdunstung von Wasser an der Bodenoberfläche, die Infiltration und der Transport von Wasser in tiefere Schichten werden im Wesentlichen von der Tiefgründigkeit und der Durchlässigkeit der Böden bestimmt (Bohne 2005). Ein ausreichend tiefgründiger und normaldurchlässiger Boden ist grundsätzlich eine gute Voraussetzung für eine ausreichende

Versorgung der Kulturen mit Wasser. In einem solchen Boden kann ein grosser Teil des Niederschlags in einer pflanzenverfügbaren Form gespeichert werden. Auf einem sehr flachgründigen Boden hingegen ist eine ausreichende Wasserversorgung für alle Kulturen nicht möglich. Nicht nur zu wenig, sondern auch zu viel Wasser kann die landwirtschaftliche Nutzungseignung einschränken, beispielsweise eine regelmässige Wassersättigung nahe der Bodenoberfläche. In diesem Fall sind die Pflanzenwurzeln zu häufig wassergesättigten und damit anoxischen Bedingungen ausgesetzt, wodurch sowohl das Wurzelwachstum als auch der Kulturbestand und die biologische Bodenaktivität stark beeinträchtigt werden. Insbesondere bei nasser Witterung auf Boden mit stauenden Eigenschaften können solche Bedingungen vorherrschen. In Trockenjahren wiederum können Böden mit Wassereinfluss auch einen positiven Einfluss auf die Wasserversorgung der Pflanzen haben. Darüber hinaus beeinflusst der Wasserhaushalt auch die Bodenbearbeitung, bei vernässten Bedingungen ist diese stark eingeschränkt (Wendling 2022). Diese Aspekte wurden bei den Limitierungen der Nutzungseignung in Bezug auf den Wasserhaushalt der Böden berücksichtigt.

Für die Beurteilung des Wasserhaushalts wird die taxonomische Kenngrösse «Wasserhaushaltsuntergruppe» gemäss der FAL-Kartieranleitung (Brunner et al. 1997) herangezogen. Die Wasserhaushaltsuntergruppe kombiniert die pflanzennutzbare Gründigkeit (pnG, in sieben Klassen von extrem tiefgründig bis sehr flachgründig) mit den drei Untertypen zu Vernässungsart und -grad eines Bodens: stauwassergeprägte Böden (I), wechselnd grund- und hangwassergeprägte Böden (G) und dauernd grund- und hangwassergeprägte Böden (R). Insgesamt werden 25 Wasserhaushaltsuntergruppen unterschieden, die mit den Buchstaben des Alphabets (ohne den Buchstaben «j») abgekürzt werden (siehe Tabelle 5).



Tabelle 5. Beschreibung der Wasserhaushaltsuntergruppen nach Brunner et al. (1997). Insgesamt werden 25 Wasserhaushaltsuntergruppen unterschieden, die mit den Buchstaben des Alphabets (ohne den Buchstaben «j») abgekürzt werden. Bei den Untertypen sind typische Ausprägungen fett markiert, weiter mögliche Ausprägungen sind in Normalschrift aufgeführt.

|                              |   |   | <i>Wasserhaushaltsuntergruppen</i> |                    |                            |                    |                              |                    |
|------------------------------|---|---|------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| <i>Wasserhaushaltsklasse</i> | <i>Wasserhaushaltsgruppe</i>              | <i>Untertyp (Art und Grad der Vernässung)</i> | <i>extrem und sehr tiefgründig</i> |                    | <i>mässig flachgründig</i> |                    | <i>ziemlich flachgründig</i> |                    |
|                              |   |   | <i>(&gt;100 cm)</i>                | <i>(&gt;70 cm)</i> | <i>(&gt;50 cm)</i>         | <i>(&gt;30 cm)</i> | <i>(&gt;10 cm)</i>           | <i>(&lt;10 cm)</i> |
| Senkrecht durchwaschen       | Normal durchlässig                        | <b>I1, G1, G2,</b><br>-                       | <b>a</b>                           | <b>b</b>           | <b>c</b>                   | <b>d</b>           | <b>e</b>                     | <b>e</b>           |
|                              | Stauwasserbeeinflusst                     | <b>I2</b>                                     | <b>f</b>                           | <b>f</b>           | <b>g</b>                   | <b>h</b>           | <b>i</b>                     | <b>i</b>           |
|                              | Grund-/hangwasserbeeinflusst              | <b>G3, R1</b>                                 | <b>k</b>                           | <b>k</b>           | <b>l</b>                   | <b>m</b>           | <b>n</b>                     | <b>n</b>           |
| Stauwasser-geprägt           | Selten bis zur Oberfläche porengesättigt  | <b>I3, I4</b>                                 | -                                  | <b>o</b>           | <b>o</b>                   | <b>p</b>           | <b>p</b>                     | -                  |
|                              | Häufig bis zur Oberfläche porengesättigt  | <b>I4</b>                                     | -                                  | -                  | -                          | <b>q</b>           | <b>r</b>                     | <b>r</b>           |
| Grund-/hangwasser-geprägt    | Selten bis zur Oberfläche porengesättigt  | <b>R2, R1, G4, G5</b>                         | -                                  | <b>s</b>           | <b>t</b>                   | <b>u</b>           | <b>u</b>                     | -                  |
|                              | Häufig bis zur Oberfläche porengesättigt  | <b>R3, R2, G5, G6, G4</b>                     | -                                  | -                  | <b>v</b>                   | <b>w</b>           | <b>w</b>                     | -                  |
|                              | Meist bis zur Oberfläche porengesättigt   | <b>G5, G6, R4, R2, R3</b>                     | -                                  | -                  | -                          | <b>x</b>           | <b>y</b>                     | <b>y</b>           |
|                              | Dauernd bis zur Oberfläche porengesättigt | <b>R5, R4</b>                                 | -                                  | -                  | -                          | -                  | -                            | <b>z</b>           |

Auf tiefgründigen bis sehr tiefgründigen Böden, die normal durchlässig oder grund- oder hangwasserbeeinflusst sind (Wasserhaushaltsuntergruppe a, b und k) ist die landwirtschaftliche Nutzungseignung für den Anbau von Kulturen nicht eingeschränkt (Tabelle 6). Je flachgründiger ein Boden ist und je häufiger eine Vernässung im Oberboden auftreten kann, desto stärker ist die landwirtschaftliche Nutzungseignung im Allgemeinen eingeschränkt. Es existieren allerdings einige Ausnahmen. So wird beispielsweise flachgründigen Böden mit Grund- oder Hangwassereinfluss (Wasserhaushaltsuntergruppe n) eine bessere NEK zugewiesen als entsprechenden normaldurchlässigen Böden (Wasserhaushaltsuntergruppe e). In diesem Fall wird dem zusätzlich verfügbaren Wasser in Trockenzeiten ein positiver Effekt zugesprochen.

Die schlechteste NEK (NEK 10: sehr feuchtes Streuland) wird Böden zugewiesen, welche meist oder dauernd bis zur Oberfläche porengesättigt sind. Die schlechteste Bewertung eines Bodens als NEK 10 ist nur über die Limitierung im Wasserhaushalt möglich.

Tabelle 6. Limitierungen durch die Wasserhaushaltsuntergruppen

| Wasserhaushaltsuntergruppen | Klima<br>keine Limitierung<br>(A2, A3, B2, B3) | Klima<br>leichte Limitierung<br>(A4, B4, C1-4) | Klima<br>mittlere<br>Limitierung<br>(A5, B5, C5-6, D1-4) | Klima<br>starke Limitierung<br>(D5-6, E1-3, E4-6, F) |
|-----------------------------|--|--|--|--|
| a, b, k                     | NEK 1  | NEK 2  | NEK 5  | NEK 6  |
| c                           | NEK 3  | NEK 3  | NEK 5  | NEK 6  |
| d                           | NEK 4  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
| e                           | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  |
| f                           | NEK 3  | NEK 3  | NEK 5  | NEK 6  |
| g                           | NEK 4  | NEK 3  | NEK 5  | NEK 6  |
| h                           | NEK 4  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
| i                           | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  |
| l                           | NEK 2  | NEK 2  | NEK 5  | NEK 6  |
| m                           | NEK 4  | NEK 6  | NEK 6  | NEK 7  |
| n                           | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
| o                           | NEK 4  | NEK 6  | NEK 6  | NEK 7  |
| p, q                        | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
| r                           | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  |
| s, t                        | NEK 5  | NEK 5  | NEK 5  | NEK 7  |
| u                           | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
| v, w                        | NEK 8  | NEK 8  | NEK 8  | NEK 8  |
| x, y, z                     | NEK 10   | NEK 10   | NEK 10   | NEK 10   |

#### 4.5 Limitierung Skelettgehalt der Böden

Der Skelettgehalt bezeichnet die mineralischen Anteile im Boden, die grösser als 2 mm sind. Dies umfasst Kies (2–20 mm), Steine (20–50 mm) und Blöcke (>50 mm). Der Skelettgehalt beeinflusst wichtige Parameter wie den Nährstoff-, Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens, die Wasserleitfähigkeit und das Verdichtungsrisiko. Ein hoher Skelettgehalt limitiert die landwirtschaftliche Nutzung vor allem auf zwei Arten. Zum einen führt ein hoher Skelettgehalt im Oberboden zu schnelleren Abnutzungserscheinungen bei den Maschinen und limitiert somit die mechanische Bodenbearbeitung. Zum anderen hemmt der Skelettgehalt ab einem gewissen Gehalt das Wurzelwachstum und limitiert somit die Aufnahme von Nährstoffen und Wasser aus dem Boden.

Bis zu 10 Volumenprozent im Oberboden wird der Skelettgehalt in der NEK-Methode 2023 als nicht limitierend eingestuft (Tabelle 7). Bei Skelettgehalten von 10 bis 20 Volumenprozent ist bestenfalls eine NEK 3 (getreidebetonte Fruchtfolge) möglich, der Hackfruchtanbau ist bereits erschwert. Bei höheren Skelettgehalten (>20 Volumen-%) ist der Hackfruchtanbau stark erschwert und der Getreidebau erschwert. Im besten Fall wird eine NEK 4 (getreidebetonte Fruchtfolge mit geringer Ertragssicherheit) vergeben.

In skelettreichen Böden wird oftmals versucht, den Boden so zu bearbeiten, dass Steine aus dem Untergrund nicht an die Oberfläche kommen. Ebenso können Steine mechanisch zerkleinert werden,

doch diese Praxis ist sehr teuer, beschränkt verbreitet und für einige Landnutzungen verboten (Wendling et al. 2022).

Tabelle 7. Limitierungen durch den Skelettgehalt im Oberboden. (NEK = Nutzungseignungsklasse, OB = Oberboden)

| Skelett (Vol-%)<br>OB ≥ | Skelett (Vol-%)<br>OB < | Klima<br>keine Limitierung<br>(A2, A3, B2, B3) | Klima<br>leichte Limitierung<br>(A4, B4, C1-4) | Klima<br>mittlere<br>Limitierung<br>(A5, B5, C5-6, D1-4) | Klima<br>starke Limitierung<br>(D5-6, E1-3, E4-6, F) |
|-------------------------|-------------------------|--|--|--|--|
| 0                       | 10                      | NEK 1  | NEK 2  | NEK 5  | NEK 6  |
| 10                      | 20                      | NEK 3  | NEK 3  | NEK 5  | NEK 6  |
| 20                      | 30                      | NEK 4  | NEK 6  | NEK 6  | NEK 6  |
| 30                      | 50                      | NEK 6  | NEK 6  | NEK 6  | NEK 6  |
| 50                      | 100                     | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |

#### 4.6 Limitierung Textur der Böden

Die Textur der Böden beschreibt die Verteilung der Korngrößen der Feinerde, welche alle mineralischen Bodenpartikel kleiner als 2 mm umfasst. Vereinfachend werden dazu die relativen Anteile der Korngrößen in den Klassen Ton (< 2 µm), Schluff (2–50 µm) und Sand (50–2000 µm) verwendet. Die Textur beeinflusst den Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt des Bodens, die Bodenbearbeitung und die Erosions- und Verdichtungsanfälligkeit (Flisch et al. 2017). Sie stellt somit einen wichtigen Einflussfaktor für die landwirtschaftliche Nutzungseignung dar.

Je einseitiger die Korngrößenverteilung eines Bodens, desto nachteiliger ist in der Regel sein Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt, was seine landwirtschaftliche Nutzungseignung limitiert. Ein Boden mit hohem Ton- oder Sandgehalt weist im Allgemeinen einen geringeren Mittelporenanteil und somit eine geringere Speicherfähigkeit für pflanzenverfügbares Wasser als ein Boden mit höheren Schluffgehalten auf, d.h. er besitzt nachteilige Wasserhaushaltsbedingungen für das Pflanzenwachstum. Sind die Tongehalte sehr hoch, kann der Luffhaushalt das Pflanzenwachstum zusätzlich einschränken. Ausserdem ist die Bodenbearbeitung von sehr tonigen Böden aufwändig und limitiert somit die landwirtschaftliche Nutzungseignung (Schwab 2022a, Wendling et al. 2022). Bei hohem Sandgehalt sind die Wasserverfügbarkeit und der Nährstoffrückhalt eingeschränkt. Sehr schluffige Böden weisen eine gute Wasserverfügbarkeit aus, sind allerdings hinsichtlich Erosion und Verschlammung an der Oberfläche gefährdet. Auch bei sehr sandigen Böden kann die Erosionsgefährdung erhöht sein, weil deren Bodenstruktur nur wenig entwickelt ist.

Diese Zusammenhänge werden mit der NEK-Methode 2023 entsprechend berücksichtigt. Sandige Lehme (Tongehalt 15–20 %, Schluffgehalt 0–50 %) und Lehme (Tongehalt 20–30 %, Schluffgehalt 0–50 %) werden in der NEK-Methode 2023 als nicht limitierend für das Pflanzenwachstum beurteilt (Tabelle 8). Körnungsklassen mit eher extremen Anteilen an Ton, Schluff oder Sand werden hingegen als limitierend für die Nutzungseignung beurteilt, wobei Sande die landwirtschaftliche Nutzungseignung am stärksten einschränken, gefolgt von Tonen und Schluffen.

Tabelle 8. Limitierungen durch die Textur im Oberboden. (NEK = Nutzungseignungsklasse, OB = Oberboden)

| Körnungs-<br>klassen | Ton (%)<br>OB ≥ | Ton (%)<br>OB < | Schluff     | Schluff     | Sand        | Sand        | Klima<br>keine<br>Limitierun<br>g<br>(A2, A3,<br>B2, B3) | Klima<br>leichte<br>Limitierun<br>g<br>(A4, B4,<br>C1-4) | Klima<br>mittlere<br>Limitierun<br>g<br>(A5, B5,<br>C5-6, D1-4) | Klima<br>starke<br>Limitierun<br>g<br>(D5-6, E1-3,<br>E4-6, F) |
|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|--|---|--|
|                      |                 |                 | (%) OB<br>≥ | (%) OB<br>< | (%) OB<br>≥ | (%) OB<br>< |  |  |   |  |
| sandiger<br>Lehm     | 15              | 20              | 0           | 50          | 30          | 85          | NEK 1  | NEK 2  | NEK 5   | NEK 6  |
| Lehm                 | 20              | 30              | 0           | 50          | 20          | 80          | NEK 1  | NEK 2  | NEK 5   | NEK 6  |
| lehmiger<br>Schluff  | 10              | 30              | 50          | 100         | 0           | 40          | NEK 2  | NEK 3  | NEK 6   | NEK 6  |
| lehmreicher<br>Sand  | 10              | 15              | 0           | 50          | 35          | 90          | NEK 2  | NEK 4  | NEK 5   | NEK 6  |
| toniger Lehm         | 30              | 40              | 0           | 50          | 10          | 70          | NEK 3  | NEK 3  | NEK 6   | NEK 6  |
| lehmiger<br>Sand     | 5               | 10              | 0           | 50          | 40          | 95          | NEK 4  | NEK 4  | NEK 5   | NEK 6  |
| sandiger<br>Schluff  | 0               | 10              | 50          | 70          | 20          | 50          | NEK 4  | NEK 5  | NEK 6   | NEK 6  |
| Schluff              | 0               | 10              | 70          | 100         | 0           | 30          | NEK 4  | NEK 5  | NEK 6   | NEK 6  |
| schluffiger<br>Sand  | 0               | 5               | 15          | 50          | 35          | 85          | NEK 4  | NEK 6  | NEK 6   | NEK 7  |
| toniger<br>Schluff   | 30              | 50              | 50          | 100         | 0           | 20          | NEK 4  | NEK 6  | NEK 7   | NEK 7  |
| lehmiger Ton         | 40              | 50              | 0           | 50          | 0           | 60          | NEK 4  | NEK 6  | NEK 7   | NEK 7  |
| Ton                  | 50              | 100             | 0           | 50          | 0           | 50          | NEK 4  | NEK 7  | NEK 7   | NEK 7  |
| Sand                 | 0               | 5               | 0           | 15          | 20          | 100         | NEK 9  | NEK 6  | NEK 6   | NEK 7  |

#### 4.7 Limitierung Humusgehalt der Böden

Als Humus bezeichnet man die Gesamtheit der toten organischen Substanzen im Boden. Der Humusgehalt (%) ist eine zentrale Bodeneigenschaft für fast alle Bodenprozesse und Bodenfunktionen. Im Hinblick auf die Landwirtschaft ist er vor allem als Nährstoff- und Wasserspeicher, als Filter für Schadstoffe und als Nahrungsgrundlage für Bodenorganismen von Bedeutung. Humus verbessert zudem die Bodenstruktur und verringert die Erosions- und Verdichtungsanfälligkeit. Daneben beeinflusst die organische Substanz die Bodenfarbe: Je höher der Humusgehalt ist, desto dunkler ist der Boden. Ein Boden mit dunkler Oberfläche kann sich im Frühling leichter erwärmen und unterstützt damit das Keimen von Pflanzen (Wendling et al. 2022).

In mineralischen Böden, in denen die Humusgehalte je nach Nutzungstyp in der Regel im Bereich zwischen 2 % und 10 % liegen, fördert ein höherer Humusgehalt das Pflanzenwachstum. Sehr hohe Humusgehalte in Böden (>30 %) hingegen limitieren die landwirtschaftliche Nutzungseignung. Sie werden nur unter wassergesättigten Bedingungen in Mooren erreicht, in denen die anoxischen Verhältnisse den Abbau und die Mineralisierung der organischen Substanz stark einschränken. Mit einer Entwässerung von Mooren ändern sich die Bodenbedingungen allerdings erheblich; die vormals vor dem Abbau geschützte organische Substanz wird nun beschleunigt abgebaut und gelangt in Form von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre (Leifeld et al. 2019). Ein derart entwässerter organischer Boden stellt für eine begrenzte Zeitdauer einen ertragreichen Standort dar. Aufgrund des CO<sub>2</sub>-Abbaus und der damit einhergehenden Sackung von mehreren Millimetern bis zu einem Zentimeter pro Jahr ist eine längerfristige Nutzung mit nachhaltiger Ertragsicherheit aber nicht gegeben.

In der NEK-Methode 2023 stellt ein Humusgehalt bis zu 10 % im Oberboden und 30 % im Unterboden keine Limitierung für die langfristige landwirtschaftliche Nutzungseignung dar (Tabelle 9). Böden mit sehr hohen Humusgehalten von über 30 % werden hingegen in der NEK-Methode 2023 als eingeschränkt landwirtschaftlich nutzbar bewertet. Dies vor allem aufgrund des Kriteriums, dass eine intensivere landwirtschaftliche Nutzung von organischen Böden langfristig nicht nachhaltig möglich ist. Sehr tiefe Humusgehalte werden in der NEK-Methode 2023 nicht als Limitierung berücksichtigt.

Tabelle 9. Limitierungen durch den Humusgehalt (%) der Böden. (NEK = Nutzungseignungsklasse, OB = Oberboden, UB = Unterboden)

| Humus-<br>gehalt (%)<br>OB ≥ | Humus-<br>gehalt (%)<br>OB < | Humus-<br>gehalt (%)<br>UB ≥ | Humus-<br>gehalt (%)<br>UB < | Klima<br><b>keine Limitierung</b><br>(A2, A3, B2, B3) | Klima<br><b>leichte Limitierung</b><br>(A4, B4, C1-4) | Klima<br><b>mittlere Limitierung</b><br>(A5, B5, C5-6, D1-4) | Klima<br><b>starke Limitierung</b><br>(D5-6, E1-3, E4-6, F) |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|---|--|---|
| 0                            | 10                           | 0                            | 30                           | <b>NEK 1</b>  | <b>NEK 2</b>  | <b>NEK 5</b>   | <b>NEK 6</b>  |
| 0                            | 10                           | 30                           | 100                          | <b>NEK 6</b>  | <b>NEK 6</b>  | <b>NEK 6</b>   | <b>NEK 6</b>  |
| 10                           | 30                           | 0                            | 30                           | <b>NEK 6</b>  | <b>NEK 6</b>  | <b>NEK 6</b>   | <b>NEK 6</b>  |
| 10                           | 30                           | 30                           | 100                          | <b>NEK 6</b>  | <b>NEK 6</b>  | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| 30                           | 100                          | 30                           | 100                          | <b>NEK 7</b>  | <b>NEK 7</b>  | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |

#### 4.8 Limitierung pH der Böden

Der pH-Wert in Böden ist ein Mass für die H<sup>+</sup>-Ionenaktivität in der Bodenlösung. Der pH beeinflusst die Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen, vor allem von Phosphor und Magnesium und den meisten Spurenelementen (Flisch et al. 2017), das Verhalten von Schadstoffen im Boden und dessen Eignung als Lebensraum für Bodenorganismen. Ein niedriger pH-Wert (=saurer Boden) limitiert die landwirtschaftliche Nutzungseignung in mehrerlei Hinsicht. Je nach Pufferkapazität der Böden wird mit zunehmender Versauerung der Anteil an H<sup>+</sup>-Ionen und Al<sup>3+</sup>-Ionen an der effektiven Kationenaustauschkapazität erhöht. Dadurch verringert sich der Anteil der pflanzenverfügbaren essenziellen Pflanzennährstoffe, während aufgrund der Toxizität von Aluminium gleichzeitig das Wurzelwachstum empfindlicher Pflanzen beeinträchtigt werden kann (Scheffer et al. 2010). Zudem nimmt mit einer zunehmenden Versauerung die biologische Aktivität ab.

In der NEK-Methode 2023 wird der pH-Wert in Böden als limitierend für die landwirtschaftliche Nutzungseignung bewertet, wenn er im Unterboden unter einem Wert von 5.1 liegt (Tabelle 10). Allerdings gilt diese Limitierung nur, wenn keine klimatische Limitierung vorliegt. Ist der betrachtete Standort klimatisch in der Nutzungseignung eingeschränkt, schränkt der pH-Wert des Bodens die landwirtschaftliche Nutzungseignung nicht zusätzlich ein.

Aus der pH-Bewertung ausgeklammert sind tiefe pH-Werte im Oberboden und basische pH-Werte. Es wird angenommen, dass tiefe pH-Werte im Oberboden über die Bewirtschaftung besser beeinflusst werden können als tiefe pH-Werte im Unterboden. Die Beurteilung der Limitierung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung für (stark) basische Böden wird in der NEK-Methode 2023 nicht berücksichtigt.

Tabelle 10. Limitierungen durch den pH-Wert (CaCl<sub>2</sub>) der Böden (NEK = Nutzungseignungsklasse, OB = Oberboden, UB = Unterboden).

| pH UB ≥ | pH UB < | Klima                                 | Klima                                 | Klima  | Klima                                       |
|---------|---------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
|         |         | keine Limitierung<br>(A2, A3, B2, B3) | leichte Limitierung<br>(A4, B4, C1-4) | mittlere Limitierung<br>(A5, B5, C5-6, D1-4) | starke Limitierung<br>(D5-6, E1-3, E4-6, F) |
| 5.1     | 14      | <b>NEK 1</b>                          | <b>NEK 2</b>                          | <b>NEK 5</b>                                 | <b>NEK 6</b>                                |
| 0       | 5.1     | <b>NEK 2</b>                          | <b>NEK 2</b>                          | <b>NEK 5</b>                                 | <b>NEK 6</b>                                |

#### 4.9 Limitierung Terrain

Das Terrain an einem Punkt oder für eine Fläche kann über die Hangneigung und die Neigungsart näherungsweise beschrieben werden. Die Hangneigung ist die erste Ableitung des Höhenmodells, die Neigungsart charakterisiert die Form der Oberfläche, also beispielsweise, ob ein Hang eben, konvex, konkav, gleichmässig oder ungleichmässig geneigt ist. Mit zunehmender Hangneigung ist der Einsatz von Maschinen zum Anbau von Kulturen limitiert (Estler und Pfahler 1985). Ebenso erhöht sich die Erosionsgefährdung, was eine intensive ackerbauliche Nutzung und den Anbau spezifischer Kulturen einschränkt (Prasuhn et al. 2022; Wendling et al. 2022) Auch die Neigungsart kann die landwirtschaftliche Nutzung einschränken, beispielsweise kann die Bearbeitung von ungleichmässig geneigten Flächen viel anspruchsvoller sein als diejenige von gleichmässig geneigten Hängen.

Die in der FAL-Kartieranleitung (Brunner et al. 1997) dokumentierten Einschätzungen der Limitierung der Mechanisierung durch die Hangneigung basieren auf den Arbeiten von Estler und Pfahler (1985), wurden von Wendling et al. (2022) auf ihre Aktualität hin geprüft und in der NEK-Methode 2023 übernommen (Tabelle 10). In der NEK-Methode 2023 wird eine Hangneigung unter 10 % als nicht einschränkend erachtet. Der Maschineneinsatz wird für Hackfrüchte und Getreide bei 10–15 % Hangneigung als erschwert bewertet, für Futterbau gilt er bei 15–25 % als erschwert und bei noch grösseren Hangneigungen als sehr erschwert. Bei Hangneigungen von über 35 % wird generell angenommen, dass keine Traktoren mehr eingesetzt werden können.

Limitierungen durch die Neigungsart wurden ebenfalls in die NEK-Methode 2023 integriert. Im Gegensatz zu den bisherigen NEK-Methoden wurde die NEK-Methode 2023 so vereinfacht, dass nur die ungleichmässige Neigungsart von den übrigen Neigungsarten – eben, konvex, konkav und gleichmässig geneigt – unterschieden wird. Ungleichmässig geneigt sind Standorte, die innerhalb des betrachteten Umkreises oder der betrachteten Fläche mehrere Neigungsarten aufweisen. Einen Einfluss auf die Bewertung hat die Neigungsart im Hangneigungsbereich von 15-25% (Tabelle 11). In diesem Bereich wird



eine ungleichmässige Neigung als zusätzliche Erschwerung des Maschineneinsatzes angesehen und die Nutzungseignung dementsprechend limitiert. Bei nicht ungleichmässigen Hängen mit Hangneigungen zwischen 15-20% und 20-25% wird von geringeren Limitierungen ausgegangen.

Tabelle 11. Limitierungen durch das Terrain (NEK = Nutzungseignungsklasse). Der Index «ungleichmässig» ist nur für Hangneigungen von 15 % bis 25 % relevant.

| Hangneigung (%) ≥ | Hangneigung (%) < | Neigungsart «ungleichmässig» | Klima<br>keine Limitierung<br>(A2, A3, B2, B3) | Klima<br>leichte Limitierung<br>(A4, B4, C1-4) | Klima<br>mittlere Limitierung<br>(A5, B5, C5-6, D1-4) | Klima<br>starke Limitierung<br>(D5-6, E1-3, E4-6, F) |
|-------------------|-------------------|------------------------------|--|--|---|--|
| 0                 | 10                | ja/nein                      | NEK 1  | NEK 2  | NEK 5   | NEK 6  |
| 10                | 15                | ja/nein                      | NEK 2  | NEK 2  | NEK 5   | NEK 6  |
| 15                | 20                | nein                         | NEK 3  | NEK 3  | NEK 5   | NEK 6  |
| 20                | 25                | nein                         | NEK 5  | NEK 5  | NEK 5   | NEK 6  |
| 15                | 25                | ja                           | NEK 6  | NEK 6  | NEK 6   | NEK 7  |
| 25                | 35                | ja/nein                      | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7   | NEK 7  |
| 35                | 100               | ja/nein                      | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9   | NEK 9  |

#### 4.10 Zusätzliche Limitierungen in Spezialfällen

Die Wechselwirkungen zwischen dem Klima und einigen Boden- und Standorteigenschaften können in gewissen Fällen in der Summe zu einer grösseren Limitierung führen, als wenn die limitierenden Faktoren nur einzeln betrachtet werden. In der NEK-Methode 2023 werden solche Wechselwirkungen als Spezialfälle berücksichtigt (Tabelle 11-12). Diese sind im Folgenden dokumentiert.

##### Spezialfall 1: Limitierung durch Wechselwirkungen zwischen Klima, Wasserhaushalt und Terrain

Bei starker, ungleichmässiger Hangneigung in Kombination mit nassen Bodenbedingungen ist der Maschineneinsatz stark erschwert. Der Spezialfall 1 berücksichtigt diese Limitierung (Tabelle 12). Stark geneigte Standorte mit einer Hangneigung von 15-25% mit potenziell wassergesättigten Böden mit Stau-, Grund- oder Hangwassereinfluss weisen solche limitierenden Bedingungen für den Maschineneinsatz auf. Ist zusätzlich die Neigungsart ungleichmässig, verstärkt sich die Limitierung für den Maschineneinsatz. Die Bewertung der Nutzungseignung dieser Standorte verschiebt sich über die Limitierung in Spezialfall 1 in Richtung einer futterbaulichen Nutzung.

Tabelle 12. Limitierender Spezialfall 1: Klima, Wasserhaushaltsuntergruppe (WHG) und Hangneigung. Eine leere Zelle in der Tabelle bedeutet, dass die Wechselwirkung für diese Kombination von Klima, Boden- und Terraineigenschaften keine zusätzliche Limitierung gegenüber den Einzelbewertungen verursacht.

| WHG                  | Hangneigung (%) ≥ | Hangneigung (%) < | Neigungsart «ungleichmässig» | Klima <b>keine Limitierung</b> (A2, A3, B2, B3) | Klima <b>leichte Limitierung</b> (A4, B4, C1-4) | Klima <b>mittlere Limitierung</b> (A5, B5, C5-6, D1-4) | Klima <b>starke Limitierung</b> (D5-6, E1-3, E4-6, F) |
|----------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|---|---|--|---|
| <b>f, g, k, l</b>    | 15                | 20                | nein                         | -   | -   | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>o</b>             | 15                | 20                | nein                         | -   | <b>NEK 6</b>                                    | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>s, t</b>          | 15                | 20                | nein                         | <b>NEK 5</b>                                    | -   | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>m</b>             | 15                | 25                | nein                         | -   | <b>NEK 6</b>                                    | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>f</b>             | 20                | 25                | nein                         | <b>NEK 5</b>                                    | -   | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>g</b>             | 20                | 25                | nein                         | -   | <b>NEK 6</b>                                    | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>k, l</b>          | 20                | 25                | nein                         | <b>NEK 5</b>                                    | <b>NEK 6</b>                                    | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>d, h</b>          | 20                | 25                | ja/nein                      | <b>NEK 7</b>                                    | <b>NEK 7</b>                                    | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>o, s, t</b>       | 20                | 25                | ja/nein                      | <b>NEK 6</b>                                    | <b>NEK 6</b>                                    | <b>NEK 7</b>   | <b>NEK 7</b>  |
| <b>f, g, k, l, m</b> | 15                | 25                | ja                           | -   | -   | <b>NEK 7</b>   | -   |

### Spezialfall 2: Limitierung durch Wechselwirkungen zwischen Klima, Wasserhaushalt, Terrain und Textur im Unterboden

Sandige Böden weisen oft einen geringen Humusgehalt auf. Ihre Struktur ist in der Regel schwach ausgeprägt und sie sind tendenziell anfällig für Sommertrockenheit, Verschlammung und Erosion. Diese Limitierungen von sandigen Oberböden werden über die Limitierung «Textur» im Oberboden bereits berücksichtigt (Kapitel 4.6). In diesem Spezialfall werden zusätzlich Wechselwirkungen von normaldurchlässigen Böden betrachtet, welche im Unterboden sehr sandig sind (Sandgehalt von 40 bis 100%), sowie eine pnG von 30–70 cm aufweisen und normaldurchlässig sind (WHG c/d; siehe Tabelle 5). Dies ist zum Beispiel für Böden auf Schotter oder schottriger Moräne der Fall. Für solche Böden nimmt die Wasserspeicherkapazität im Unterboden und damit die Verweildauer des Wassers im Boden zusätzlich ab. In Kombination mit weiteren Zusatzfaktoren wie der Hangneigung und der Neigungsart können die Risiken einer Limitierung durch Sommertrockenheit, Erosion oder Verschlammung zunehmen. In gewissen Kombinationen dieser Faktoren wird die landwirtschaftliche Nutzungseignung stärker eingeschränkt, als wenn nur einer der Standortfaktoren vorhanden wäre (Schwab 2021, 2022a, 2022b).

Für normaldurchlässige Böden mit einer pnG von 50–70 cm (WHG c) an Standorten mit geringer Hangneigung (<=20%) schränkt ein sandiger Unterboden die landwirtschaftliche Nutzungseignung nur im Fall keiner klimatischen Limitierung weiter ein (Tabelle 13). In diesem Fall ist der Faktor einer verminderten Wasserspeicherkapazität in Verbindung mit einer Sommertrockenheit für eine Limitierung ausschlaggebend. In den anderen drei Fällen (Hangneigung >20%) nimmt mit einem sandigen Unterboden vor allem das Risiko für Verschlammung und Erosion stärker zu, als mit der Einzelfaktorbeurteilung berücksichtigt wird (Schwab 2022a).

Tabelle 13. Limitierender Spezialfall 2: Wasserhaushaltsuntergruppe und Hangneigung und Textur Unterboden (UB). Eine leere Zelle in der Tabelle bedeutet, dass die Wechselwirkung für diese Kombination von Klima-, Boden- und Terraineigenschaften keine zusätzliche Limitierung verursacht.

| WHG | Hang-<br>neigung<br>g (%) ≥ | Hang-<br>neigung<br>g (%) < | Neigungs-<br>art «un-<br>gleich-<br>mässig» |       | Ton<br>(%)<br>UB ≥ | Ton<br>(%)<br>UB < | Schluff<br>(%)<br>UB ≥ | Schluff<br>(%)<br>UB < | Sand<br>(%)<br>UB ≥ | Sand<br>(%)<br>UB < | Klima<br>keine<br>Limitierung<br>g<br>(A2, A3,<br>B2, B3) | Klima<br>leichte<br>Limitierung<br>g<br>(A4, B4,<br>C1-4) | Klima<br>mittlere<br>Limitierung<br>g<br>(A5, B5,<br>C5-6, D1-<br>4) | Klima<br>starke<br>Limitierung<br>g<br>(D5-6, E1-<br>3, E4-6, F) |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|---|-------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---|---|--|--|
|     |                             |                             | ja  | nein  |                    |                    |                        |                        |                     |                     | NEK<br>4  | NEK<br>7  | NEK<br>7   | NEK<br>9   |
| c   | 0                           | 20                          | ja  | /nein | 0                  | 10                 | 0                      | 50                     | 40                  | 100                 | NEK<br>4  | -   | -  | -  |
| c   | 20                          | 25                          | nein  |       | 0                  | 10                 | 0                      | 50                     | 40                  | 100                 | -   | NEK<br>7  | NEK 7  | NEK 7  |
| c   | 20                          | 25                          | ja  |       | 0                  | 10                 | 0                      | 50                     | 40                  | 100                 | NEK<br>7  | NEK 7   | NEK 7  | -  |
| d   | 20                          | 35                          | ja  | /nein | 0                  | 10                 | 0                      | 50                     | 40                  | 100                 | NEK<br>9  | -   | -  | -  |

#### 4.11 Zusammenfassung der NEK-Methode 2023

**Schritt 1: Auswahl Spalte nach Klima**

|                          |                     |                      |                    |
|--------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Klima                    | Klima               | Klima                | Klima              |
| keine Limitierung        | leichte Limitierung | mittlere Limitierung | starke Limitierung |
| ng                       | ng                  | ng                   | ng                 |
| Klimaseignungszonen      | A2, A3, B2, B3      | A4, B4, C1-4         | A5, B5, C5-6, D1-4 |
| Nutzungsseignungsklassen | NEK 1               | NEK 2                | NEK 5, NEK 6       |

**Schritt 2: Auswahl Zeilen nach Boden und Terrain und gegebenenfalls nach Spezialfällen 1 und 2**

|                            |         |        |        |        |        |
|----------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Wasserhaushaltsuntergruppe | a, b, k | NEK 1  | NEK 2  | NEK 5  | NEK 6  |
|                            | c       | NEK 3  | NEK 3  | NEK 5  | NEK 6  |
|                            | d       | NEK 4  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
|                            | e       | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  |
|                            | f       | NEK 3  | NEK 3  | NEK 5  | NEK 6  |
|                            | g       | NEK 4  | NEK 3  | NEK 5  | NEK 6  |
|                            | h       | NEK 4  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
|                            | i       | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  |
|                            | l       | NEK 2  | NEK 2  | NEK 5  | NEK 6  |
|                            | m       | NEK 4  | NEK 6  | NEK 6  | NEK 7  |
|                            | n       | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
|                            | o       | NEK 4  | NEK 6  | NEK 6  | NEK 7  |
|                            | p, q    | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
|                            | r       | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  | NEK 9  |
|                            | s, t    | NEK 5  | NEK 5  | NEK 5  | NEK 7  |
|                            | u       | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  | NEK 7  |
|                            | v, w    | NEK 8  | NEK 8  | NEK 8  | NEK 8  |
|                            | x, y, z | NEK 10 | NEK 10 | NEK 10 | NEK 10 |

|            |              |       |       |       |       |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| Skelett OB | von 0 bis 10 | NEK 1 | NEK 2 | NEK 5 | NEK 6 |
|            | 10 bis 20    | NEK 3 | NEK 3 | NEK 5 | NEK 6 |
|            | 20 bis 30    | NEK 4 | NEK 6 | NEK 6 | NEK 6 |
|            | 30 bis 50    | NEK 6 | NEK 6 | NEK 6 | NEK 6 |
|            | 50 bis 100   | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 |

|            |                            |                      |       |       |       |       |
|------------|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Körnung OB | Ton von 15 bis 20          | Schluff von 0 bis 50 | NEK 1 | NEK 2 | NEK 5 | NEK 6 |
|            | Lehm 20 bis 30             | 0 bis 50             | NEK 1 | NEK 2 | NEK 5 | NEK 6 |
|            | lehmiger Schluff 10 bis 30 | 50 bis 100           | NEK 2 | NEK 3 | NEK 5 | NEK 6 |
|            | lehmischer Sand 10 bis 15  | 0 bis 50             | NEK 2 | NEK 4 | NEK 5 | NEK 6 |
|            | toniger Lehm 30 bis 40     | 0 bis 50             | NEK 3 | NEK 3 | NEK 5 | NEK 6 |
|            | lehmiger Sand 5 bis 10     | 0 bis 50             | NEK 4 | NEK 4 | NEK 5 | NEK 6 |
|            | sandiger Schluff 0 bis 10  | 50 bis 70            | NEK 4 | NEK 5 | NEK 6 | NEK 6 |
|            | Schluff 0 bis 10           | 70 bis 100           | NEK 4 | NEK 5 | NEK 6 | NEK 6 |
|            | schluffiger Sand 0 bis 5   | 15 bis 50            | NEK 4 | NEK 6 | NEK 6 | NEK 7 |
|            | toniger Schluff 30 bis 50  | 50 bis 100           | NEK 4 | NEK 6 | NEK 7 | NEK 7 |
|            | lehmiger Ton 40 bis 50     | 0 bis 50             | NEK 4 | NEK 6 | NEK 7 | NEK 7 |

|       |                 |                 |       |       |       |       |
|-------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| Humus | OB von 0 bis 10 | UB von 0 bis 30 | NEK 1 | NEK 2 | NEK 5 | NEK 6 |
|       | 0 bis 10        | 30 bis 100      | NEK 6 | NEK 6 | NEK 6 | NEK 6 |
|       | 10 bis 30       | 0 bis 30        | NEK 6 | NEK 6 | NEK 6 | NEK 6 |
|       | 10 bis 30       | 30 bis 100      | NEK 6 | NEK 6 | NEK 7 | NEK 7 |
|       | 30 bis 100      | 30 bis 100      | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 |

|    |                   |                   |       |       |       |       |
|----|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| pH | OB von 5,1 bis 14 | UB von 5,1 bis 14 | NEK 1 | NEK 2 | NEK 5 | NEK 6 |
|    | 0 bis 14          | 0 bis 5,1         | NEK 2 | NEK 2 | NEK 5 | NEK 6 |

|         |                      |                                    |       |       |       |       |
|---------|----------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Terrain | Neigung von 0 bis 10 | Neigung bis ungleichmässig ja/nein | NEK 1 | NEK 2 | NEK 5 | NEK 6 |
|         | 10 bis 15            | ja/nein                            | NEK 2 | NEK 2 | NEK 5 | NEK 6 |
|         | 15 bis 20            | nein                               | NEK 3 | NEK 3 | NEK 5 | NEK 6 |
|         | 20 bis 25            | nein                               | NEK 5 | NEK 5 | NEK 5 | NEK 6 |
|         | 15 bis 25            | ja                                 | NEK 6 | NEK 6 | NEK 6 | NEK 7 |
|         | 25 bis 35            | ja/nein                            | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 |
|         | 35 bis 100           | ja/nein                            | NEK 9 | NEK 9 | NEK 9 | NEK 9 |

|               |                |                       |                                 |       |       |       |       |
|---------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Spezialfall 1 | WHG f, g, k, l | Neigung von 15 bis 20 | Neigung bis ungleichmässig nein | -     | -     | NEK 7 | NEK 7 |
|               | o              | 15 bis 20             | nein                            | -     | NEK 6 | NEK 7 | NEK 7 |
|               | s, t           | 15 bis 20             | nein                            | NEK 5 | -     | NEK 7 | NEK 7 |
|               | m              | 15 bis 25             | nein                            | -     | NEK 6 | NEK 7 | NEK 7 |
|               | f              | 20 bis 25             | nein                            | NEK 5 | -     | NEK 7 | NEK 7 |
|               | g              | 20 bis 25             | nein                            | -     | NEK 6 | NEK 7 | NEK 7 |
|               | k, l           | 20 bis 25             | nein                            | NEK 5 | NEK 6 | NEK 7 | NEK 7 |
|               | d, h           | 20 bis 25             | ja/nein                         | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 |
|               | o, s, t        | 20 bis 25             | ja/nein                         | NEK 6 | NEK 6 | NEK 7 | NEK 7 |
|               | f, g, k, l, n  | 15 bis 25             | ja                              | -     | -     | NEK 7 | -     |

|               |      |                      |                                    |                     |                                    |       |       |       |       |
|---------------|------|----------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Spezialfall 2 | WHUG | Neigung von 0 bis 20 | Neigung bis ungleichmässig ja/nein | Ton UB von 0 bis 10 | Ton UB bis Schluff UB von 0 bis 50 | NEK 4 | -     | -     | -     |
|               | c    | 20 bis 25            | Nein                               | 0 bis 10            | 0 bis 50                           | -     | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 |
|               | c    | 20 bis 25            | Ja                                 | 0 bis 10            | 0 bis 50                           | NEK 7 | NEK 7 | NEK 7 | -     |
|               | d    | 20 bis 35            | ja/nein                            | 0 bis 10            | 0 bis 50                           | NEK 9 | -     | -     | -     |

**Schritt 3: Maximale NEK und damit maximale Limitierung und NEK bestimmen.**

NEK = max(NEK-Wasserhaushalt, NEK-Skelett OB, NEK-Körnung, NEK-Humus, NEK-pH, NEK-Terrain, NEK-Spezialfall 1, NEK-Spezialfall 2)

Abbildung 3. Übersicht der NEK-Methode 2023. Alle in der NEK 2023 enthaltenen Limitierungstabellen enthalten vier Spalten, welche die klimatische Limitierung am Standort abbilden. Die Kombination von klimatischer Limitierung und der spezifischen Boden- bzw. Terraineigenschaft, welche in den separaten Tabellen aufgeführt wird, ergibt die jeweilige spezifische NEK. Aus der Gesamtheit der spezifischen NEK wird die höchste und damit maximal limitierende NEK als finale NEK bestimmt.

## 5 Bestimmung der Nutzungseignungsklasse für drei Beispiele

Als Anwendungsbeispiel wird nachfolgend für drei Standorte aus dem Messnetz der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) die Anwendung der NEK-Methode 2023 demonstriert (siehe Tabellen 13 bis 15). Jeder limitierende Faktor (Klima, Wasserhaushalt, Skelettgehalt, Textur, Humusgehalt, pH-Wert, Terrain und gegebenenfalls Spezialfälle) wird für die drei Standorte beurteilt. Die stärkste Limitierung ergibt die abschliessende NEK-Beurteilung für einen Standort.

Der erste Beispielstandort liegt im Kanton Aargau auf einer Parabraunerde. Er ist im Allgemeinen sehr gut für den Anbau von allen Kulturen geeignet, lediglich sein hoher Schluffgehalt im Oberboden führt zu einem erhöhten Risiko für Erosion und Verschlammung und darum wird er mit NEK 2 bewertet (Limitierung «Textur», Tabelle 14).

Die landwirtschaftliche Nutzungseignung ist im zweiten Beispiel - ein Braunerde-Pseudogley-Standort im Kanton Freiburg - durch Bodenvernässung limitiert. Die nassen und anoxischen Verhältnisse im Boden in Kombination mit einer mässigen Tiefgründigkeit beeinträchtigen das Pflanzenwachstum so sehr, dass eine futterbaubefonte Fruchtfolge empfohlen wird («Limitierung Wasserhaushalt», Tabelle 15). Deswegen wird dieser Standort mit einer NEK 5 beurteilt.

Der dritte Beispielstandort liegt in Basel-Land auf einer Braunerde. Dieser Standort würde ohne eine Berücksichtigung der Spezialfälle mit einer NEK 4 beurteilt werden. Durch die Kombination eines grund- oder stauwasserbeeinflussten Bodens und einer hohen Hangneigung von 23% ist der Maschineneinsatz auf diesem Standort allerdings zusätzlich erschwert. Der dritte Beispielstandort wird deswegen mit NEK 5 beurteilt (Limitierung «Spezialfall 1», Tabelle 16).

Tabelle 14. Beispiel mit leicht eingeschränkter landwirtschaftlicher Nutzungseignung (Standort der Nationalen Bodenbeobachtung NABO, wird ackerbaulich genutzt)

| Limitierung    | Standorteigenschaft  | NEK  |
|----------------|--|--|
| Klima          | Klimaeignungsklasse<br>A3  | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                      |
| Wasserhaushalt | Wasserhaushaltsuntergruppe<br>a  | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                      |
| Skelett        | Skelettgehalt Oberboden<br>0 %   | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                      |
| <b>Textur</b>  | <b>Tongehalt Oberboden<br/>16 %<br/>Schluffgehalt Oberboden<br/>53 %</b> | <b>NEK 2<br/>Leicht<br/>eingeschränkte<br/>Fruchtfolge</b> |
| Humus          | Humusgehalt Oberboden<br>2.8 %<br>Humusgehalt Unterboden<br>0.1 %        | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                      |
| pH             | pH Oberboden<br>6.7<br>pH Unterboden<br>5.5                              | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                      |
| Terrain        | Hangneigung<br>2 %<br>Neigungsart<br>gleichmässig                        | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                      |
| Spezialfälle   | Kriterien Spezialfälle   | Treffen für diesen Standort<br>nicht zu                    |





Tabelle 15. Beispiel mit eingeschränkter landwirtschaftlicher Nutzungseignung (Standort der Nationalen Bodenbeobachtung NABO, wird ackerbaulich genutzt)

| Limitierung           | Standorteigenschaft  | NEK  |
|-----------------------|--|--|
| Klima                 | Klimaeignungsklasse<br>A2                                      | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| <b>Wasserhaushalt</b> | <b>Wasserhaushalts-<br/>untergruppe<br/>†</b>                  | <b>NEK 5<br/>Eingeschränkte,<br/>futterbaubetonte<br/>Fruchtfolge</b>  |
| Skelett               | Skelettgehalt Oberboden<br>0 %                                 | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| Textur                | Tongehalt Oberboden<br>44 %<br>Schluffgehalt Oberboden<br>44 % | NEK 4<br>Getreidebetonte Fruchtfolge mit<br>geringer Ertragssicherheit |
| Humus                 | Humusgehalt Oberboden<br>6 %<br>Humusgehalt Unterboden<br>3 %  | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| pH                    | pH Oberboden<br>7.5<br>pH Unterboden<br>7.5                    | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| Terrain               | Hangneigung<br>2 %<br>Neigungsart<br>Nicht ungleichmässig      | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| Spezialfälle          | Kriterien Spezialfälle   | Treffen für diesen Standort nicht zu                                   |



Tabelle 16. Beispiel mit sehr eingeschränkter landwirtschaftlicher Nutzungseignung (Standort der Nationalen Bodenbeobachtung NABO, wird als Obstbaustandort genutzt)

| Limitierung         | Standorteigenschaft   | NEK  |
|---------------------|---|--|
| Klima               | Klimaeignungsklasse<br>A3   | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| Wasserhaushalt      | Wasserhaushaltsuntergruppe<br>I   | NEK 2<br>Leicht eingeschränkte Fruchtfolge                             |
| Skelett             | Skelettgehalt Oberboden<br>2 %  | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| Textur              | Tongehalt Oberboden<br>33 %<br>Schluffgehalt Oberboden<br>42 %  | NEK 3<br>Getreidebetonte Fruchtfolge                                   |
| Humus               | Humusgehalt Oberboden<br>8 %<br>Humusgehalt Unterboden<br>1 %   | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| pH                  | pH Oberboden<br>7<br>pH Unterboden<br>7.5   | NEK 1<br>Uneingeschränkte Fruchtfolge                                  |
| Terrain             | Hangneigung<br>23 %<br>Neigungsart<br>Nicht ungleichmässig  | NEK 4<br>Getreidebetonte Fruchtfolge mit<br>geringer Ertragssicherheit |
| <b>Spezialfälle</b> | <b>Wasserhaushaltsuntergruppe<br/>I<br/>Hangneigung<br/>23 %<br/>Neigungsart<br/>Nicht ungleichmässig</b> | <b>NEK 5<br/>Eingeschränkte,<br/>futterbaubetonte<br/>Fruchtfolge</b>  |



## 6 Fazit und Ausblick

Die NEK-Methode 2023 bereinigt vorhandene Unklarheiten und Inkonsistenzen früherer Methoden, führt die bisherigen zwei NEK-Methoden zusammen (Brunner et al. 1997, NEK-FAL; Jäggi et al. 1998, NEK-ZH) und vereinfacht die Anwendung der Methode. Die Ziele bei der Entwicklung der NEK-Methode 2023 konnten erreicht werden. Es ist für jeden Standort eine eindeutige NEK-Zuordnung möglich. Anhand von acht Tabellen werden die Limitierungen von einzelnen Faktoren oder von Kombinationen von Faktoren jeweils für die am Standort vorliegende Klimaeignungsklasse bewertet. Weiter wurde ein guter Kompromiss bei der Zusammenführung der NEK-FAL und NEK-ZH erzielt. Es wurden aus beiden Methoden die dominanten Limitierungen berücksichtigt. Während die NEK-FAL und NEK-ZH für umfangreiche Datensätze eine Übereinstimmung von 50% aufweisen, stimmen NEK-2023 und NEK-FAL und ebenso NEK-2023 und NEK-ZH in 60% der Fälle überein. Eine Vereinfachung der NEK-Methode wurde erzielt. Insbesondere wurde die NEK-Methode verschlankt und passt nun auf eine A4-Seite. Sie ist einfacher zu verstehen und anzuwenden. Zudem integriert die NEK-Methode 2023 den heutigen Stand des bodenkundlichen Expertenwissens und die Kenntnisse der bisher in der Schweiz kartierten Böden.

Die NEK-Methode 2023 kann auch weiterhin verbessert und vervollständigt werden. Die meisten «typischen» Böden dürften hingegen mit der vorliegenden Methode abgedeckt sein. Für eine Weiterentwicklung der NEK können heute bekannte Lücken, wie die unvollständige Berücksichtigung von Risiken zu Trockenheit, sehr tiefen Humusgehalten und hohen pH-Werten ergänzt werden. Zudem sollten die Nutzungseignungsklassen für neuere Kulturen und neue Sorten und deren Standortansprüche geprüft werden. Durch die Tatsache, dass die NEK-Methode 2023 alle möglichen Kombinationen der berücksichtigten Boden- und Standorteigenschaften abdeckt, beinhaltet sie auch unrealistische Fälle, wie beispielsweise die Beurteilung von Böden mit 100 % Skelett mit NEK 7. Solche Böden würden in der NEK-Methode 2023 über die Beurteilung des Wasserhaushalts limitiert. Mit zukünftigen Bodenkartierungen und weiteren Praxiserfahrungen in der Anwendung der NEK-2023 werden sich voraussichtlich weitere Anpassungen ergeben. Die vorliegende Version der NEK-Methode 2023 soll in den kommenden Jahren als Empfehlung im Sinne einer Testversion dienen. Kritik, Anregungen und Verbesserungsvorschläge zur vorliegenden NEK-Anleitung 2023 werden von den Autor:innen gerne entgegengenommen. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen dann die Rückmeldungen eingearbeitet und die überarbeitete Version der NEK-Anleitung im Rahmen der BAFU-Veröffentlichung 2025-2026 publiziert werden.

Die Berechnung der NEK-Klassen könnte zukünftig durch das digitale Erfassungstool «Soildat» unterstützt werden. Bei der Berechnung anhand von Soildat könnte auf Lücken in der Bewertung hingewiesen werden. Mit Soildat könnte somit nicht nur eine Qualitätssicherung gewährleistet, sondern auch die Weiterentwicklung der NEK-Methode unterstützt werden.

Der Faktor Klima wird über die Klimaeignungskarte berücksichtigt. Die Klimaeignungskarte zeigt auf, welche Gebiete sich aufgrund der klimatischen Bedingungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts besonders gut für die in der Schweiz vorherrschenden Kulturen und Anbaumöglichkeiten eigneten. Die Klimaeignungskarte ist somit veraltet und die Vegetationsperiode dürfte sich in vielen Regionen signifikant verschoben haben (Calanca et al. 2023). Für einen aktuellen Blick auf die landwirtschaftliche Nutzungseignung müsste der Faktor Klima dringend mit aktuellen Klimadaten beurteilt werden. Eine Aktualisierung und Überarbeitung des Klimaaspekts für die NEK, sei es in Form einer überarbeiteten Klimaeignungskarte oder in anderer Form, wird für eine weitere Überarbeitung der NEK-Methode als dringlich erachtet. Diese sollte vorzugsweise durch Expertinnen und Experten aus dem Themenbereich Klima und Landwirtschaft vorgenommen werden.

Zur Herleitung der Terrainfaktoren für die Beurteilung der NEK fehlt momentan noch eine standardisierte Methode. Vorarbeiten für eine automatische Herleitung der Terrainfaktoren für die Beurteilung der

landwirtschaftlichen Nutzungseignung wurden durch das KOBO durchgeführt. Es ist geplant, hierzu eine Anleitung in Form eines Faktenblatts zur Verfügung zu stellen.

## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Bewertungsschema NEK-Methode 2023. Alle in der NEK-Methode 2023 enthaltenen Limitierungstabellen enthalten vier Spalten, welche die klimatische Limitierung am Standort abbilden. Die Kombination von klimatischer Limitierung und der spezifischen Boden- bzw. Terraineigenschaft, welche in den separaten Tabellen aufgeführt wird, ergibt die jeweilige spezifische NEK. Aus der Gesamtheit der spezifischen NEK wird die höchste und damit maximal limitierende NEK als finale NEK bestimmt. 11

---

Abbildung 2. Limitierungen durch das Klima nach der Klimaeignungszone aus der Klimaeignungskarte (Jeanneret und Vautier 1997). Die Klimaeignungszone bilden im Wesentlichen den Niederschlagshaushalt und die Vegetationsperiode ab. Sie werden mit alphanumerischen Abkürzungen beschrieben, wobei einige Gruppen zu Klimaeignungszone zusammengefasst werden (z.B. bilden «C1-4» oder «C5-6» jeweils eine eigenständige Zone). Es existieren folgende 20 Klimaeignungszone: A1, A2, A3, A4, A5, A6, B1, B2, B3, B4, B5, B6, C1-4, C5-6, D1-4, D5-6, E1-3, E4-6, F, G. 13

---

Abbildung 3. Übersicht der NEK-Methode 2023. Alle in der NEK 2023 enthaltenen Limitierungstabellen enthalten vier Spalten, welche die klimatische Limitierung am Standort abbilden. Die Kombination von klimatischer Limitierung und der spezifischen Boden- bzw. Terraineigenschaft, welche in den separaten Tabellen aufgeführt wird, ergibt die jeweilige spezifische NEK. Aus der Gesamtheit der spezifischen NEK wird die höchste und damit maximal limitierende NEK als finale NEK bestimmt. 24

---

## 8 Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1. Übersicht über das Gesamtwerk «Beschreibung, Klassifikation und Kartierung der Böden der Schweiz». In blau die vorliegende Anleitung zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung (NEK-Methode 2023); graue Schrift ungefähre Zeitangaben einer ersten Publikation. Weitere Informationen und eine Übersicht über vorhandene Publikationen sind unter <a href="http://www.boden-methoden.ch">www.boden-methoden.ch</a> verfügbar.   | 5  |
| Tabelle 2. Auflistung der Limitierungen der NEK-ZH, NEK-FAL und NEK 2023. (Fett= Hauptsächliche Limitierung, Normal = In der Limitierungstabelle enthaltene Grössen. DD = drainiert, OB = Oberboden, pnG = pflanzennutzbare Gründigkeit, PT = mit Torfzwichenschichten, PU = überschüttet, UB = Unterboden, VB = blockig, WHG = Wasserhaushaltsuntergruppe, ZL = labil aggregiert). Hinweis auf die Entstehung der Limitierungen in der NEK 2023.  | 8  |
| Tabelle 3. Auflistung der Nutzungseignungsklassen der NEK-Methode 2023 inklusive der Bewertungskriterien. Die Beschreibung basiert auf den Beschreibungen der NEK nach FAL und Kanton Zürich (Brunner et al. 1997; Jäggli et al. 1998) und wurde überarbeitet durch P. Schwab und O. Heller (2022) und anschliessend weiter angepasst durch die Autor:innen. Weil in NEK 1 und 2 alle Kulturen angebaut werden können, wird für die Beurteilung nicht zwischen den Kulturen unterschieden. Bei NEK 3-6 unterscheiden sich die Beurteilungen zwischen den Kulturen. Da Ackerbau in NEK 7- 9 nicht vorgesehen ist, wird hier nur der Futterbau beurteilt. Die Beurteilung erfolgt über alle NEK in fünf Klassen (++ = sehr gut, (+) = gut bis sehr gut, + = gut, (+) = mittel bis gut, 0 = mittel, - = schlecht, -- = sehr schlecht). Es gibt kein starres Vorgehen, wie die Gesamteinschätzung aus der nachhaltigen Nutzung und Anbaubreite, dem Ertragsvermögen, der Ertragssicherheit und den Bewirtschaftungsbedingungen hergeleitet wird. | 10 |
| Tabelle 4. Eingangsgrössen zur Bewertung der Nutzungseignungsklassen (OB= Oberboden, UB=Unterboden).   | 12 |
| Tabelle 5. Beschreibung der Wasserhaushaltsuntergruppen nach Brunner et al. (1997). Insgesamt werden 25 Wasserhaushaltsuntergruppen unterschieden, die mit den Buchstaben des Alphabets (ohne den Buchstaben «j») abgekürzt werden. Bei den Untertypen sind typische Ausprägungen fett markiert, weiter mögliche Ausprägungen sind in Normalschrift aufgeführt.  | 15 |
| Tabelle 6. Limitierungen durch die Wasserhaushaltsuntergruppen   | 16 |
| Tabelle 7. Limitierungen durch den Skelettgehalt im Oberboden. (NEK = Nutzungseignungsklasse, OB = Oberboden)  | 17 |
| Tabelle 8. Limitierungen durch die Textur im Oberboden. (NEK = Nutzungseignungsklasse, OB = Oberboden)   | 18 |
| Tabelle 9. Limitierungen durch den Humusgehalt (%) der Böden. (NEK = Nutzungseignungsklasse, OB = Oberboden, UB = Unterboden)  | 19 |
| Tabelle 10. Limitierungen durch den pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> ) der Böden (NEK = Nutzungseignungsklasse, OB = Oberboden, UB = Unterboden).  | 20 |
| Tabelle 11. Limitierungen durch das Terrain (NEK = Nutzungseignungsklasse). Der Index «ungleichmässig» ist nur für Hangneigungen von 15 % bis 25 % relevant.   | 21 |
| Tabelle 12. Limitierender Spezialfall 1: Klima, Wasserhaushaltsuntergruppe (WHG) und Hangneigung. Eine leere Zelle in der Tabelle bedeutet, dass die Wechselwirkung für diese Kombination von Klima,   |    |



|   |    |
|---|----|
| Boden- und Terraineigenschaften keine zusätzliche Limitierung gegenüber den Einzelbewertungen verursacht.   | 22 |
| Tabelle 13. Limitierender Spezialfall 2: Wasserhaushaltsuntergruppe und Hangneigung und Textur Unterboden (UB). Eine leere Zelle in der Tabelle bedeutet, dass die Wechselwirkung für diese Kombination von Klima-, Boden- und Terraineigenschaften keine zusätzliche Limitierung verursacht. | 23 |
| Tabelle 14. Beispiel mit leicht eingeschränkter landwirtschaftlicher Nutzungseignung (Standort der Nationalen Bodenbeobachtung NABO, wird ackerbaulich genutzt)   | 26 |
| Tabelle 15. Beispiel mit eingeschränkter landwirtschaftlicher Nutzungseignung (Standort der Nationalen Bodenbeobachtung NABO, wird ackerbaulich genutzt)  | 27 |
| Tabelle 16. Beispiel mit sehr eingeschränkter landwirtschaftlicher Nutzungseignung (Standort der Nationalen Bodenbeobachtung NABO, wird als Obstbaustandort genutzt)  | 28 |

## 9 Literaturverzeichnis

BLW (2012). Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft. Minimales Geodatenmodell. Bundesamt für Landwirtschaft.

Bohne, Klaus (2005). An introduction into applied soil hydrology. Reiskirchen: Catena Verlag (Lecture notes in GeoEcology).

Brunner, Johann; Jäggli, Friedrich; Nievergelt, Jakob; Peyer, Karl (1997). Kartieranleitung. Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. Zürich Reckenholz: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz (FAL).

Bundesamt für Landestopografie swisstopo (2021). swissALTI3D. Verfügbar auf <https://swisstopo.admin.ch/de/geodata/height/alti3d.html>

Calanca, P., A. Holzkämper, A.F. Isotta. 2023. Die thermische Vegetationszeit im Wandel des Klimas. Agrarforschung Schweiz 14: 150-158.

Estler, Manfred, Pfahler, Karl (1985). Einfluss der Hangneigung auf den Wert landwirtschaftlicher Grundstücke, TU München, Weihenstephan.

Flisch, René; Neuweiler, Reto; Kuster, Thomas; Oberholzer, Hansrudolf; Huguenin-Elie, Olivier; Richner, Walter (2017). Bodeneigenschaften und Bodenanalysen. In Grundlagen der Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017) (Hrsg. W. Richner & S. Sinaj). Agrarforschung Schweiz 8 (6), p. 34.

Greiner, Lucie; Petter, Gunnar (2023). Dokumentation der Überarbeitung der NEK-Methode 2023. Kompetenzzentrum Boden KOBO. BFH-HAFL.

Holzkämper, Annelie; Fossati, Dario; Hiltbrunner, Jürg; Fuhrer, Jürg (2015). Spatial and temporal trends in agro-climatic limitations to production potentials for grain maize and winter wheat in Switzerland. In Reg Environ Change 15 (1), pp. 109–122. DOI: 10.1007/s10113-014-0627-7

Jäggli, Friedrich; Peyer, Karl; Pazeller, Albert; Schwab, Peter (1998). Grundlagenbericht zur Bodenkartierung des Kantons Zürich. Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich und Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich Reckenholz FAL.

Jeanneret, François; Vautier, Philippe (1977). Klimaeignungskarten für die Landwirtschaft in der Schweiz. Mit Beilagen. Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement. Bern. Online verfügbar unter [https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.blw.klimaeignung-typ&layers\\_opacity=0.75](https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.blw.klimaeignung-typ&layers_opacity=0.75)

Leifeld, J; Vogel, D; Bretscher, D (2019). Treibhausgasemissionen entwässerter Böden. In Agroscope Science (74).

National Centre for Climate Services (2022): Was ist das Klima? National Centre for Climate Services (NCCS). Verfügbar auf <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/grundlagen-zum-klima/was-ist-das-klima.html>

Prasuhn, Volker; Hofer, Peter; Liniger, Hanspeter (2022). 24 Jahre Erosionsmonitoring in der Region Frienisberg. DOI: 10.34776/AFS13-86

Scheffer, Fritz; Schachtschabel, Paul; Blume, Hans-Peter; Thiele-Bruhn, Sören (2010). Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Auflage. Heidelberg: Spektrum (Spektrum Lehrbuch).

Schwab, Peter (2021). NEK-Einstufung nach Boka ZH. Überarbeitung im Auftrag des Kompetenzzentrums Boden (KOBO). Auf Anfrage verfügbar bei [info@ccsols.ch](mailto:info@ccsols.ch)

Schwab, Peter (2022a). Vorschlag zur Berücksichtigung der Erosionsgefährdung durch unterschiedliche Feinerdekörnung (Textur) im Oberboden / Erodierbarkeit des Bodens (Erodibilität). Auf Anfrage verfügbar bei [info@ccsols.ch](mailto:info@ccsols.ch)

Schwab, Peter (2022b). Schriftliche Mitteilung ans Kompetenzzentrums Boden (KOBO). Auf Anfrage verfügbar bei [info@ccsols.ch](mailto:info@ccsols.ch)

Schwab, Peter; Günter, Markus (2016). Vergleich der Methoden BoKa ZH und FAL 24 zur Beurteilung der Nutzungseignungsklassen. Mit Ergänzungen der FABO vom 16.1.2017. Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Bodenschutz, Kanton Zürich.

Wendling, Marina (2022). Utilisation de la méthode d'estimation de la classe d'aptitude agricole. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL. Verfügbar auf <https://ccsols.ch>

Wendling, Marina; Schmid, Nathaniel; Charles, Raphaël (2022). Etude de l'importance des paramètres sol permettant d'évaluer l'aptitude agricole d'un site. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL. Verfügbar auf <https://ccsols.ch>