CP-Tool

Ein Programm zur Berechnung des Fruchtfolge- und Bewirtschaftungsfaktors (CP-Faktor) der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG)

Anleitung zur Verwendung des CP-Tools

Patrick Kupferschmied

2019

Agroscope
Universität Bern

CP-Tool

Entwickelt von:	Patrick Kupferschmied
In Zusammenarbeit mit:	Agroscope
	Universität Bern
Programm-Version:	2.5
Datum der Veröffentlichung:	Oktober 2019

Alle Fragen zum CP-Tool und zu dieser Anleitung sind an folgende Adresse zu richten:

Volker Prasuhn
Agroscope
Reckenholzstrasse 191
8046 Zürich
Tel. +41 58 468 71 45
Email: volker.prasuhn@agroscope.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **3**
1.1 ABAG und CP-Faktor kurz erklärt . . . 3
1.2 Was ist das CP-Tool und wozu ist es gedacht? . . . 4
1.3 Download und Installation des CP-Tools . . . 5

2 Anwendung des CP-Tools **6**
2.1 1. Schritt: Auswahl der Region . . . 6
2.2 2. Schritt: Angabe der Bewirtschaftungsrichtung (P-Faktor) . . . 7
2.3 3. Schritt: Bestimmung der Fruchtfolge . . . 8
2.3.1 Zwischennutzung . . . 8
2.3.2 Bodenbearbeitungsverfahren . . . 10
2.3.3 Regeln zur Eingabe der Fruchtfolge . . . 10
2.4 4. Schritt: Berechnung . . . 11
2.5 5. Schritt (optional): Notizfeld . . . 12

3 Interpretation des Outputs **13**
3.1 Output: Fruchtfolge . . . 13
3.2 Output: Kulturkalender . . . 13
3.3 Output: RRA und RBA . . . 14
3.4 Output: C-Anteile und C-Faktor . . . 15

4 Eingabebeispiele **17**
4.1 Variation der Bodenbearbeitung . . . 17
4.2 Kunstwiese . . . 18
4.3 Loopjahr . . . 18

5 Literaturverzeichnis **i**

6 Anhang **ii**

1 Einleitung

Diese Anleitung liefert die wichtigsten Informationen zum CP-Tool und erklärt, wie das Tool zu verwenden ist. Mithilfe dieser Anleitung sollen Fragen zur Bedienung des Programms geklärt werden können.

Auf methodische Einzelheiten des Tools wird in dieser Anleitung hingegen kaum eingegangen. Detaillierte Informationen zum methodischen Hintergrund des CP-Tools, der verwendeten Datengrundlagen, der C-Faktor-Berechnung oder der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) finden sich in der Masterarbeit von Kupferschmied (2018). Die Masterarbeit mit dem Titel *Konzeptionierung und Operationalisierung einer aktuellen und schweizweit verwendbaren Berechnungsweise des USLE C-Faktors* ist auf der Website von Agroscope zusammen mit dem CP-Tool zum Download verfügbar oder kann am Geographischen Institut der Universität Bern eingesehen werden.

1.1 ABAG und CP-Faktor kurz erklärt

Die **Allgemeine Bodenabtragsgleichung** (ABAG oder engl. USLE) ist ein weit verbreitetes Erosionsmodell zur Bestimmung des langjährigen mittleren Bodenabtrags (A) einer bestimmten Fläche durch Wassererosion. Die ABAG ist eine Faktorgleichung bestehend aus den erosionsbestimmenden Faktoren Niederschlagserosivität (R), Bodenerodierbarkeit (K), Topographie (L, S), Bodenbedeckung und Bodenbearbeitung (C), sowie einem Faktor zur Berücksichtigung von strukturellen Erosionsschutzmassnahmen (P).

$$\text{ABAG:} \qquad A = R * K * L * S * C * P$$

Der **C-Faktor** ist der Bedeckungs- und Bewirtschaftungsfaktor und entspricht dem Verhältnis vom Bodenabtrag einer beliebig bewirtschafteten Fläche zu jenem einer gepflügten Schwarzbrache. Mit dem C-Faktor wird in der ABAG die erosionsmindernde Wirkung von konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren wie etwa Mulchsaat und die Erosionsschutzwirkung der Pflanzendecke beschrieben. Der C-Faktor gibt an um wie viel geringer der Bodenabtrag der untersuchten Bewirtschaftungsfläche im Vergleich zu einer in Gefällerichtung gepflügten Schwarzbrache ausfällt. Ein C-Faktor von 0.1 bedeutet, dass der zu erwartende Bodenabtrag einer Fläche aufgrund der Bewirtschaftung nur 10% des Bodenabtrags entspricht, welcher auf derselben Fläche im Falle einer gepflügten Schwarzbrache auftreten würde.

Der C-Faktor berechnet sich aus dem *Relativen Bodenabtrag (RBA)* und dem *Relativen R-Anteil (RRA)*. Der **RBA** gibt an, wie gut eine Kulturpflanze den Boden vor Erosion schützt. Dabei wird die Pflanzendecke je nach Wachstumsstadium der Kultur (Kulturperiode), sowie die Auswirkung des Bodenbearbeitungsverfahrens berücksichtigt. Der **RRA** gibt den

Anteil des erosiven Jahresniederschlags an, welcher in den einzelnen Kulturperioden auftritt. Wenn also von einer Ackerkultur eine Kulturperiode mit geringer Erosionsschutzwirkung (z.B. kurz nach der Saat) in eine Zeit mit hohem Anteil erosiver Niederschläge fällt, so ist ein höheres Erosionsrisiko zu erwarten, was sich durch einen hohen C-Faktor-Anteil in dieser Kulturperiode ausdrückt.

Der **P-Faktor** ist der Erosionsschutzfaktor und gibt das Verhältnis des Bodenabtrags einer Fläche mit vorhandenen Erosionsschutzmassnahmen zu dem einer in Gefällerichtung bearbeiteten Fläche ohne Schutzmassnahmen an. Das CP-Tool beschränkt sich für den P-Faktor auf die Bewirtschaftungsrichtung. Weitere strukturelle Erosionsschutzmassnahmen wie etwa Terrassierung können im CP-Tool nicht angegeben werden.

Durch Multiplikation der Faktoren C und P ergibt sich der kombinierte **CP-Faktor**. Das CP-Tool zeigt nach der Berechnung sowohl den isolierten C-Faktor ohne Berücksichtigung der Bewirtschaftungsrichtung, sowie den kombinierten CP-Faktor an.

1.2 Was ist das CP-Tool und wozu ist es gedacht?

Das CP-Tool ist ein Programm zur Berechnung des Fruchtfolge- und Bodenbewirtschaftungsfaktors (CP-Faktor) der ABAG. Entwickelt wurde das CP-Tool als Ergänzung zur Erosionsrisikokarte der Schweiz (ERK2 2019)[1].

Die ERK2 zeigt das potentielle Erosionsrisiko aller Ackerflächen der Schweiz. Da die aktuelle Bewirtschaftung der einzelnen Ackerflächen jedoch nicht schweizweit erfasst werden kann, nimmt die ERK2 für alle Ackerflächen eine gepflügte Schwarzbrache an. Das bedeutet, dass in der ERK2 die Bewirtschaftung nicht berücksichtigt wird, also der CP-Faktor fehlt.

Mit dem CP-Tool kann der CP-Faktor für beliebige Fruchtfolgen berechnet werden. Damit kann einerseits der CP-Faktor einer bestimmten Fläche berechnet und zusammen mit der ERK2 das aktuelle Erosionsrisiko unter Berücksichtigung der tatsächlichen Bewirtschaftung ermittelt werden. Andererseits dient das CP-Tool zur Ermittlung von geeigneten Bewirtschaftungsszenarien für potentiell erosionsgefährdete Ackerflächen. So können mit dem CP-Tool die CP-Faktoren von verschiedenen Bewirtschaftungsverfahren ermittelt und mit der ERK2 verrechnet werden. Dadurch lässt sich beispielsweise feststellen, wie stark sich das Erosionsrisiko verringert, wenn auf einer gefährdeten Fläche vom Pflugverfahren auf Direktsaat umgestiegen wird.

Somit ist das CP-Tool in erster Linie für den Einsatz im Vollzug gedacht und dient als Instrument zur Massnahmenanalyse im Erosionsschutz. Das CP-Tool und die ERK2 sind frei verfügbar und können auch von Privatpersonen verwendet werden.

[1] ERK2 2019: `https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.blw.erosion,ch.blw.erosion-quantitativ&layers_opacity=0.75,0.75&E=2660000.00&N=1189875.00&zoom=1`

1.3 Download und Installation des CP-Tools

Das CP-Tool ist zusammen mit dieser Anleitung auf der Website von Agroscope[2] zum freien Download verfügbar. Weiter findet sich auf dieser Website die Masterarbeit von Patrick Kupferschmied zur Entwicklung des CP-Tools, sowie ein GIS-Plugin zur Verrechnung des CP-Faktors mit der ERK2 in QGIS.

Das CP-Tool kann als ausführbare Datei (.exe) für Windows und Linux heruntergeladen werden. Das Programm muss nicht installiert werden und ist direkt durch einen Doppelklick auf die heruntergeladene EXE-Datei ausführbar.

Hinweis: Antivirenprogramme werden vor der Ausführung der EXE-Datei warnen und die Datei des CP-Tools gegebenenfalls sogar als gefährlich einstufen. Dies liegt daran, dass Trojaner oder andere gefährliche Programme häufig ebenfalls als EXE-Dateien aus dem Internet geladen werden. Vorsicht ist bei solchen Dateien aber nur dann geboten, wenn die Quelle unbekannt oder suspekt ist. Wenn Sie das CP-Tool von der Agroscope-Website heruntergeladen haben, können Sie die Warnung Ihres Antivirenprogramms ignorieren und die EXE-Datei gefahrlos ausführen. Dazu müssen Sie die Ausführung des Programms allenfalls in Ihrem Antivirenprogramm erlauben (Whitelist) oder das Antivirenprogramm vorübergehend deaktivieren.

Hinweis: Auf PCs in Geschäftsumgebungen ist das Ausführen von EXE-Dateien häufig vom Systemadministrator blockiert. Um das CP-Tool benutzen zu können, wenden Sie sich in diesem Fall an Ihren internen Informatikdienst.

[2]Download CP-Tool: `https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/publikationen/apps.html`

2 Anwendung des CP-Tools

In diesem Kapitel wird die Verwendung des CP-Tools schrittweise erklärt. Das CP-Tool verfügt über eine Kurzanleitung, welche die Verwendung des Programms ebenfalls kurz erklärt. Die Kurzanleitung öffnet sich beim Programmstart automatisch und kann im CP-Tool jederzeit über den Menüpunkt *Kurzanleitung* oder das Tastenkürzel *Ctrl+H* aufgerufen werden.

In der vorliegenden Anleitung werden die einzelnen Schritte gegenüber der Kurzanleitung ausführlicher erklärt und gegebenenfalls auf mögliche Probleme bei der Anwendung eingegangen.

2.1 1. Schritt: Auswahl der Region

Der erste Schritt ist die Bestimmung der Region. Zur Auswahl stehen die beiden Regionen *Talgebiet* und *Hügelgebiet*. Die Zuordnung orientiert sich an den landwirtschaftlichen Zonengrenzen, wobei die Hügelzone und alle Bergzonen im CP-Tool unter Hügelgebiet zusammengefasst sind.

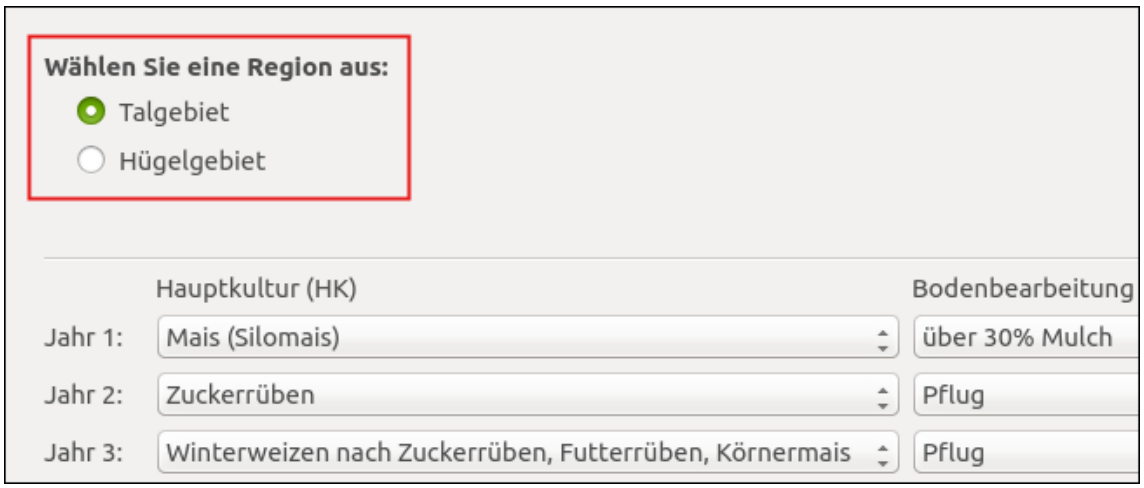

Abbildung 1: Auswahl der Region im CP-Tool

Auf dem Geoportal des Bundes finden Sie die Karte mit den landwirtschaftlichen Zonengrenzen[3]. Mit dieser Karte können Sie die zu analysierende Ackerfläche eindeutig einer der beiden Regionen zuweisen.

Die Wahl der Region wirkt sich bei der Berechnung des C-Faktors auf die Saat- und Erntetermine, sowie die Verteilung des erosiven Niederschlags aus. Für die Berechnung

[3]Landwirtschaftliche Zonengrenzen: `https://map.geo.admin.ch/?topic=ech&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&E=2631875.00&N=1202375.00&zoom=2&catalogNodes=457&layers=ch.blw.landwirtschaftliche-zonengrenzen&layers_opacity=0.75`

der Kulturperioden greift das Programm für jede Kulturpflanze auf individuell festgelegte Kulturkalenderdaten zu (vgl. Kapitel 3.2). Diese Kalenderdaten unterscheiden sich für eine bestimmte Kultur je nach Region um einige Tage. Weiter werden zur Berechnung des C-Faktors Daten zur Verteilung der erosiven Jahresniederschläge verwendet. Auch diese Daten unterscheiden sich abhängig von der gewählten Region.

2.2 2. Schritt: Angabe der Bewirtschaftungsrichtung (P-Faktor)

Im zweiten Schritt kann die Richtung der Bewirtschaftung angegeben werden. Zur Auswahl stehen eine *hangparallele*, eine *höhenlinienparallele*, sowie eine *nicht eindeutige* Bewirtschaftungsrichtung. Mit der Angabe zur Bewirtschaftungsrichtung legt das Programm den P-Faktor der ABAG fest, welcher zusammen mit dem C-Faktor den kombinierten CP-Faktor ergibt.

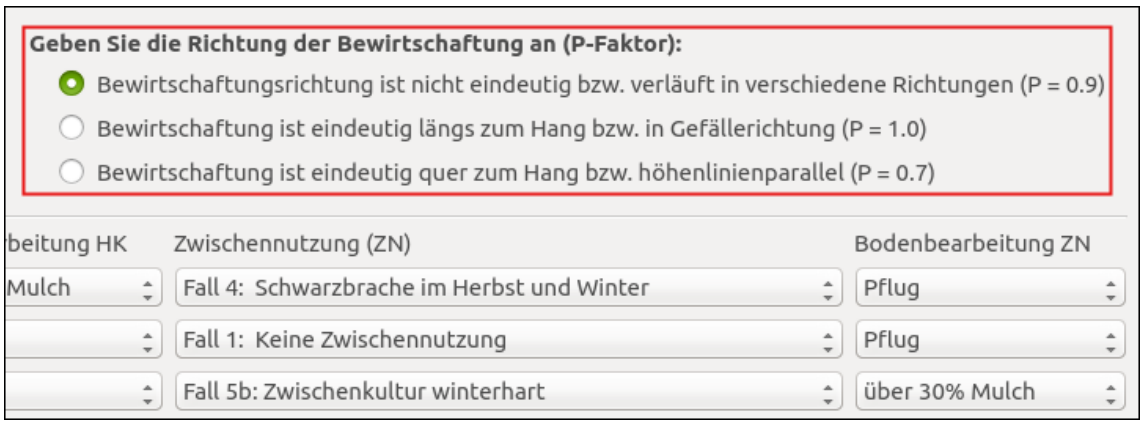

Abbildung 2: Angabe der Bewirtschaftungsrichtung im CP-Tool

Eine hangparallele Bewirtschaftung in Gefällerichtung verringert das Erosionsrisiko nicht und entspricht einem P-Faktor von 1.0.
Bei höhenlinienparalleler Bewirtschaftung (Konturnutzung) reduziert sich das Erosionsrisiko merklich und wird mit einem P-Faktor von 0.7 gerechnet. Dieser Wert wurde gestützt auf Prasuhn & Grünig (2001) festgelegt, welche bei Feldaufnahmen in Frienisberg für höhenlinienparallel bewirtschaftete Flächen im Mittel einen P-Faktor von 0.73 errechnet haben. Zur Berechnung des P-Faktors bei Konturnutzung verwendeten Prasuhn & Grünig (2001) ein Vorgehen von Auerswald (1992).
Allerdings ist die Bewirtschaftungsrichtung aufgrund der Topographie auch bei Konturnutzung in vielen Fällen nicht immer exakt höhenlinienparallel, etwa wenn ein Hang nach zwei Seiten geneigt ist oder starke Mulden aufweist. Für diese Fälle existiert im Programm eine Option für eine nicht eindeutige Bewirtschaftungsrichtung. Da trotzdem eine gewisse Erosionsschutzwirkung gewährleistet ist, wird dabei nach Prasuhn & Grünig (2001) mit einem P-Faktor von 0.9 gerechnet.

Hinweis: In der Praxis ist die Bestimmung der Bewirtschaftungsrichtung aufgrund der Topographie oft nicht exakt möglich. Aus diesem Grund sollte in den meisten Fällen die Option *Bewirtschaftungsrichtung ist nicht eindeutig* gewählt werden. Eine hangparallele bzw. höhenlinienparallele Bewirtschaftungsrichtung sollte nur dann angegeben werden, wenn diese für die gesamte Ackerfläche gilt.

2.3 3. Schritt: Bestimmung der Fruchtfolge

Im dritten Schritt wird die Fruchtfolge definiert. Für jedes Jahr der Fruchtfolge sind folgende Angaben notwendig:

- Hauptkultur
- Bodenbearbeitungsverfahren der Hauptkultur
- Zwischennutzung
- Bodenbearbeitungsverfahren der Zwischennutzung

	Hauptkultur (HK)	Bodenbearbeitung HK	Zwischennutzung (ZN)	Bodenbearbeitung ZN
Jahr 1:	Mais (Silomais)	über 30% Mulch	Fall 4: Schwarzbrache im Herbst und Winter	Pflug
Jahr 2:	Zuckerrüben	Pflug	Fall 1: Keine Zwischennutzung	Pflug
Jahr 3:	Winterweizen nach Zuckerrüben, Futterrüben, Körnermais	Pflug	Fall 5b: Zwischenkultur winterhart	über 30% Mulch
Jahr 4:	Mais (Körnermais)	10 - 30% Mulch	Fall 3: Stoppelbrache im Winter	Pflug
Jahr 5:	Zuckerrüben	Pflug	Fall 1: Keine Zwischennutzung	Pflug
Jahr 6:	Winterweizen nach Zuckerrüben, Futterrüben, Körnermais	Pflug	Fall 5b: Zwischenkultur winterhart	10 - 30% Mulch
Jahr 7:	Mais (Silomais)	Direktsaat	Fall 5b: Zwischenkultur winterhart	über 30% Mulch
Jahr 8:				
Jahr 9:				
Jahr 10:				

Abbildung 3: Angaben zur Fruchtfolge im CP-Tool

Das Programm erlaubt bis zu 10-jährige Fruchtfolgen, wobei auch kürzere Fruchtfolgen gerechnet werden können. Dazu können die Felder der nicht benötigten Jahre leer gelassen werden.
Achtung: Um einen aussagekräftigen C-Faktor berechnen zu können, wird eine mindestens 3-jährige Fruchtfolge benötigt! C-Faktoren für kürzere Fruchtfolgen sollten mit dem Tool nicht gerechnet werden, da dass Modell nicht dafür ausgelegt ist.

Zur Angabe der Hauptkulturen verfügt das CP-Tool über eine grosse Auswahl an in der Schweiz gängigen Ackerkulturen.

2.3.1 Zwischennutzung

Für die Zwischennutzung kann aus unterschiedlichen Fällen ausgewählt werden. Im Folgenden werden die möglichen Zwischennutzungs-Fälle kurz erklärt:

1. *Keine Zwischenutzung:* Auf die vorhergehende Hauptkultur folgt im Abstand weniger Tage direkt die nächste Hauptkultur.
   z.B. Winterweizen direkt nach Zuckerrüben.

2. *Stoppelbrache vor Winterhauptkultur:* Auf die vorhergehende Hauptkultur folgt für einige Wochen eine Stoppelbrache, bevor eine Winterhauptkultur gesät wird.
   z.B. Wintergerste nach Winterweizen.

3. *Stoppelbrache im Winter:* Auf die vorhergehende Hauptkultur folgt über den Winter eine Stoppelbrache bevor die nächste Hauptkultur gesät wird.
   z.B. Kartoffeln nach Zuckerrüben.

4. *Schwarzbrache im Herbst und Winter:* Auf die vorhergehende Hauptkultur folgt eine Herbstfurche (Pflugeinsatz) und Winterbrache, bevor die nächste Hauptkultur gesät wird.
   z.B. Zuckerrüben, dann Herbstfurche und Schwarzbrache im Winter, dann Kartoffeln.

5. *Zwischenkultur abfrierend/winterhart:* Auf die vorhergehende Hauptkultur folgt eine Zwischenkultur bis die nächste Hauptkultur gesät wird.

   5a) *abfrierend:* Grünmais, Nichtleguminosen, Kleegras o.ä. nicht überwinternd.

   5b) *winterhart:* Frühjahrsschnitt vor Wiesenumbruch, Leguminosen, Kleegras o.ä. überwinternd.

   z.B. Winterweizen, dann Kleegras, dann Zuckerrüben.

6. *Herbstzwischenfutter vor Schwarzbrache im Winter:* Auf die vorhergehende Hauptkultur folgt eine Zwischenkultur im Herbst bis zum 15. November (fixer Stichtag im Tool). Dann erfolgt eine Herbstfurche mit anschliessender Schwarzbrache im Winter bevor die nächste Hauptkultur gesät wird.
   z.B. Winterweizen, dann Kleegras, dann Herbstfurche und Schwarzbrache, dann Zuckerrüben.

7. *Herbstzwischenfutter vor Winterhauptkultur:* Auf die vorhergehende Hauptkultur folgt eine Zwischenkultur im Herbst, welche vor dem Winter wieder durch eine Winterhauptkultur ersetzt wird.
   z.B. Wintergerste, dann Kleegras, dann Winterweizen.
   Hinweis: Dieser Fall konnte technisch nicht umgesetzt werden und steht im CP-Tool nicht zur Auswahl.

8. *Kunstwiese:* Im Falle einer mehrjährigen Kunstwiese gibt es zwei Optionen, je nach dem ob es sich um eine Frühjahrssaat oder Herbstsaat handelt.

   8a) *Herbstsaat:* Auf die vorhergehende Hauptkultur folgt ab Herbst eine mehrjährige Kunstwiese.

8b) *Frühjahrssaat bzw. Folgejahre:* Dieser Fall wird gewählt, wenn die vorhergehende Hauptkultur entweder «Kunstwiese Frühjahrssaat» oder «Kunstwiese Folgejahre» ist.

Hinweis: Im Kapitel 2.3.3 wird das Vorgehen bei Kunstwiese im CP-Tool näher erklärt.

Nähere Informationen zu den einzelnen Zwischennutzungs-Fällen und wie sich diese rechnerisch unterscheiden finden Sie in der Masterarbeit von Kupferschmied (2018).

2.3.2 Bodenbearbeitungsverfahren

Die folgenden vier Bodenbearbeitungsverfahren stehen im CP-Tool für Hauptkultur und Zwischennutzung zur Auswahl:

- Pflugeinsatz
- Mulchsaat mit 10-30% Bodenbedeckung durch Mulch
- Mulchsaat mit über 30% Bodenbedeckung durch Mulch
- Direkt- oder Streifenfrässaat

Die Angabe zur Bodenbearbeitung der Zwischennutzung hat nur in den Fällen 5a, 5b, 6 und 8a eine Auswirkung auf die Berechnung. In den anderen Fällen kann die Bodenbearbeitung beim Standard-Wert *Pflug* belassen, aber nicht leer gelassen werden.
Achtung: Jahre mit einzelnen leeren Feldern werden bei der Berechnung nicht berücksichtigt! Eine Fehlermeldung aufgrund unvollständiger Angaben gibt es nicht.

2.3.3 Regeln zur Eingabe der Fruchtfolge

Damit die Berechnung des CP-Faktors korrekt abläuft, gilt es bei der Eingabe der Fruchtfolge einige Regeln einzuhalten.

Loopjahr
Bei der Berechnung erstellt das Programm automatisch einen Kulturkalender, wobei für jede Ackerkultur auf fixe Kalenderdaten zurückgegriffen wird (vgl. Kapitel 3.2). Bei untypischen Kulturabfolgen kann es deshalb zu Überschneidungen der Kalenderdaten kommen, was in der Berechnung zu einem ungewollten zusätzlichen Jahr («Loopjahr») führen kann. Ein solches Loopjahr verfälscht den resultierenden CP-Faktor stark und muss unbedingt vermieden werden. Dazu ist es gerade bei untypischen Fruchtfolgen wichtig die Kulturkalender-Daten im Output des Tools genau auf mögliche Fehler hin zu untersuchen (vgl. Kapitel 4.3).
Hinsweis: Spezielle Fälle wie etwa der Umbruch einer ertragsarmen Winterkultur im Frühjahr auf eine Sommerkultur sind mit dem CP-Tool entsprechend nicht möglich. Das

Tool ist für die Berechnung von typischen Bewirtschaftungs-Szenarien und nicht zur Rekonstruktion vergangener Bewirtschaftung vorgesehen.

Pflug nach Schwarzbrache
Wenn als Zwischennutzung die Fälle 4 oder 6 gewählt werden, muss als Bodenbearbeitung der folgenden Hauptkultur zwingend Pflug angegeben werden. Denn in den Fällen 4 und 6 wird vor der Schwarzbrache mit dem Pflug eine Herbstfurche gemacht, was die Erosionsschutzwirkung der Folgekultur beeinflusst.

Kunstwiese
Unter Kunstwiese wird im CP-Tool eine mehrjährige Zwischenkultur verstanden. Eine Kunstwiese kann entweder im Frühjahr oder im Herbst gesät werden und muss zur korrekten Berechnung während mindestens eines ganzen Jahres bestehen bleiben.
Bei einer Frühjahrssaat wählt man als Hauptkultur *Kunstwiese Frühjahrssaat* und als Zwischennutzung den Fall 8b. Bei einer Herbstsaat wählt man nach einer beliebigen Hauptkultur die Zwischennutzung 8a.
Für jedes weitere Jahr, welches die Kunstwiese am Stück bestehen soll, wählt man als Hauptkultur *Kunstwiese Folgejahre* und als Zwischennutzung den Fall 8b.
Die Kunstwiese kann entweder im Frühjahr durch die Wahl einer beliebigen Sommerhauptkultur beendet werden oder im Herbst durch die Wahl einer Winterhauptkultur oder durch eine andere Zwischennutzung als 8b.

2.4 4. Schritt: Berechnung

Wenn alle Angaben zur Fruchtfolge gemacht wurden, kann über den Knopf *Berechnen* der C-Faktor der Fruchtfolge berechnet werden. Das Programm zeigt den C-Faktor und den CP-Faktor direkt im Fenster an.

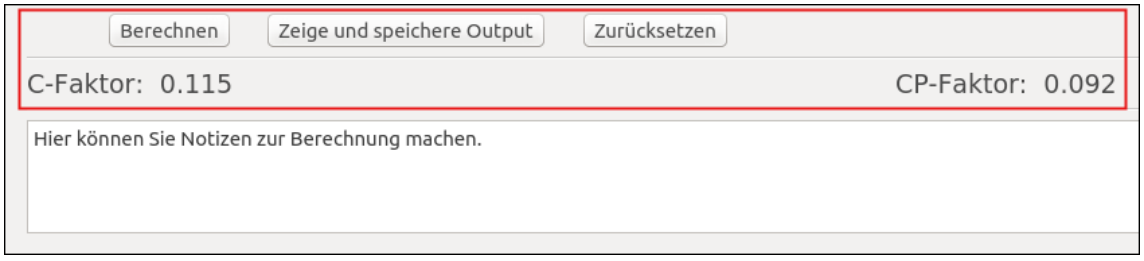

Abbildung 4: Ausführen der Berechnung im CP-Tool

Über den Knopf *Zeige und speichere Output* kann in einem separaten Fenster eine ausführliche Übersicht der Berechnung mit allen wichtigen Zwischenresultaten angezeigt werden. Auf diesen Output wird im folgenden Kapitel 3 näher eingegangen.
Hinweis: Der detaillierte Output des Programms kann als Textdatei (.txt) gespeichert werden.

Mit dem Knopf *Zurücksetzen* können alle Angaben gelöscht und das Programm in den Ausgangszustand zurückgesetzt werden.

2.5 5. Schritt (optional): Notizfeld

Im Notizfeld können Sie Notizen zur entsprechenden Berechnung machen. Hier können Sie etwa Informationen zur Parzelle oder zum gerechneten Szenario vermerken. Das Eingeben von Notizen ist optional.

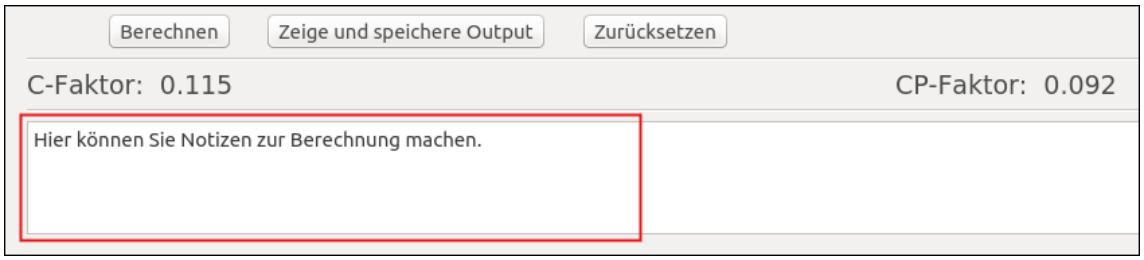

Abbildung 5: Notizfunktion im CP-Tool

Hinweis: Ihre Notizen werden im detaillierten Output angezeigt und können dort noch editiert sowie gespeichert werden.

3 Interpretation des Outputs

Im CP-Tool kann nach Eingabe aller Daten über einen Klick auf den Button *Zeige und speichere Output* ein detaillierter Output der Berechnung geöffnet werden. Im Folgenden werden die einzelnen Elemente dieses Outputs anhand der Beispielsfruchtfolge aus Abbildung 3 kurz erläutert.

3.1 Output: Fruchtfolge

Zu Beginn des Outputs sind alle Angaben zur Fruchtfolge, Region und Bewirtschaftungsrichtung aufgelistet. Ausserdem berechnet das Programm den Anteil von Blattfrüchten in der Fruchtfolge.

```
Fruchtfolge Beschreibung:
Jahr 1:  Mais (Silomais)                                    mit über 30% Mulch | Fall 4:  Schwarzbrache im Herbst und Winter              mit Pflug
Jahr 2:  Zuckerrüben                                        mit Pflug          | Fall 1:  Keine Zwischennutzung                          mit Pflug
Jahr 3:  Winterweizen nach Zuckerrüben, Futterrüben, Körnermais mit Pflug      | Fall 5b: Zwischenkultur winterhart                      mit über 30% Mulch
Jahr 4:  Mais (Körnermais)                                  mit 10 - 30% Mulch | Fall 3:  Stoppelbrache im Winter                         mit Pflug
Jahr 5:  Zuckerrüben                                        mit Pflug          | Fall 1:  Keine Zwischennutzung                          mit Pflug
Jahr 6:  Winterweizen nach Zuckerrüben, Futterrüben, Körnermais mit Pflug      | Fall 5b: Zwischenkultur winterhart                      mit 10 - 30% Mulch
Jahr 7:  Mais (Silomais)                                    mit Direktsaat     | Fall 5b: Zwischenkultur winterhart                      mit über 30% Mulch


Region:
Talgebiet

Bewirtschaftungsrichtung (P-Faktor):
Bewirtschaftungsrichtung ist nicht eindeutig bzw. verläuft in verschiedene Richtungen (P = 0.9)

Blattfrucht-Anteil der Fruchtfolge:
71.4 %
```

Abbildung 6: Output - Informationen zur angegebenen Fruchtfolge

3.2 Output: Kulturkalender

Als nächstes wird der Kulturkalender der Fruchtfolge angezeigt. Die Saat- und Erntetermine können vom Benutzer bei der Eingabe der Fruchtfolge nicht selbst angegeben werden. Stattdessen greift das Programm für jede Kulturpflanze auf individuelle Kalenderdaten zu den einzelnen Kulturperioden zu. Jede Haupt- und Zwischenkultur durchläuft die folgenden sechs Kulturperioden:

- Bodenbearbeitung
- Saat
- 10% Bodenbedeckung durch die Pflanzendecke
- 50% Bodenbedeckung
- 75% Bodenbedeckung
- Ernte

Der Grund für die fixen Kalenderdaten liegt darin, dass zu jeder Kulturpflanze für jede Kulturperiode auch ein Wert zum relativen Bodenabtrag (RBA) existiert. Wären die

Kalenderdaten frei wählbar und damit die Kulturperioden variabel, müssten die RBA-Werte jeweils aufwendig neu berechnet werden, was die technischen Möglichkeiten des Programms übersteigt. Zudem sind die Unterschiede im resultierenden C-Faktor vernachlässigbar.

Die Kalenderdaten zu den einzelnen Kulturperioden sind im CP-Tool aus technischen Gründen als *Tag im Jahr* und nicht als *Datum* angegeben. Eine Tabelle zur Konvertierung ins Datumformat findet sich im Anhang 6.

```
Kulturkalender [Tag im Jahr]:
Jahr 1:  ['130', '131', '160', '182', '191', '272', ' 81']
Jahr 2:  [' 81', ' 82', '131', '164', '180', '294', '298']
Jahr 3:  ['298', '299', ' 80', '106', '122', '211', '216', '217', '227', '237', '247', '117', '118']
Jahr 4:  ['118', '119', '155', '176', '187', '291', ' 81']
Jahr 5:  [' 81', ' 82', '131', '164', '180', '294', '298']
Jahr 6:  ['298', '299', ' 80', '106', '122', '211', '216', '217', '227', '237', '247', '129', '130']
Jahr 7:  ['130', '131', '160', '182', '191', '272', '277', '278', '298', '329', ' 75', '129', '130']
```

Abbildung 7: Output - Kulturkalender der Fruchtfolge

Jedes Jahr der Fruchtfolge verfügt über 7 Daten, bzw. 13 wenn auf die Hauptkultur eine Zwischenkultur folgt. Davon sind 6 bzw. 12 Daten den jeweiligen Kulturperioden von der Bodenbearbeitung bis zur Ernte zuzuordnen. Das 7./13. Datum entspricht der Bodenbearbeitung der Folgekultur und ist nur aus technischen Gründen am Ende jedes Jahres aufgelistet.

Um die im Kapitel 2.3.3 angesprochenen Loopjahre zu verhindern, muss hier im Output beim Kulturkalender darauf geachtet werden, dass es jeweils zwischen den beiden letzten Daten eines Jahres zu keiner ungewollten Überschneidung kommt. Ein Beispiel eines Loopjahres ist weiter unten im Kapitel 4.3 aufgeführt.

3.3 Output: RRA und RBA

Für jede Kulturperiode berechnet das Programm die entsprechenden RRA-Werte und liest die RBA-Werte aus der Datenbank.

Die RBA-Werte werden anhand verschiedener Korrekturfaktoren gegebenenfalls in einem zweiten Berechnungsschritt noch angepasst. Ist mindestens einer der folgenden drei Fälle erfüllt, werden die RBA-Werte der jeweiligen Hauptkultur entsprechend korrigiert:

- Kunstwiese war Vorkultur
- Blattfruchtanteil der Fruchtfolge liegt bei 50% oder höher
- Wurzelfrucht war Vorkultur von Getreide oder Raps

Es können auch mehrere Korrekturfaktoren gleichzeitig zum Einsatz kommen, sofern mehrere Fälle erfüllt sind. Eine Tabelle mit den jeweiligen Korrekturfaktoren findet sich im Anhang 6.

```
Relativer R-Anteil (RRA):
Jahr 1:  ['0.000', '0.085', '0.141', '0.059', '0.499', '0.147']
Jahr 2:  ['0.000', '0.068', '0.110', '0.115', '0.588', '0.006']
Jahr 3:  ['0.003', '0.109', '0.018', '0.040', '0.501', '0.059', '0.002', '0.094', '0.031', '0.041', '0.266', '0.001']
Jahr 4:  ['0.000', '0.094', '0.128', '0.046', '0.559', '0.121']
Jahr 5:  ['0.000', '0.068', '0.110', '0.115', '0.588', '0.006']
Jahr 6:  ['0.003', '0.109', '0.018', '0.040', '0.501', '0.059', '0.002', '0.094', '0.031', '0.041', '0.281', '0.002']
Jahr 7:  ['0.000', '0.085', '0.141', '0.059', '0.499', '0.006', '0.000', '0.029', '0.028', '0.082', '0.068', '0.002']

Relativer Bodenabtrag (RBA):
Jahr 1:  ['0.110', '0.110', '0.070', '0.020', '0.010', '0.320']
Jahr 2:  ['0.320', '0.850', '0.450', '0.050', '0.030', '0.440']
Jahr 3:  ['0.320', '0.460', '0.380', '0.030', '0.010', '0.030', '0.110', '0.110', '0.070', '0.030', '0.010', '0.010']
Jahr 4:  ['0.190', '0.270', '0.130', '0.040', '0.030', '0.010']
Jahr 5:  ['0.320', '0.850', '0.450', '0.050', '0.030', '0.440']
Jahr 6:  ['0.320', '0.460', '0.380', '0.030', '0.010', '0.030', '0.160', '0.160', '0.090', '0.030', '0.010', '0.010']
Jahr 7:  ['0.080', '0.080', '0.060', '0.020', '0.010', '0.100', '0.110', '0.110', '0.070', '0.030', '0.010', '0.010']

Korrigierter Relativer Bodenabtrag (korrRBA):
Jahr 1:  ['0.132', '0.132', '0.084', '0.024', '0.012', '0.384']
Jahr 2:  ['0.480', '1.275', '0.675', '0.075', '0.045', '0.660']
Jahr 3:  ['0.400', '0.575', '0.475', '0.037', '0.013', '0.037', '0.110', '0.110', '0.070', '0.030', '0.010', '0.010']
Jahr 4:  ['0.257', '0.365', '0.176', '0.054', '0.041', '0.014']
Jahr 5:  ['0.480', '1.275', '0.675', '0.075', '0.045', '0.660']
Jahr 6:  ['0.400', '0.575', '0.475', '0.037', '0.013', '0.037', '0.160', '0.160', '0.090', '0.030', '0.010', '0.010']
Jahr 7:  ['0.080', '0.080', '0.060', '0.020', '0.010', '0.100', '0.110', '0.110', '0.070', '0.030', '0.010', '0.010']
```

Abbildung 8: Output - Relativer R-Anteil und Relativer Bodenabtrag

3.4 Output: C-Anteile und C-Faktor

Durch Multiplikation der RRA-Werte und der korrigierten RBA-Werte berechnet das Programm die C-Anteile der einzelnen Kulturperioden. Diese C-Anteile werden in einem ersten Schritt jahrweise aufsummiert. Anhand dieser jährlichen C-Anteile kann analysiert werden, welche Kulturen wie stark erosionsgefährdend sind. Je höher die Summe der jährlichen C-Anteile, desto grösser die Erosionsgefährdung. In der Beispielsfruchtfolge tragen die Zuckerrüben in den Jahren 2 und 5 mehr als doppelt so stark zum C-Faktor bei, als die restlichen Kulturen (vgl. Abbildung 9).

```
C-Anteile [RRA * korrRBA]:
Jahr 1:  ['0.000', '0.011', '0.012', '0.001', '0.006', '0.057']
Jahr 2:  ['0.000', '0.086', '0.074', '0.009', '0.026', '0.004']
Jahr 3:  ['0.001', '0.063', '0.008', '0.001', '0.006', '0.002', '0.000', '0.010', '0.002', '0.001', '0.003', '0.000']
Jahr 4:  ['0.000', '0.034', '0.022', '0.003', '0.023', '0.002']
Jahr 5:  ['0.000', '0.086', '0.074', '0.009', '0.026', '0.004']
Jahr 6:  ['0.001', '0.063', '0.008', '0.001', '0.006', '0.002', '0.000', '0.015', '0.003', '0.001', '0.003', '0.000']
Jahr 7:  ['0.000', '0.007', '0.008', '0.001', '0.005', '0.001', '0.000', '0.003', '0.002', '0.002', '0.001', '0.000']

Summen jährlicher C-Anteile:
Jahr 1:  0.087
Jahr 2:  0.200
Jahr 3:  0.099
Jahr 4:  0.083
Jahr 5:  0.200
Jahr 6:  0.105
Jahr 7:  0.030

Summe aller C-Anteile der Fruchtfolge:
0.805


C-Faktor:  0.115
           =====

CP-Faktor: 0.103
```

Abbildung 9: Output - C-Anteile und C-Faktor

In einem zweiten Schritt wird die Summe aller C-Anteile der Fruchtfolge berechnet. Diese wird anschliessend durch die Anzahl Jahre der Fruchtfolge geteilt, um den C-Faktor der Fruchtfolge zu erhalten. Der CP-Faktor ergibt sich durch die Multiplikation von errechnetem C- und angegebenen P-Faktor.

4 Eingabebeispiele

In diesem Kapitel sind Eingabebeispiele aufgeführt, um die korrekte Verwendung des CP-Tools zu demonstrieren und mögliche Eingabefehler aufzuzeigen.

4.1 Variation der Bodenbearbeitung

Mit dem CP-Tool können verschiedene Bewirtschaftungs-Szenarien gerechnet und miteinander verglichen werden. Beispielsweise kann eine bestimmte Fruchtfolge einmal mit konventionellem und ein zweites Mal mit konservierendem Bodenbearbeitungsverfahren gerechnet werden.

Abbildung 10: Konventionelle Bodenbearbeitung

Abbildung 11: Konservierende Bodenbearbeitung

Der C-Faktor liegt bei konventioneller Bodenbearbeitung mit 0.224 deutlich höher als bei konservierender Bodenbearbeitung mit 0.065.

Achtung: In Abbildung 11 muss für die Zuckerrüben im 2. Jahr als Bodenbearbeitung trotzdem Pflug angegeben werden, weil die Zwischennutzung im Vorjahr eine Schwarzbrache mit Herbstfurche ist (vgl. Kapitel 2.3.3).

4.2 Kunstwiese

Wie in Kapitel 2.3.3 erläutert, kann eine Kunstwiese entweder mit einer Herbstsaat oder einer Frühjahrssaat beginnen. Für jedes weitere Jahr wird die Hauptkultur *Kunstwiese Folgejahre* und der Zwischennutzungs-Fall 8b gewählt.

Abbildung 12: Kunstwiese

Hinweis: Überall in Abbildung 12 wo Pflug angegeben ist, wirkt sich die Wahl der Bodenbearbeitung rechnerisch nicht aus. Einzige Ausnahme ist der Silomais im Jahr 8, welcher aufgrund der vorhergehenden Schwarzbrache Pflug angeben muss.

4.3 Loopjahr

Zur Demonstration eines Loopjahres wird die Beispielsfruchtfolge aus Abbildung 3 verwendet und ein Fehler eingebaut. In den Jahren 3 und 6 folgt jeweils Winterweizen auf Zuckerrüben. Allerdings liegt das Datum der Bodenbearbeitung von Winterweizen vor dem Erntedatum von Zuckerrüben. Aus diesem Grund gibt es eine spezielle Hauptkultur *Winterweizen nach Zuckerrüben* deren Daten so angepasst sind, dass es eben nicht zu einer Überschneidung der Daten kommt.

Abbildung 13: GRÜN: Korrekt! Winterweizen nach Zuckerrüben; ROT: Falsch! Winterweizen Standard

```
Fruchtfolge Beschreibung:
Jahr 1:  Mais (Silomais)                                    mit über 30% Mulch | Fall 4:  Schwarzbrache im Herbst und Winter
Jahr 2:  Zuckerrüben                                        mit Pflug          | Fall 1:  Keine Zwischennutzung
Jahr 3:  Winterweizen nach Zuckerrüben, Futterrüben, Körnermais mit Pflug      | Fall 5b: Zwischenkultur winterhart
Jahr 4:  Mais (Körnermais)                                  mit 10 - 30% Mulch | Fall 3:  Stoppelbrache im Winter
Jahr 5:  Zuckerrüben                                        mit Pflug          | Fall 1:  Keine Zwischennutzung
Jahr 6:  Winterweizen Standard                              mit Pflug          | Fall 5b: Zwischenkultur winterhart
Jahr 7:  Mais (Silomais)                                    mit Direktsaat     | Fall 5b: Zwischenkultur winterhart

Kulturkalender [Tag im Jahr]:
Jahr 1:  ['130', '131', '160', '182', '191', '272', ' 81']
Jahr 2:  [' 81', ' 82', '131', '164', '180', '294', '298']
Jahr 3:  ['298', '299', ' 80', '106', '122', '211', '216', '217', '227', '237', '247', '117', '118']
Jahr 4:  ['118', '119', '155', '176', '187', '291', ' 81']
Jahr 5:  [' 81', ' 82', '131', '164', '180', '294', '288']
Jahr 6:  ['288', '289', '342', ' 88', '102', '211', '216', '217', '227', '237', '247', '129', '130']
Jahr 7:  ['130', '131', '160', '182', '191', '272', '277', '278', '298', '329', ' 75', '129', '130']

Relativer R-Anteil (RRA):
Jahr 1:  ['0.000', '0.085', '0.141', '0.059', '0.499', '0.147']
Jahr 2:  ['0.000', '0.068', '0.110', '0.115', '0.588', '0.006']
Jahr 3:  ['0.003', '0.109', '0.018', '0.040', '0.501', '0.059', '0.002', '0.094', '0.031', '0.041', '0.266', '0.001']
Jahr 4:  ['0.000', '0.094', '0.128', '0.046', '0.559', '0.121']
Jahr 5:  ['0.000', '0.068', '0.110', '0.115', '0.588', '0.987']
Jahr 6:  ['0.002', '0.067', '0.068', '0.010', '0.543', '0.059', '0.002', '0.094', '0.031', '0.041', '0.281', '0.002']
Jahr 7:  ['0.000', '0.085', '0.141', '0.059', '0.499', '0.006', '0.000', '0.029', '0.028', '0.082', '0.068', '0.002']
```

Abbildung 14: GRÜN: Korrekt! Winterweizen nach Zuckerrüben; ROT: Falsch! Winterweizen Standard

In den Abbildungen 13 und 14 wird im Jahr 6 fälschlicherweise *Winterweizen Standard* verwendet, was zu einem Loopjahr führt. In Abbildung 14 zeigt sich das Loopjahr im Kulturkalender deutlich. Die Zuckerrüben werden am 294. Tag geerntet und der darauf folgende Winterweizen kommt anstatt am 298. Tag (grün) erst am 288. Tag des nächsten Jahres (rot). Das dadurch entstehende Loopjahr führt zu einem RRA-Wert von 98.7% (rot) anstatt 0.6% (grün) für die Kulturperiode zwischen Ernte und Bodenbearbeitung. Über die ganze Fruchtfolge hat dies einen deutlich höheren C-Faktor von 0.207 anstatt 0.115 (vgl. Abbildung 9) zur Folge.

5 Literaturverzeichnis

Auerswald, K. (1992). Verfeinerte Bewertung von Erosionsschutzmassnahmen unter deutschen Anbaubedingungen mit dem P-Faktor der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG). Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung, 33, 137-144.

Kupferschmied, P. (2018). Konzeptionierung und Operationalisierung einer aktuellen und schweizweit verwendbaren Berechnungsweise des USLE C-Faktors – Schaffung der inhaltlichen und technischen Grundlagen zur individuellen Integration des C-Faktors in die Erosionsrisikokarte der Schweiz. Masterarbeit. Geographisches Institut Universität Bern, Bern, 181 S.

Prasuhn, V., Grünig, K. (2001). Evaluation der Ökomassnahmen – Phosphorbelastung der Oberflächengewässer durch Bodenerosion. Schriftenreihe der FAL, 37, 1-152.

6 Anhang

Hilfstabelle - Tag im Jahr

Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
1	**1**	1	**32**	1	**61**	1	**92**	1	**122**	1	**153**
2	**2**	2	**33**	2	**62**	2	**93**	2	**123**	2	**154**
3	**3**	3	**34**	3	**63**	3	**94**	3	**124**	3	**155**
4	**4**	4	**35**	4	**64**	4	**95**	4	**125**	4	**156**
5	**5**	5	**36**	5	**65**	5	**96**	5	**126**	5	**157**
6	**6**	6	**37**	6	**66**	6	**97**	6	**127**	6	**158**
7	**7**	7	**38**	7	**67**	7	**98**	7	**128**	7	**159**
8	**8**	8	**39**	8	**68**	8	**99**	8	**129**	8	**160**
9	**9**	9	**40**	9	**69**	9	**100**	9	**130**	9	**161**
10	**10**	10	**41**	10	**70**	10	**101**	10	**131**	10	**162**
11	**11**	11	**42**	11	**71**	11	**102**	11	**132**	11	**163**
12	**12**	12	**43**	12	**72**	12	**103**	12	**133**	12	**164**
13	**13**	13	**44**	13	**73**	13	**104**	13	**134**	13	**165**
14	**14**	14	**45**	14	**74**	14	**105**	14	**135**	14	**166**
15	**15**	15	**46**	15	**75**	15	**106**	15	**136**	15	**167**
16	**16**	16	**47**	16	**76**	16	**107**	16	**137**	16	**168**
17	**17**	17	**48**	17	**77**	17	**108**	17	**138**	17	**169**
18	**18**	18	**49**	18	**78**	18	**109**	18	**139**	18	**170**
19	**19**	19	**50**	19	**79**	19	**110**	19	**140**	19	**171**
20	**20**	20	**51**	20	**80**	20	**111**	20	**141**	20	**172**
21	**21**	21	**52**	21	**81**	21	**112**	21	**142**	21	**173**
22	**22**	22	**53**	22	**82**	22	**113**	22	**143**	22	**174**
23	**23**	23	**54**	23	**83**	23	**114**	23	**144**	23	**175**
24	**24**	24	**55**	24	**84**	24	**115**	24	**145**	24	**176**
25	**25**	25	**56**	25	**85**	25	**116**	25	**146**	25	**177**
26	**26**	26	**57**	26	**86**	26	**117**	26	**147**	26	**178**
27	**27**	27	**58**	27	**87**	27	**118**	27	**148**	27	**179**
28	**28**	28	**59**	28	**88**	28	**119**	28	**149**	28	**180**
29	**29**	29	**60**	29	**89**	29	**120**	29	**150**	29	**181**
30	**30**			30	**90**	30	**121**	30	**151**	30	**182**
31	**31**			31	**91**			31	**152**		

Juli	
1	**183**
2	**184**
3	**185**
4	**186**
5	**187**
6	**188**
7	**189**
8	**190**
9	**191**
10	**192**
11	**193**
12	**194**
13	**195**
14	**196**
15	**197**
16	**198**
17	**199**
18	**200**
19	**201**
20	**202**
21	**203**
22	**204**
23	**205**
24	**206**
25	**207**
26	**208**
27	**209**
28	**210**
29	**211**
30	**212**
31	**213**

August	
1	**214**
2	**215**
3	**216**
4	**217**
5	**218**
6	**219**
7	**220**
8	**221**
9	**222**
10	**223**
11	**224**
12	**225**
13	**226**
14	**227**
15	**228**
16	**229**
17	**230**
18	**231**
19	**232**
20	**233**
21	**234**
22	**235**
23	**236**
24	**237**
25	**238**
26	**239**
27	**240**
28	**241**
29	**242**
30	**243**
31	**244**

September	
1	**245**
2	**246**
3	**247**
4	**248**
5	**249**
6	**250**
7	**251**
8	**252**
9	**253**
10	**254**
11	**255**
12	**256**
13	**257**
14	**258**
15	**259**
16	**260**
17	**261**
18	**262**
19	**263**
20	**264**
21	**265**
22	**266**
23	**267**
24	**268**
25	**269**
26	**270**
27	**271**
28	**272**
29	**273**
30	**274**

Oktober	
1	**275**
2	**276**
3	**277**
4	**278**
5	**279**
6	**280**
7	**281**
8	**282**
9	**283**
10	**284**
11	**285**
12	**286**
13	**287**
14	**288**
15	**289**
16	**290**
17	**291**
18	**292**
19	**293**
20	**294**
21	**295**
22	**296**
23	**297**
24	**298**
25	**299**
26	**300**
27	**301**
28	**302**
29	**303**
30	**304**
31	**305**

November	
1	**306**
2	**307**
3	**308**
4	**309**
5	**310**
6	**311**
7	**312**
8	**313**
9	**314**
10	**315**
11	**316**
12	**317**
13	**318**
14	**319**
15	**320**
16	**321**
17	**322**
18	**323**
19	**324**
20	**325**
21	**326**
22	**327**
23	**328**
24	**329**
25	**330**
26	**331**
27	**332**
28	**333**
29	**334**
30	**335**

Dezember	
1	**336**
2	**337**
3	**338**
4	**339**
5	**340**
6	**341**
7	**342**
8	**343**
9	**344**
10	**345**
11	**346**
12	**347**
13	**348**
14	**349**
15	**350**
16	**351**
17	**352**
18	**353**
19	**354**
20	**355**
21	**356**
22	**357**
23	**358**
24	**359**
25	**360**
26	**361**
27	**362**
28	**363**
29	**364**
30	**365**
31	**366**

Korrekturfaktoren auf Relative Bodenabträge (RBA)

RBA-Reduktionsfaktoren nach Kunstwiese

Wird auf alle Kulturen (Reihenfrüchte und Getreide) im 1. Jahr nach Kunstwiese angewendet.

	Kulturperiode 1	Kulturperiode 2	Kulturperiode 3	Kulturperiode 4	Kulturperiode 5	Kulturperiode 6
Verfahren	Bodenbearbeitung bis Saatbett	Saatbett bis 10% Bodenbedeckung	10%-50% Bodenbedeckung	50%-75% Bodenbedeckung	75% bis Ernte	Ernte bis Bodenbearbeitung
bei Pflug	0.650	0.750	0.750	0.800	0.800	0.850
bei Mulchsaat 10-30%	0.750	0.859	0.859	0.916	0.916	0.950
bei Mulchsaat >30%	0.850	0.924	0.924	0.986	0.986	1.000
bei Direktsaat, Streifenfrässsat	0.900	0.950	0.950	1.000	1.000	1.000

RBA-Erhöhungsfaktoren für Blattfrüchte, wenn Blattfruchtanteil in Fruchtfolge 50% oder grösser

Verfahren	ohne Kunstwieseneinfluss	1. Jahr nach Kunstwiese*
Pflug	1.50	1.39
Mulchsaat 10-30% Bedeckung	1.35	1.21
Mulchsaat >30% Bedeckung	1.20	1.16
Direktsaat, Streifenfrässsaat	1.00	1.00

* Wenn bei einem Blattfruchtanteil von 50% und mehr eine Blattfrucht auf Kunstwiese folgt, wird anstatt der oberen Reduktionsfaktoren nach Kunstwiese dieser Faktor im 1. Jahr nach Kunstwiese auf alle sechs Kulturperioden der Hauptkultur angewendet.

Blattfrüchte

Ackerbohnen
Eiweissserbsen
Raps
Kartoffeln
Mais
Rüben
Soja
Sonnenblumen
Tabak
Gemüse

RBA-Erhöhungsfaktoren für Getreide und Raps nach Wurzelfrucht

Verfahren	ohne Kunstwieseneinfluss
Pflug	1.250
Mulchsaat 10-30% Bedeckung	1.110
Mulchsaat >30% Bedeckung	1.010
Direktsaat, Streifenfrässsaat	1.000

Wurzelfrüchte

Saatkartoffeln
Kartoffeln
Zuckerrüben
Futterrüben
Topinambur