



Abb. 4-10: Luftbild von Bodenerosion und Sedimentablagerung für das Niederschlagsereignis März 2002 am Modellhang Grub

Am Luftbild (Abb. 4-10) sind die Sedimentablagerungen am Grasfilterstreifen gut sichtbar. Die Ablagerungen haben eine Längenausdehnung von bis zu 30 m, wodurch das gesamte Sediment innerhalb des Filterstreifens abgelagert wird. Ein Vergleich zwischen gemessener Retentionsleistung und durch das Modell VFSMOD simulierter Retentionsleistung geben Tab. 4-8 und Abb. 4-11.

Tab. 4-8: Vergleich von gemessener Retentionsleistung und der mit dem Modell VFSMOD errechneten Retentionsleistung für den Modellhang Grub mit Niederschlagsereignis März 2002

| Entfernung vom Schlag | Retention - gemessen | Retention - VFSMOD |
|-----------------------|----------------------|--------------------|
| m | % | % |
| 0 - 5 | 38 | 34 |
| 5 - 10 | 27 | 31 |
| 10 - 15 | 17 | 32 |
| 15 - 20 | 10 | 3 |
| 20 -25 | 5 | 0 |
| 25 -30 | 3 | 0 |
| 0-30 | 1 | 1 |

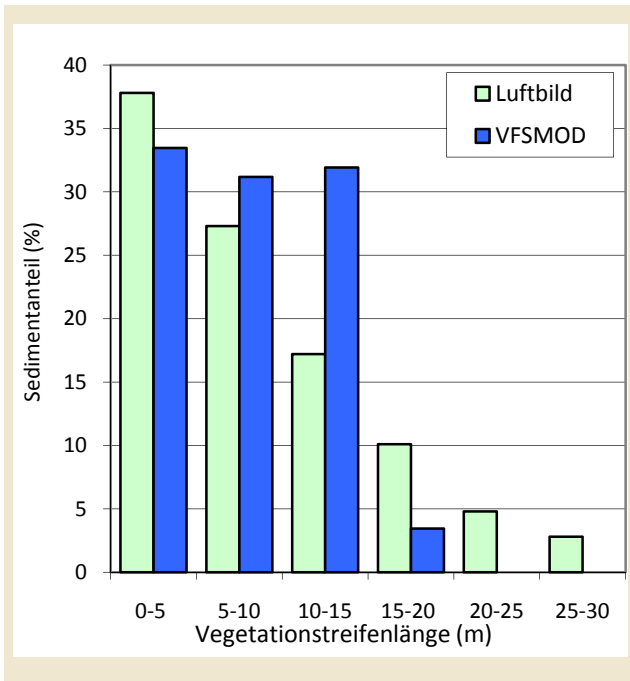


Abb. 4-11: Grafischer Vergleich zwischen gemessener und simulierter Retentionsleistung für das Ereignis März 2002, Modellhang Grub

Vergleicht man die mit VFSMOD berechnete Retention mit den über die Luftbildauswertung errechneten Werten, zeigt sich, dass für die ersten 10 m des Filterstreifens sehr ähnliche Ergebnisse erzielt wurden. Mit zunehmender Länge des Filterstreifens werden Unterschiede deutlich. Während VFSMOD eine vollständige Retention des Sediments nach 15 – 20 m vorschlägt, erfolgt im Fall der Luftbildauswertung eine gleichmäßigere Retention mit einer vollständigen Sedimentation des erodierten Materials nach 25 – 30 m. Ein Erklärungsansatz für diesen Unterschied liefert das Luftbild. VFSMOD nimmt modellbedingt eine gleichmäßige Befruchtung des Filterstreifens vor. Im Gegensatz dazu erfolgte der tatsächliche Sedimentaustrag fingerförmig, was zu einer höheren Belastung einzelner Abschnitte des Filterstreifens führte, nachdem die Effektivität eines Filterstreifens in erster Linie von der Menge an eingetragenen Sediment abhängt (siehe 4.2.2). Ein zweiter Erklärungsansatz liegt natürlich in der Unsicherheit der verwendeten Datensätze. Die hier für eine

Validierung eingesetzten Datensätze wurden ursprünglich ja nicht für diesen Zweck erhoben. Hervorzuheben ist auch, dass bestimmte Einflussfaktoren auf die Retentionsleistung zwar theoretisch verstanden werden, allerdings ihre praktische Umsetzung mit dem Problem behaftet ist, dass es fast nicht möglich ist, Daten für eine Überprüfung ihrer Wirkung zu sammeln. Dies betrifft vor allem die Korngrößenzusammensetzung des Sediments. Wie in 4.2.2 gezeigt wird, wirkt die Korngrößenzusammensetzung des Sediments sehr stark auf das Austragsverhalten, es gibt allerdings auch international nur sehr wenig Information über die tatsächliche Aggregatzusammensetzung von erodiertem Bodenmaterial zum Zeitpunkt des Erosionsgeschehens (Foster et al., 1985). Als Schlussfolgerung der Validierung von VFSMOD mit dem vorliegenden Datensatz kann festgestellt werden, dass eine zwar nicht absolute Übereinstimmung der Retentionsleistung vorliegt, allerdings wird durch VFSMOD die Tendenz des Absatzverhaltens von Sediment richtig wiedergegeben. Im Vergleich mit beobachteten Daten simulierte VFSMOD eine höhere Retention.

4.2.2 Einflussfaktoren des Rückhalts im Vegetationsfilterstreifen

4.2.2.1 Niederschlag

Niederschlag ist das zentrale Steuerungselement von Bodenabtrag und Oberflächenabfluss. Um den Effekt unterschiedlicher Niederschlagsmengen auf den Rückhalt von Sediment im Filterstreifen zu evaluieren, wurde das Modell VFSMOD mit den unter 3.2.3 definierten Parametersets verwendet und die Datenkombination Niederschlagsmenge – Filterlänge – Bodentexturklasse ausgewertet. Die Effektivität des Rückhalts wird dabei als „Sediment Delivery Ratio“ (SDR) angegeben, das ist jener relative Anteil des Sedimenteintrags, der nach einer bestimmten Filterlänge den Filterstreifen wieder verlässt. SDR wird als Wert zwischen 0 und 1 angegeben, wobei ein SDR von 1 bedeutet, dass die gesamte in den Filterstreifen eingetragene Sediment-

menge den Filterstreifen wieder verlässt. Ein SDR von 0 hingegen zeigt eine vollständige Retention des Sediments an.

Die berechneten Abflüsse lagen für alle fünf getesteten Texturklassen in einem Bereich von 1 m³ bis 226 m³ Gesamtabfluss in den Filterstreifen. Die in den Filterstreifen eingetragenen Sedimentmengen sind in Tab. 4-9 wiedergegeben. Dabei entspricht der geringste Wert jeweils dem Bodenabtrag bei einer Niederschlagsmenge von 20 mm, der größte Wert entspricht jeweils einer Niederschlagsmenge von 70 mm da natürlich die Sedimenteinträge von der Niederschlagsmenge gesteuert werden. Da die Textur eines Bodens entscheidenden Einfluss auf das Erosionsgeschehen eines Standortes nimmt, führen die unterschiedlichen Korngrößen der verschiedenen Bodentexturklassen zu sehr verschiedenen Sedimentfrachten in den Filterstreifen. Da sich die Stoffflüsse auf 1 m Querschnittsfläche des Filterstreifens beziehen, sind die in Tab. 4-9 angegebenen Werte mit 100 zu multiplizieren, um den Bodeneintrag pro ha Fläche zu erhalten. Damit liegen die untersuchten Sedimentmengen in einem Bereich zwischen 900 kg/ha und 800.000 kg/ha. Diese letzte Zahl ist sicherlich für ein einzelnes Erosionsereignis als flächenhaftes Ereignis zu hoch gegriffen, andererseits wurden auch in Österreich Bodenabträge in einer der Größenordnung von 200 – 300 t/ha für einzelne Niederschlagsereignisse dokumentiert (Strauss und Peinsitt, 2002; Klik, 2003b). Zieht man zusätzlich die Möglichkeit konzentrierter Fliesswege in Betracht, durch die ungleich höhere Abflüsse und Sedimentfrachten transportiert werden, so gibt das Spektrum der simulierten Sedimenteinträge sicherlich reale Bedingungen wider. Die Abb. 4-12 bis Abb. 4-16 stellen das Ergebnis der Simulation flächenhaften Sedimenteintrags bei wechselnden Niederschlagsmengen und verschiedenen Filterlängen graphisch dar.

Tab. 4-9: Minimale und maximale Sedimenteinträge in den Filterstreifen bei Niederschlagsmengen zwischen 20 und 70 mm unter der Annahme eines flächenhaften Eintrags (Randbedingungen: Hangneigung des Ackers = 2%, Hangneigung des Filterstreifens = 5%).

| Bodentexturklasse | Minimaler Sedimenteintrag in kg/m | Maximaler Sedimenteintrag in kg/m |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Lehmiger Sand | 9 | 3.948 |
| Sandiger Lehm | 16 | 7.445 |
| Toniger Lehm | 18 | 8.145 |
| Schluff | 26 | 5.504 |
| schluffiger Lehm | 26 | 5.504 |

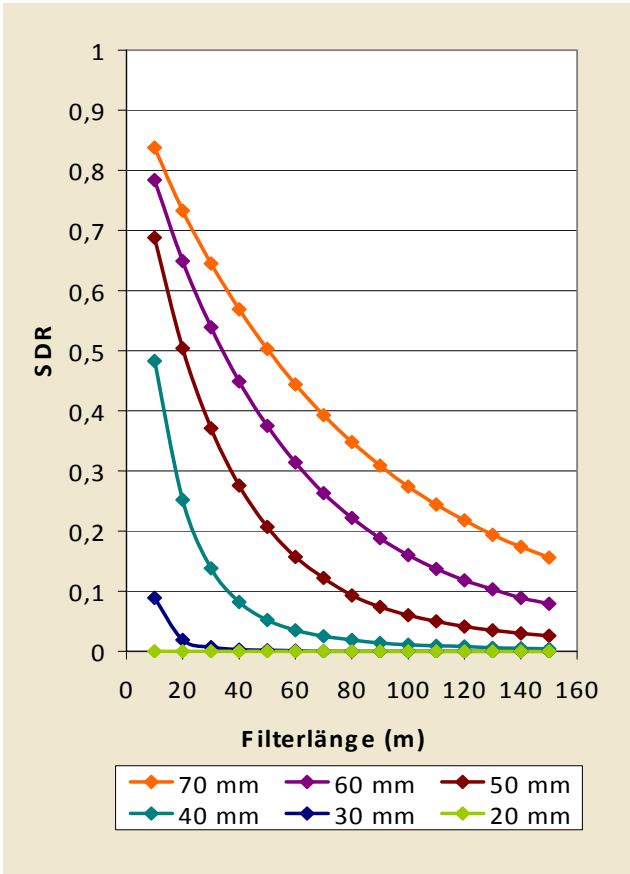


Abb. 4-12: Einfluss des Niederschlags (20 mm – 70 mm) auf die Retentionsleistung unterschiedlich langer Filterstreifen (Randbedingungen: erodierter Boden = lehmiger Sand, Hangneigung des Ackers = 2%, Hangneigung des Filterstreifens = 5%)

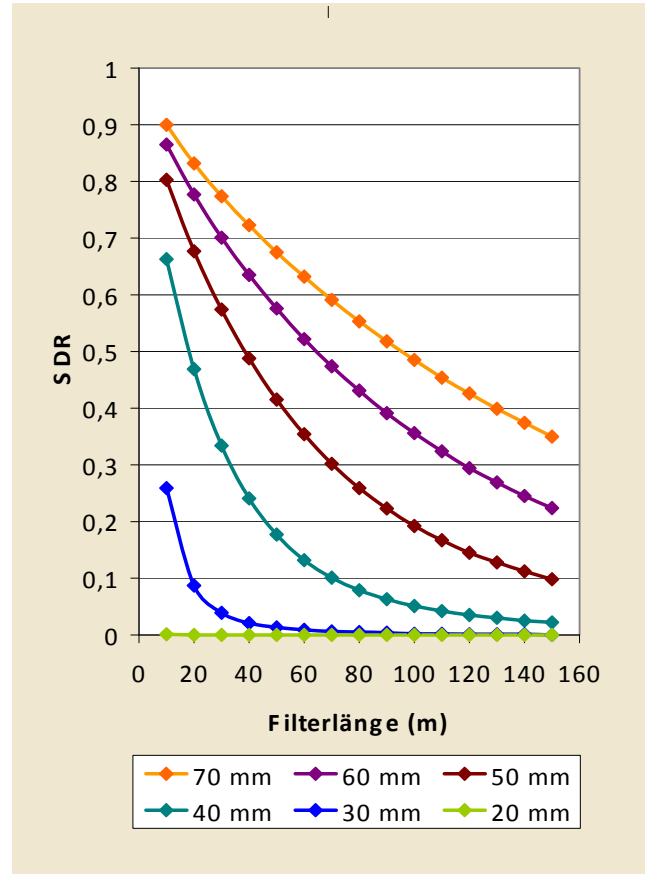


Abb. 4-13: Einfluss des Niederschlags (20 mm – 70 mm) auf die Retentionsleistung unterschiedlich langer Filterstreifen (Randbedingungen: erodierter Boden = sandiger Lehm, Hangneigung des Ackers = 2%, Hangneigung des Filterstreifens = 5%)

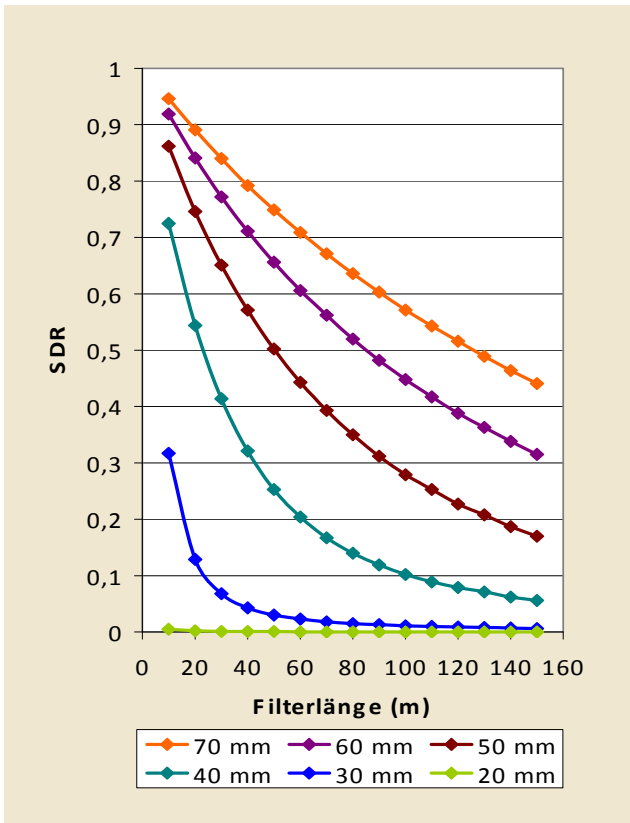


Abb. 4-14: Einfluss des Niederschlags (20 mm – 70 mm) auf die Retentionsleistung unterschiedlich langer Filterstreifen (Randbedingungen: erodierter Boden = toniger Lehm, Hangneigung des Ackers = 2%, Hangneigung des Filterstreifens = 5%)

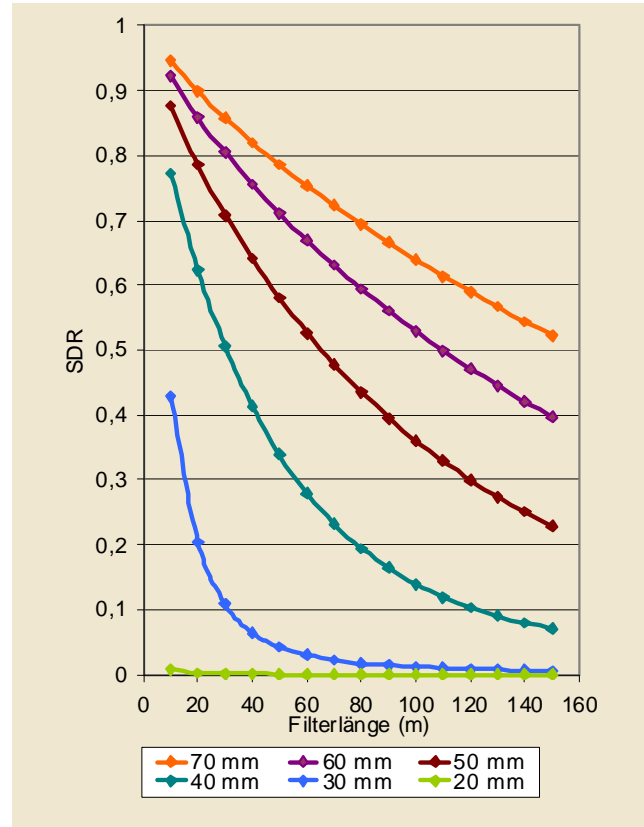


Abb. 4-15: Einfluss des Niederschlags (20 mm – 70 mm) auf die Retentionsleistung unterschiedlich langer Filterstreifen (Randbedingungen: erodierter Boden = Schluff, Hangneigung des Ackers = 2%, Hangneigung des Filterstreifens = 5%)

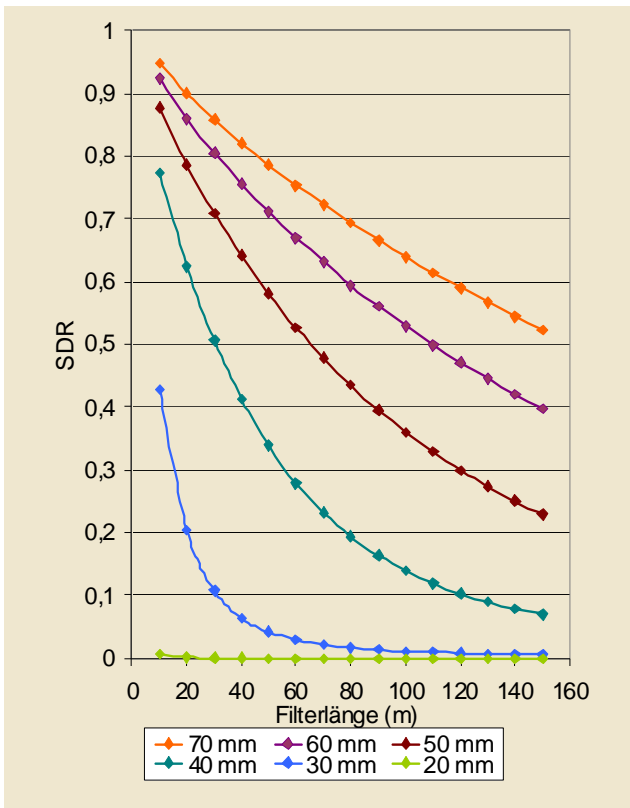


Abb. 4-16: Einfluss des Niederschlags (20 mm – 70 mm) auf die Retentionsleistung unterschiedlich langer Filterstreifen (Randbedingungen: erodierter Boden = schluffiger Lehm, Hangneigung des Ackers = 2%, Hangneigung des Filterstreifens = 5%)

Generell lässt sich eine exponentielle Beziehung zwischen der Länge des Filterstreifens und seiner Retentionsleistung feststellen. Dies bedeutet, dass die relative Effektivität des Filterstreifens mit zunehmender Entfernung vom Verursacher (=Acker) abnimmt. Diese Beobachtung stimmt mit anderen Arbeiten gut überein (Magette et al., 1989). Die Unterschiede in der Retentionsleistung, die sich durch den Einsatz verschiedener Bodentexturklassen ergeben, resultieren aus dem Absetzverhalten der unterschiedlichen Korngrößen, ein wichtiger Zeiger für die Bedeutung der Sedimenttextur für die Retentionsleistung eines Filters. Für eine Filterlänge von 50 m wird z.B. bei einem Niederschlag von 40 mm eine texturabhängige Retentionsleistung (SDR)

von 0,05 – 0,025 erzielt. Die in der Simulation verwendeten Niederschlagsmengen von 20 – 70 mm/h entsprechen (je nach klimatischer Lage) einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von ungefähr 5 bis 100 Jahren. Die Retentionsleistung eines Filterstreifens ist demnach extrem davon abhängig, welche Niederschlagsjährlichkeit für eine Berechnung herangezogen wird. Ein zweites Kriterium bei der Auswahl einer geeigneten Filterlänge stellt die Frage nach der gewünschten Retentionsleistung eines Filterstreifens dar. Diese Frage wird im Zusammenhang mit einer gewünschten Schadstoffreduktion in einem Gewässer zu stellen sein. Für Ereignisse im Bereich einer 10 – 30-jährlichen Wiederkehrwahrscheinlichkeit (30 – 40 mm) wird je nach Sedimentzusammensetzung bei einer Filterlänge von 50 m (so wie im derzeitigen Fördermodell von ÖPUL vorgesehen) eine SDR von zwischen 0 und 0,25 erreicht. Es verlassen also maximal 25% des eingetragenen Sediments den Filterstreifen wieder. Bei einer Filterlänge von 30 m erhöht sich die maximale SDR auf etwas mehr als 0,4. Das bedeutet, dass im schlechtesten Fall noch immer fast 60 % des eingetragenen Sediments zurückgehalten werden. Die Korngrößenzusammensetzung des Sediments führt hier zu beträchtlichen Variationen, genauso wie die Entscheidung, ob als Basis der Berechnung 30 mm Niederschlag, oder 40 mm Niederschlag herangezogen werden. Alle getroffenen Aussagen gelten natürlich unter den angegebenen Randbedingungen der verwendeten Modellparameter, vor allem der konstanten Hangneigung von 5% im Filterstreifen.

4.2.2.2 Hangneigung im Filterstreifen

Um den Einfluss der Hangneigung im Filterstreifen auf das Retentionsverhalten zu untersuchen, wurde die Hangneigung im Filterstreifen mit Werten von 2% - 10% belegt und der Effekt dieser Änderung mit einem Niederschlag von 40 mm für die fünf verschiedenen Bodentexturklassen berechnet.

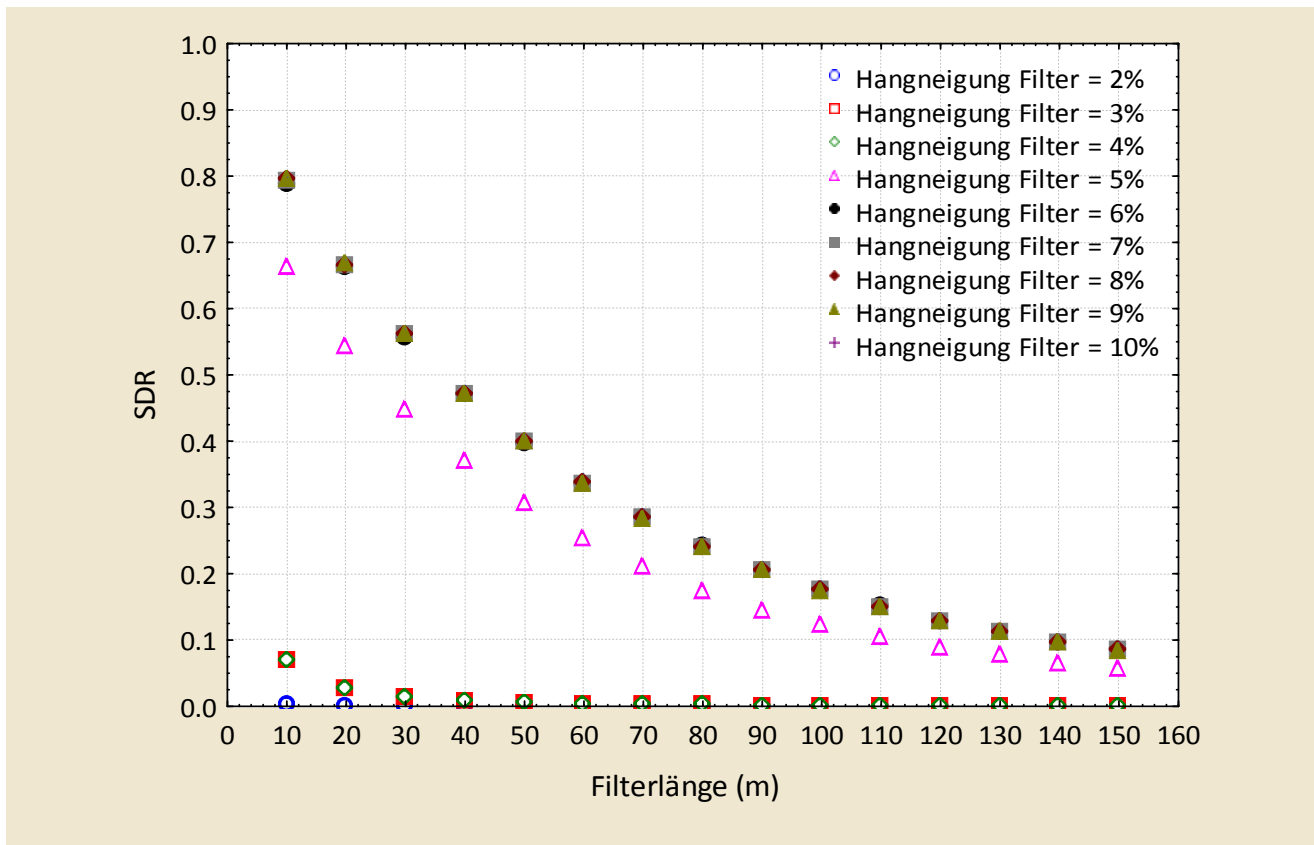


Abb. 4-17: Effekt variabler Hangneigung im Filterstreifen auf die Retentionsleistung (Randbedingungen: Niederschlag = 40 mm, Boden = lehmiger Sand, Hangneigung des Ackers = 5%)

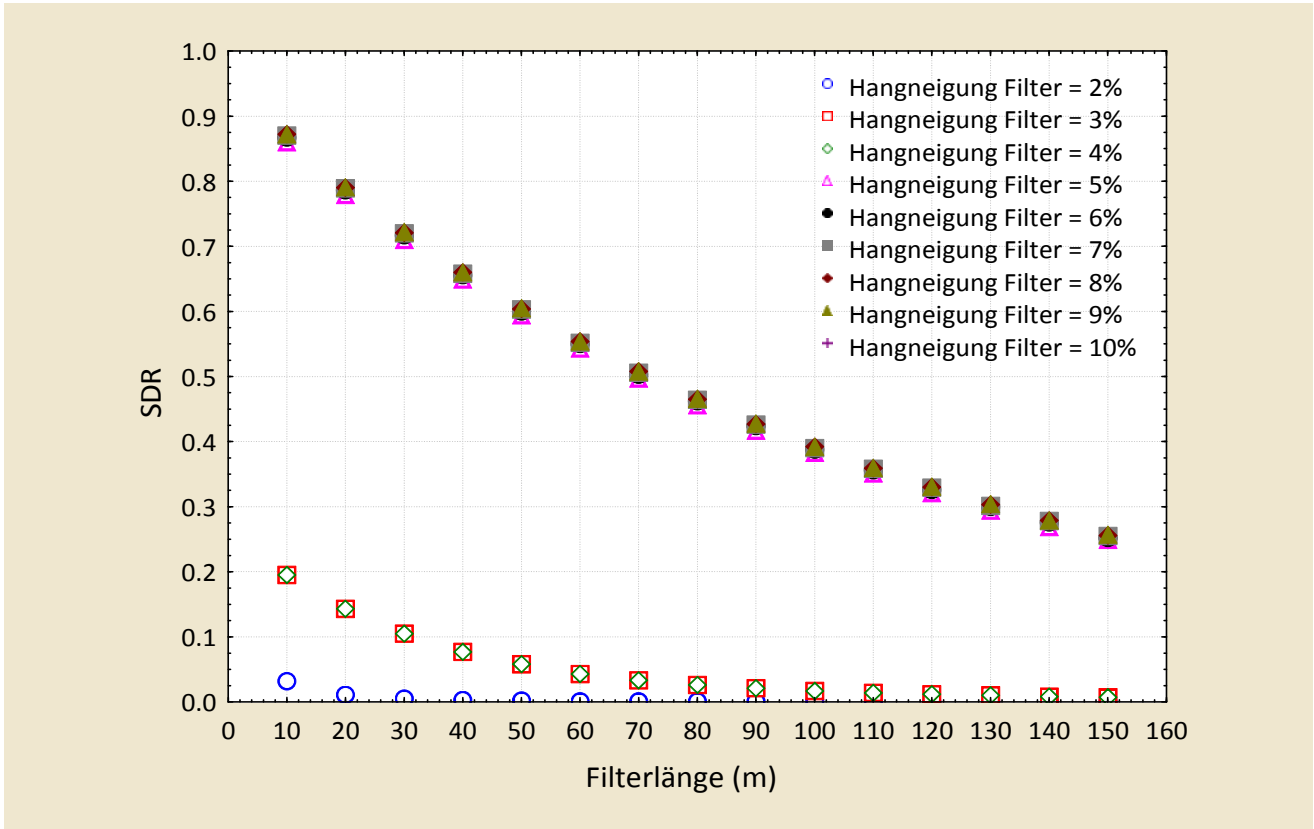


Abb. 4-18: Effekt variabler Hangneigung im Filterstreifen auf die Retentionsleistung (Randbedingungen: Niederschlag = 40 mm, Boden = sandiger Lehm, Hangneigung des Ackers = 5%)

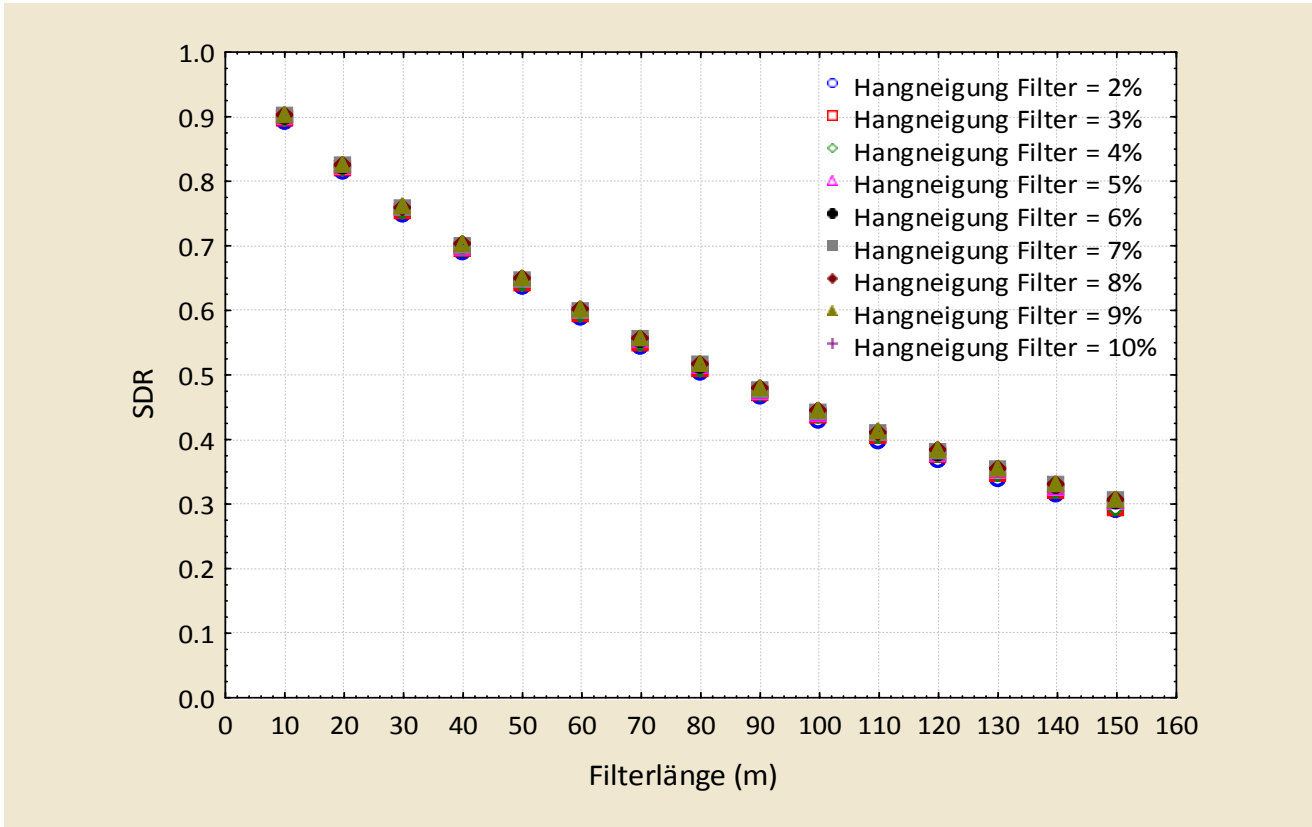


Abb. 4-19: Effekt variabler Hangneigung im Filterstreifen auf die Retentionsleistung (Randbedingungen: Niederschlag = 40 mm, Boden = toniger Lehm, Hangneigung des Ackers = 5%)

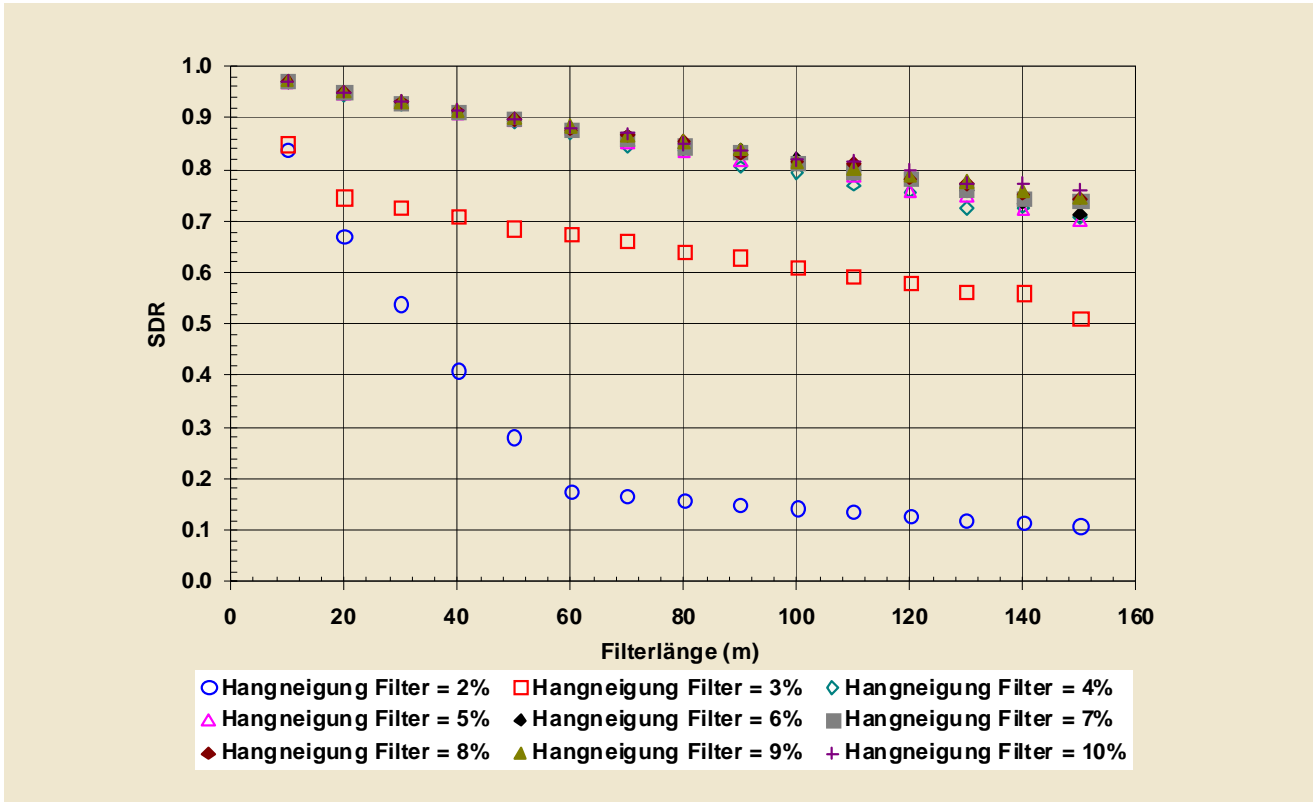


Abb. 4-20: Effekt variabler Hangneigung im Filterstreifen auf die Retentionsleistung (Randbedingungen: Niederschlag = 40 mm, Boden = Schluff, Hangneigung des Ackers = 5%)

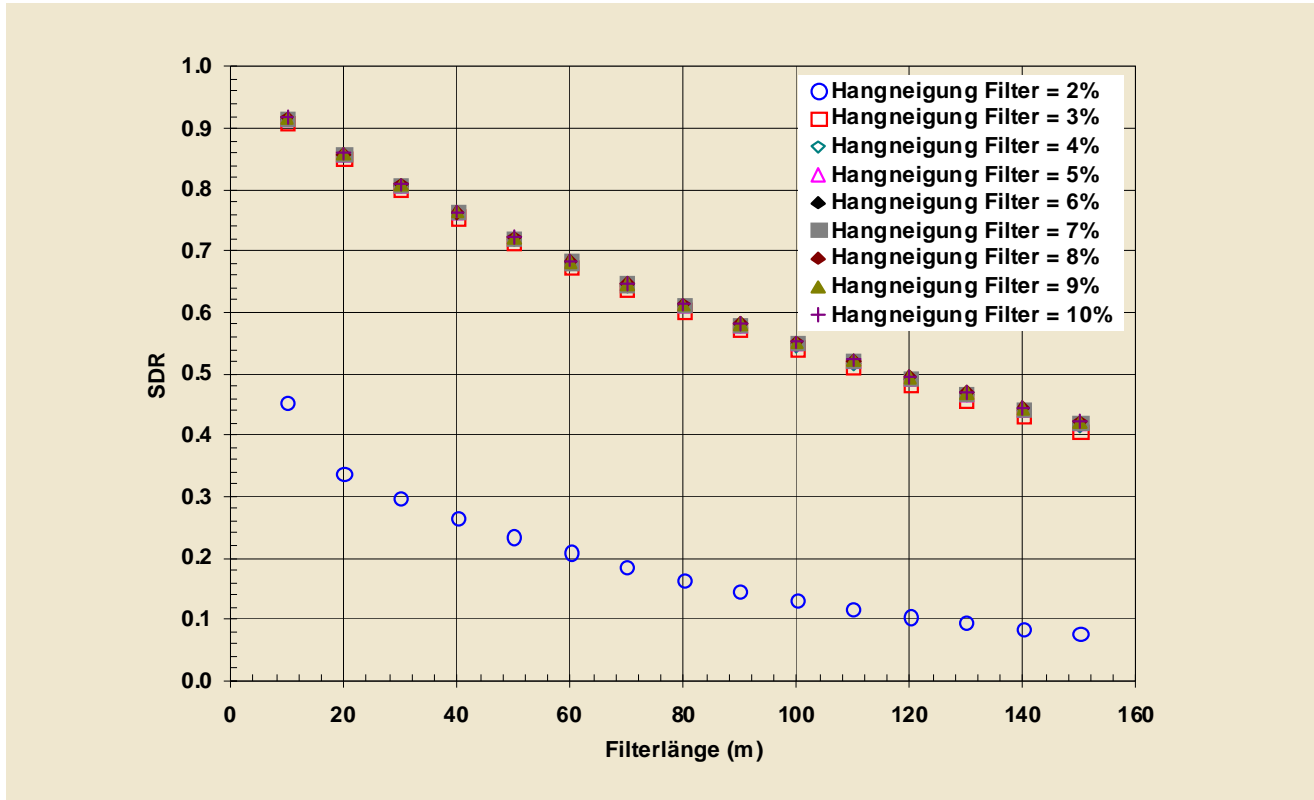


Abb. 4-21: Effekt variabler Hangneigung im Filterstreifen auf die Retentionsleistung (Randbedingungen: Niederschlag = 40 mm, Boden = schluffiger Lehm, Hangneigung des Ackers = 5%)

Es zeigt sich, dass die Wirkung der Hangneigung auf die Retention im Filterstreifen wiederum abhängig von der Beschaffenheit des Sediments ist, wobei für das Sediment mit der geringsten Korngröße (mittlerer Korndurchmesser für tonigen Lehm = 0,018 mm) zumindest unter den gewählten Randbedingungen überhaupt kein Einfluss der Hangneigung im Filterstreifen sichtbar ist (Abb. 4-19). Im Vergleich dazu sind für alle anderen Korngrößen deutliche Effekte bei unterschiedlichen Hangneigungen im Filterstreifen sichtbar (Abb. 4-17, Abb. 4-18, Abb. 4-20, Abb. 4-21).

4.2.3 Transfermodell zur Anwendung in Testgebieten

Um die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Wechselwirkungen zwischen Bodenabtrag, Hangneigung im Filterstreifen und Bodentextur in ein einheitliches Modell zu bringen, das eine Anwendung auf größere Flächen erlaubt, wurde aus den mit VFSSMOD berechneten SDR Werten eine Ergebnismatrix erstellt, die für jede Kombination der Einzelfaktoren eine mittlere Retentionswirkung in einem 50 m breiten Vegetationsfilterstreifen berechnet. Dazu wurden die in VFSSMOD errechneten Sedimenteinträge in Erosionsklassen eingeteilt, wobei die in Tab. 4-10 angegebene Klassenbildung verwendet wurde.

Tab. 4-10: Klassenbildung zur Einteilung der in VFSMOD verwendeten Erosionsmengen

| Erosionsklassen | Erosion |
|-----------------|--------------------|
| - | kg.m ⁻¹ |
| 1 | < 500 |
| 2 | 500-1.000 |
| 3 | 1.001-2.000 |
| 4 | 2.001-3.000 |
| 5 | 3.001-4.000 |
| 6 | 4.001-5.000 |
| 7 | 5.001-7.500 |
| 8 | 7.501-10.000 |
| 9 | >10.000 |

Die hier angegebenen Erosionswerte sind nicht als Abtrag pro Flächeneinheit zu verstehen, sondern als Sedimenteintrag pro m Eintragsbreite an den Endpunkten hydrologischer Einzugsgebiete. Multipliziert mit dem Faktor 10 ergeben sie die gleiche Berechnungsbasis wie die in weiterer Folge für die Anwendung der Effektivitätsmatrix in den Untersuchungsgebieten verwendeten Bodenabträge mit einer Rastergröße von 10 m x 10 m. Tab. 4-12 stellt die mit dem Modell VFSMOD errechnete Effektivitätsmatrix dar.

Für die Berechnung der Hangneigungsklassen wurde eine Obergrenze bei einer Hangneigung von 10% eingezogen. Es zeigte sich nämlich, dass im Bereich höherer Hangneigungen die Wechselwirkung mit Boden und Erosion nur mehr in sehr geringem Maß gegeben ist. Abb. 4-22 zeigt diesen Effekt. Die Abb. 4-23 bis Abb. 4-27 stellen die Ergebnisse der Effektivitätsmatrix (Tab. 4-12) für die einzelnen Bodentypen getrennt dar. Generell sinkt die Effektivität eines Gewässerrandstreifens mit steigender Hangneigung und steigendem Sedimenteintrag. Allerdings wird

sichtbar, dass für den Bodentyp toniger Lehm (Abb. 4-23) der Effekt der Hangneigung sehr gering ist. Für die anderen untersuchten Bodentypen kann ein wesentlich größerer Einfluss der Hangneigung auf die Retentionsleistung festgestellt werden. Ursache dafür sind die geringeren Korngrößen der Bodenart toniger Lehm (mittlerer Korngrößendurchmesser = 0,0018 mm) im Vergleich zu den anderen Bodentypen (siehe auch 2.4).

Obwohl die Effektivitätsmatrix 9 Erosionsklassen aufweist, sind für die praktische Anwendung in den Testgebieten im Wesentlichen die Erosionsklassen 1 - 4 bedeutend. Die in der Effektivitätsmatrix angegebenen Werte sind Mittelwerte, wobei nicht vergessen werden sollte, dass sie mit hohen Streuungen behaftet sind (Tab. 4-11). Die hier angegebenen Werte sind also im Durchschnitt aller Fälle gültig, für die Anwendung im Einzelfall aber mit größeren Ungenauigkeiten behaftet.

Tab. 4-11: mittlere Standardabweichungen der Retentionsleistung von Vegetationsfilterstreifen (angegeben als % SDR) für drei Hangneigungsstufen der Bodenart toniger Lehm

| Erosion | Hangneigung (%) | | |
|---------|-----------------|------|------|
| | 2 | 5 | 10 |
| Klassen | | | |
| 1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| 2 | 0,18 | 0,19 | 0,19 |
| 3 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 4 | 0,26 | 0,26 | 0,27 |
| 5 | 0,31 | 0,32 | 0,32 |
| 6 | 0,32 | 0,33 | 0,33 |
| 7 | 0,27 | 0,30 | 0,30 |
| 8 | 0,23 | 0,28 | 0,28 |
| 9 | 0,25 | 0,12 | 0,12 |

Tab. 4-12: Effektivitätsmatrix eines 50 m breiten Vegetationsfilterstreifens je nach Erosionsklasse (vgl. Tab. 4-10), Bodenart (L Lehm; I lehmig; U Schluff; u schluffig; t tonig) und Hangneigung; Ein Wert der SDR (Sediment Delivery Ratio) von 0 bedeutet: vollständiger Rückhalt des Sediments im Vegetationsfilterstreifen; 1: kein Rückhalt

| Erosion Klasse | Bodenart | Hangneigung (%) | | | | | | | | |
|-------------------|----------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | L | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| | sL | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | IS | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | U | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| | uL | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 2 | tL | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,25 | 0,25 |
| | sL | 0,00 | 0,09 | 0,09 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 |
| | IS | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |
| | U | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,19 |
| | uL | 0,19 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| 3 | tL | 0,48 | 0,50 | 0,50 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,51 |
| | sL | 0,01 | 0,16 | 0,16 | 0,43 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| | IS | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,30 | 0,35 | 0,38 | 0,39 | 0,39 | 0,39 |
| | U | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 |
| | uL | 0,24 | 0,33 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| 4 | tL | 0,56 | 0,62 | 0,62 | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,63 |
| | sL | 0,00 | 0,10 | 0,10 | 0,46 | 0,55 | 0,56 | 0,57 | 0,57 | 0,57 |
| | IS | 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,38 | 0,53 | 0,59 | 0,59 | 0,59 | 0,59 |
| | U | 0,56 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,59 |
| | uL | 0,56 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,59 |
| 5 | tL | 0,73 | 0,74 | 0,74 | 0,75 | 0,75 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 |
| | sL | 0,01 | 0,20 | 0,20 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| | IS | 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,48 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| | U | 0,51 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,72 | 0,72 |
| | uL | 0,28 | 0,59 | 0,68 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,69 |
| 6 | tL | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 |
| | sL | 0,03 | 0,29 | 0,29 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,74 |
| | IS | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,18 | 0,39 | 0,63 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |

| Erosion | Bodenart | Hangneigung (%) | | | | | | | | |
|---------|----------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 7 | U | 0,19 | 0,68 | 0,72 | 0,72 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 |
| | uL | 0,23 | 0,68 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| | tL | 0,69 | 0,80 | 0,80 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 |
| | sL | 0,01 | 0,09 | 0,09 | 0,65 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,78 |
| | IS | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,21 | 0,44 | 0,69 | 0,80 | 0,81 | 0,81 |
| | U | 0,46 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 |
| | uL | 0,42 | 0,78 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 |
| 8 | tL | 0,52 | 0,85 | 0,85 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| | sL | 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,42 | 0,71 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,83 |
| | IS | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,27 | 0,50 | 0,67 | 0,79 | 0,83 | 0,84 |
| | U | 0,33 | 0,84 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| | uL | 0,28 | 0,82 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| 9 | tL | 0,79 | 0,88 | 0,88 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| | sL | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,77 | 0,82 | 0,86 | 0,89 | 0,91 | 0,93 |
| | IS | 0,72 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,74 | 0,77 | 0,80 | 0,84 | 0,88 |
| | U | 0,65 | 0,79 | 0,89 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| | uL | 0,60 | 0,70 | 0,82 | 0,89 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 |

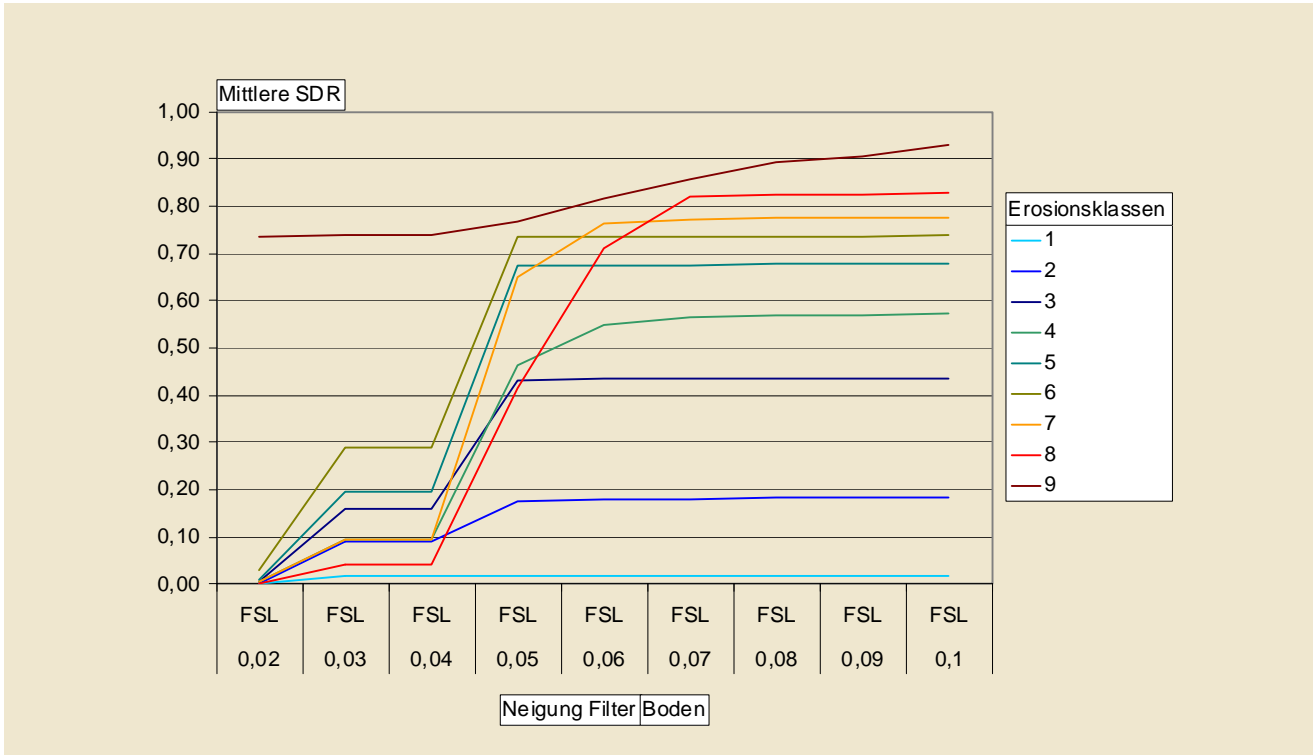


Abb. 4-22: Wirkung der Hangneigung auf die Retentionsleistung eines Vegetationsfilterstreifens (angegeben in % SDR) bei verschiedenen Erosionsklassen. Hangneigung = 2% - 10%, Boden = sandiger Lehm (FSL)

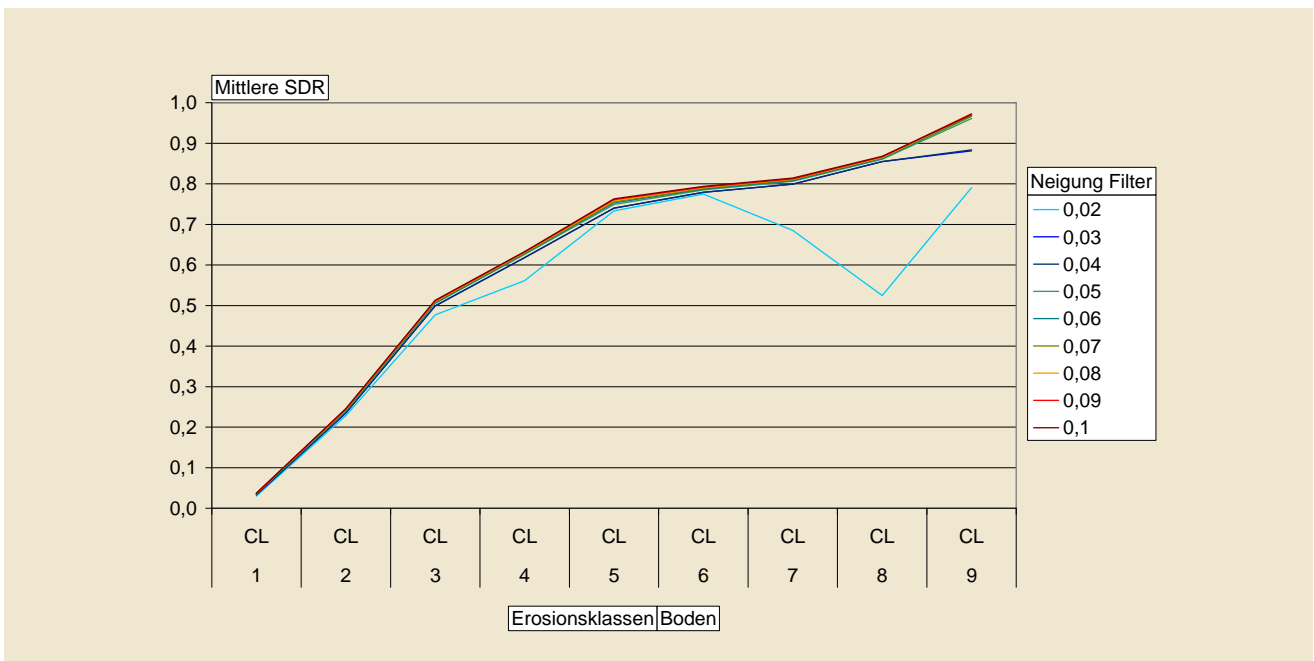


Abb. 4-23: Änderung der mittleren Effektivität (in %SDR) eines Vegetationsfilterstreifens in Abhängigkeit von Boden und Hangneigung. Boden = toniger Lehm (CL)

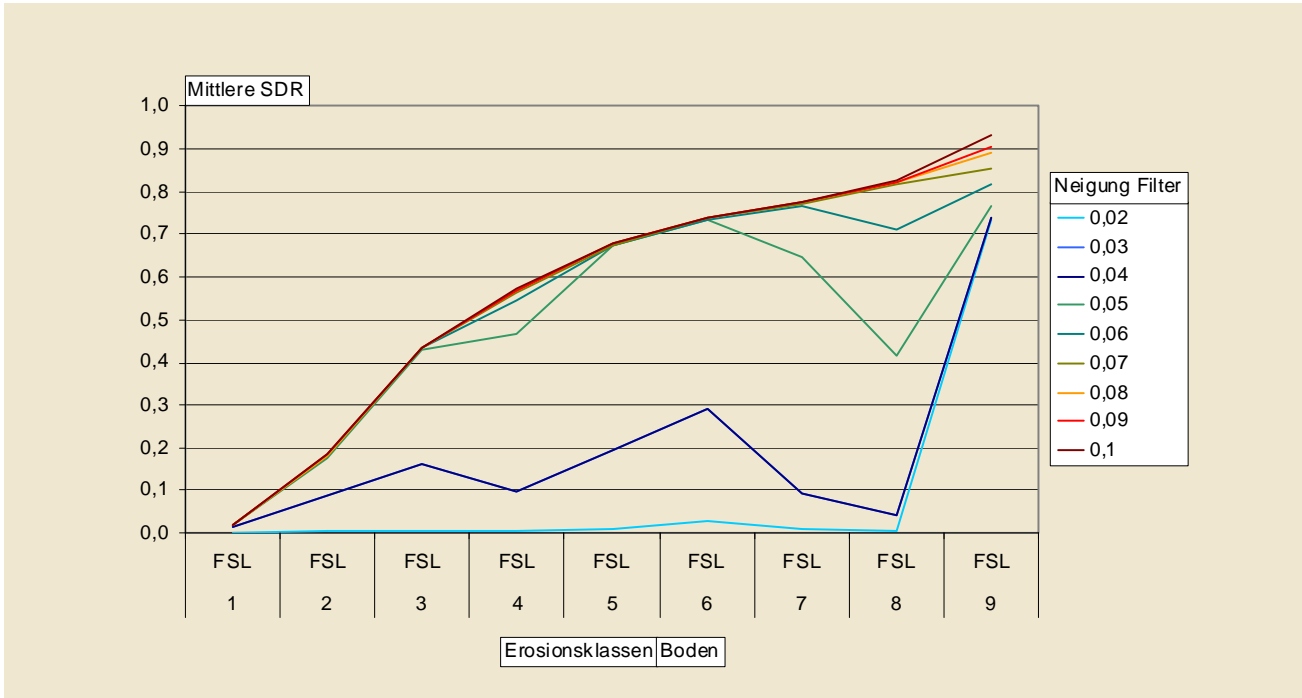


Abb. 4-24: Änderung der mittleren Effektivität (in %SDR) eines Vegetationsfilterstreifens in Abhängigkeit von Boden und Hangneigung. Boden = sandiger Lehm (FSL)

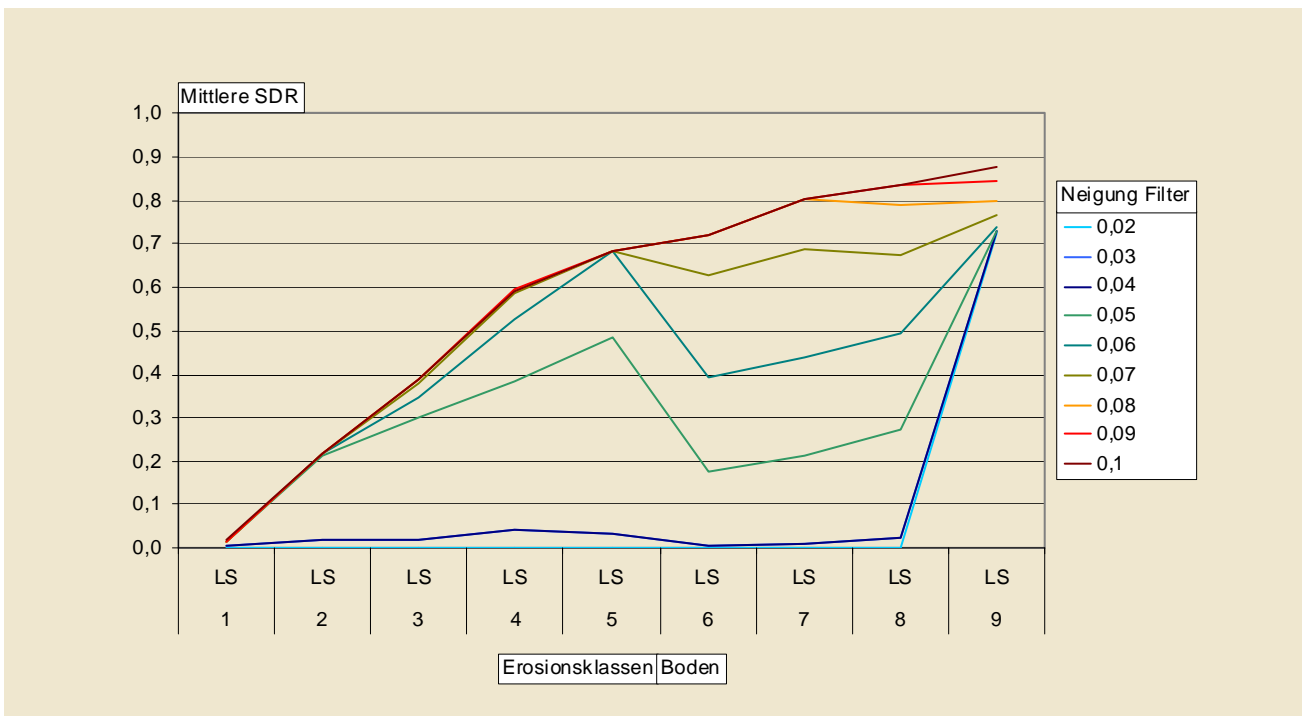


Abb. 4-25: Änderung der mittleren Effektivität (in %SDR) eines Vegetationsfilterstreifens in Abhängigkeit von Boden und Hangneigung. Boden = lehmiger Sand (LS)

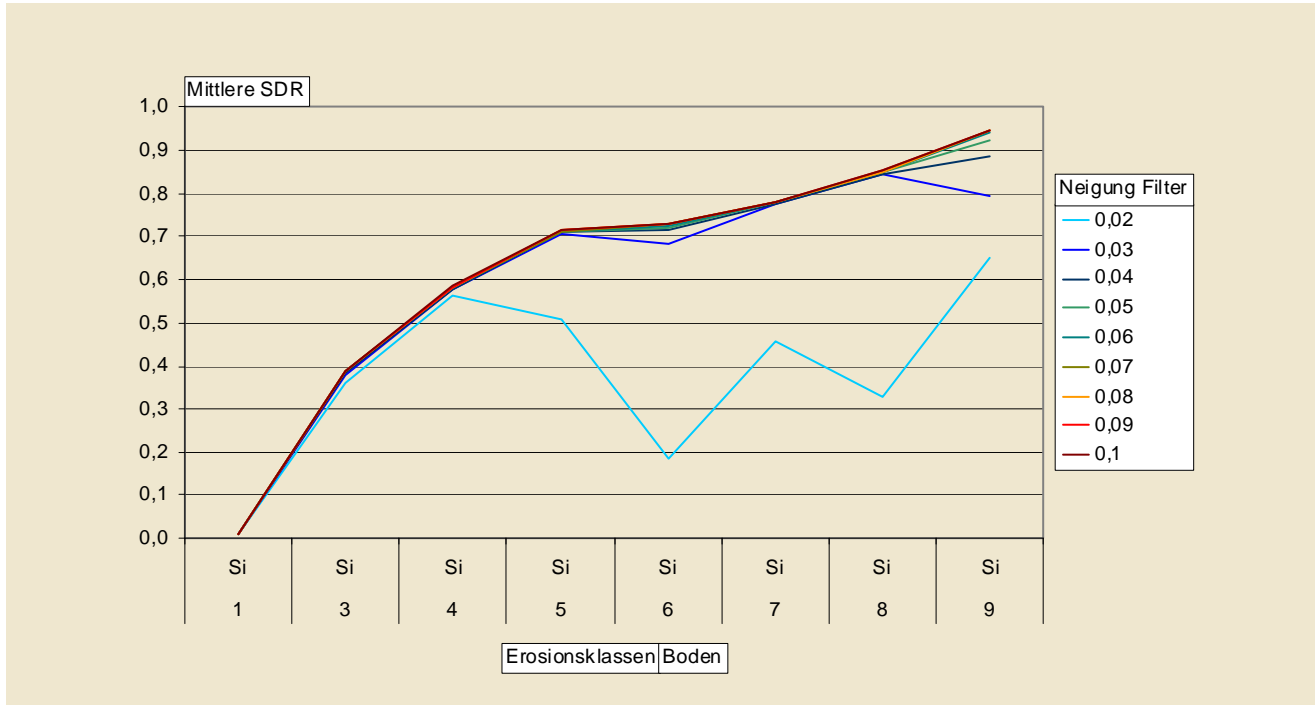


Abb. 4-26: Änderung der mittleren Effektivität (in %SDR) eines Vegetationsfilterstreifens in Abhängigkeit von Boden und Hangneigung. Boden = Schluff (Si)

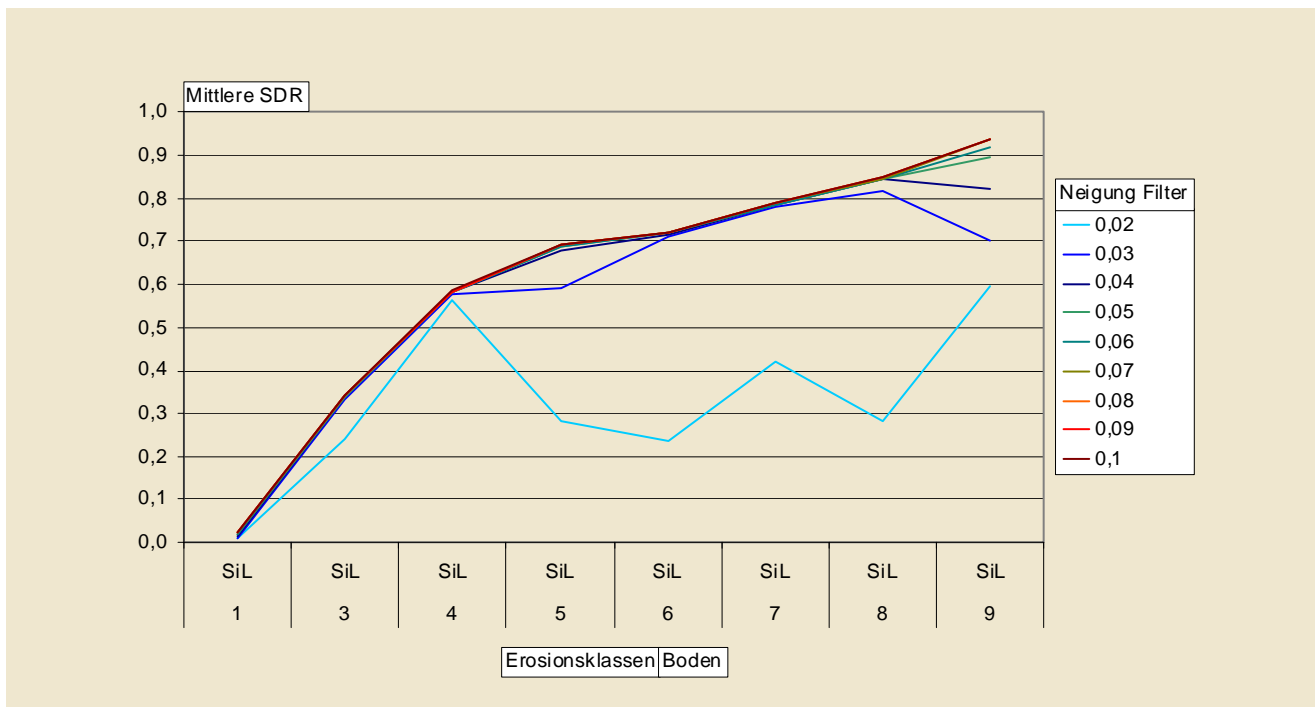


Abb. 4-27: Änderung der mittleren Effektivität (in %SDR) eines Vegetationsfilterstreifens in Abhängigkeit von Boden und Hangneigung. Boden = schluffiger Lehm (SiL)

4.2.4 Anwendung des Transfermodells in den Projektgebieten

4.2.4.1 Niederösterreich

Abb. 4-28 zeigt die Lage der niederösterreichischen Testgebiete, den Puffer mit einer Ausdehnung von 2 mal 50 Metern und die Grundstücke, die zumindest teilweise innerhalb dieses Puffers liegen. Wie daraus ersichtlich ist, sind nicht alle Oberflächengewässer innerhalb der Testgebiete Teil des ÖPUL Förderprogramms. Tab. 4-13 stellt den Flächenanteil der Oberflächengewässer, deren Einzugsgebiet ungeschützt ist, dar. Es zeigt sich, dass dieser in einem Bereich zwischen 12% und 37% liegt, was einen nicht unerheblichen Anteil darstellt.

Tab. 4-13: Relativer Flächenanteil der durch ÖPUL potenziell geschützten Flächen in den niederösterreichischen Teilgebieten Rußbach, Sulzbach und Waidenbach

| % | Rußbach | Waidenbach | Sulzbach |
|-------------|---------|------------|----------|
| geschützt | 83,6 | 87,7 | 63,2 |
| ungeschützt | 16,4 | 12,3 | 36,8 |

In weiterer Folge dieser Auswertungen werden alle Ergebnisse auf die potenziell geschützten Flächen bezogen. Die Ergebnisse für die einzelnen Erosionsfaktoren sind in Abb. 4-29 bis Abb. 4-32 dargestellt. Aus Ihnen wird anhand der allgemeinen Bodenabtragsgleichung der Bodenabtrag für die Testgebiete berechnet (Abb. 4-33). Die Hangneigungen und Einzugsgebietsgrößen innerhalb der Testgebiete sind in Abb. 4-34 und Abb. 4-35 dargestellt.

Die wesentlichen Ergebnisse des Einsatzes von Filterstreifen sind in Tab. 4-14 und Tab. 4-15 dargestellt. Die in Tab. 4-14 dargestellten Werte geben die mittlere Retentionsleistung der 50 m Filterstreifen für das gesamte Testeinzugsgebiet an. Sowohl unter der Annahme von konvergentem Eintrag, als auch bei flä-

chenhaftem Eintrag liegen die mittleren Retentionsleistungen bei 97%, es werden also im Durchschnitt aller 27.076 Eintragspunkte nur 3% des ankommenden Sediments in das Gewässer gelangen. Betrachtet man allerdings die berechneten Minima, zeigt sich, dass bei der Annahme von konvergentem Eintrag in einzelnen Fällen auch weitaus geringere Retentionsleistungen möglich sind. Abb. 4-36 stellt die Situation bei konvergentem Eintrag graphisch dar, Abb. 4-37 zeigt die Situation bei flächenhaft angenommenen Eintragsbedingungen. Es ist erkennbar, dass bei konvergenten Eintragsbedingungen eine Reihe von Eintragspunkten weniger als 90% Retentionsleistung aufweisen, wie auch Tab. 4-15 zeigt.

Tab. 4-14: mittlere, minimale und maximale Retentionsleistungen der Filterstreifen in den niederösterreichischen Testgebieten, berechnet für die Auswertungsmethode konvergent und flächenhaft

| | Auswertungsmethode | |
|------------|--------------------|-------------|
| | konvergent | flächenhaft |
| | % | % |
| Minimum | 8 | 97 |
| Maximum | 98 | 98 |
| Mittelwert | 97 | 97 |

Tab. 4-15: Häufigkeiten der SDR für die niederösterreichischen Testgebiete unter der Annahme von konvergenten Eintragsbedingungen

| SDR | Rußbach | Waidenbach | Sulzbach |
|-------------|---------|------------|----------|
| <= 0,1 | 8810 | 10945 | 7139 |
| > 0,1 - 0,2 | 42 | 22 | 39 |
| > 0,2 - 0,3 | 23 | 19 | 6 |
| > 0,3 - 0,4 | 2 | 2 | 2 |
| > 0,4 - 0,5 | 9 | 3 | 2 |
| > 0,5 - 0,6 | 4 | 1 | 0 |
| > 0,6 - 0,7 | 0 | 4 | 1 |
| > 0,7 - 0,8 | 0 | 0 | 0 |
| > 0,8 - 0,9 | 0 | 0 | 0 |

In Tab. 4-16 wurde versucht, den Anteil der Filterstreifen an der geschützten Gesamtfläche darzustellen. Dazu wurden die Retentionsleistungen an allen Eintragspunkten mit ihren dahinter liegenden Teileinzugsgebietsflächen multipliziert, was zu einer Wichtung der Teileinzugsgebiete führt. Es zeigt sich, dass unter der Annahme von flächenhaften Eintragsbedingungen im Vergleich zur geschützten Fläche, der ungeschützte Flächenanteil bei ca. 2,5 % liegt, im Fall von konvergenten Eintragsbedingungen variiert der relative ungeschützte Flächenanteil stärker und liegt, je nach Teileinzugsgebiet, zwischen 6,8 % und 12,8 %.

Tab. 4-16: Retentionsleistung von Filterstreifen in den niederösterreichischen Testgebieten, ausgedrückt als relativer Anteil von geschützter und ungeschützter Fläche

| Flächenanteile | Teileinzugsgebiete | | | | | |
|----------------|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | Rußbach | | Sulzbach | | Waidenbach | |
| Geschützt (ha) | 4823 | | 9771 | | 15384 | |
| Ungeschützt | konvergent | flächenhaft | konvergent | flächenhaft | konvergent | flächenhaft |
| ha | 327 | 123 | 1253 | 233 | 1468 | 369 |
| % | 6,8 | 2,6 | 12,8 | 2,4 | 9,5 | 2,4 |

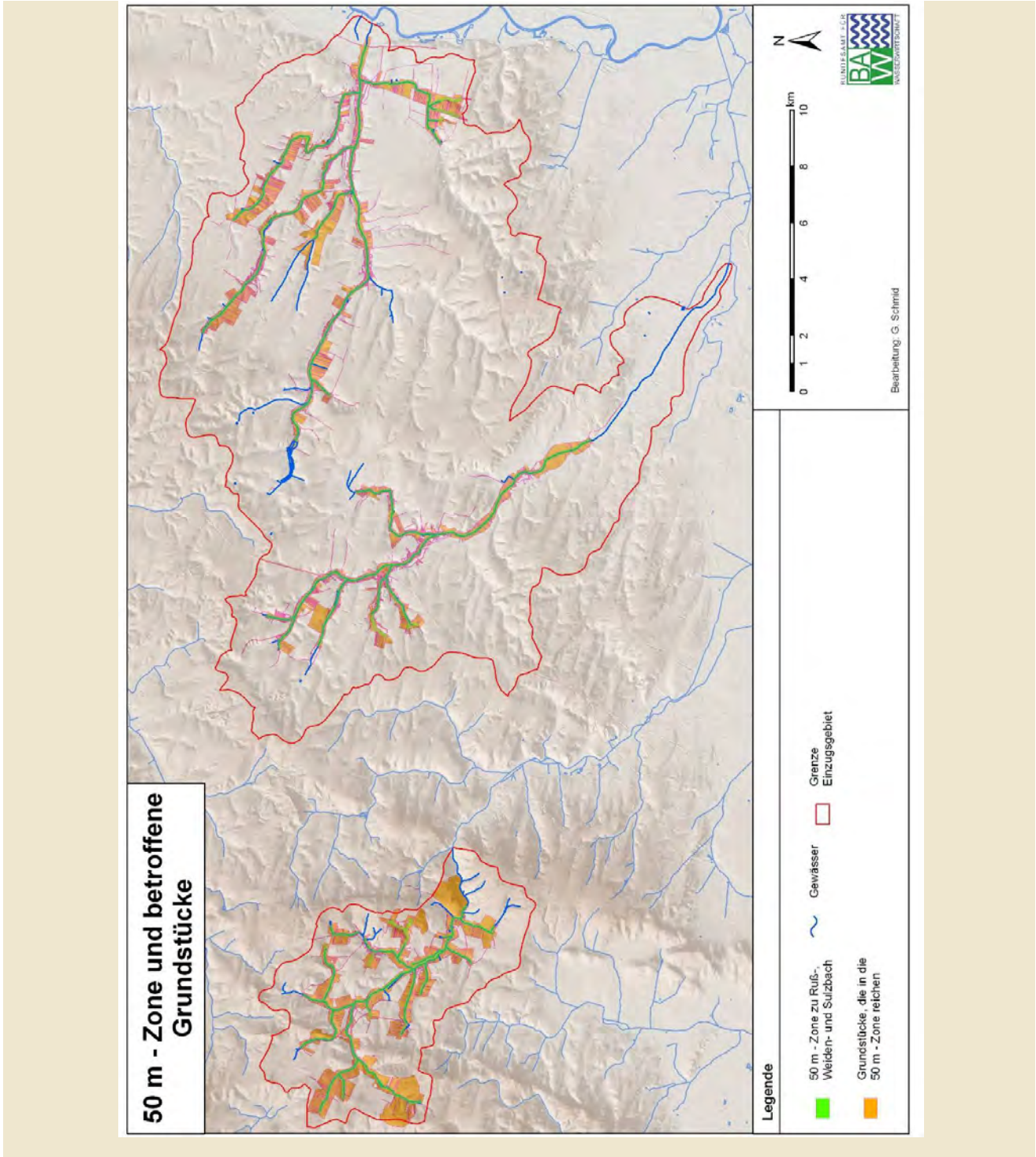


Abb. 4-28: Ausweisung der 50 m breiten Zone mit Gewässerrandstreifen und der davon betroffenen Grundstücke für die niederösterreichischen Testgebiete

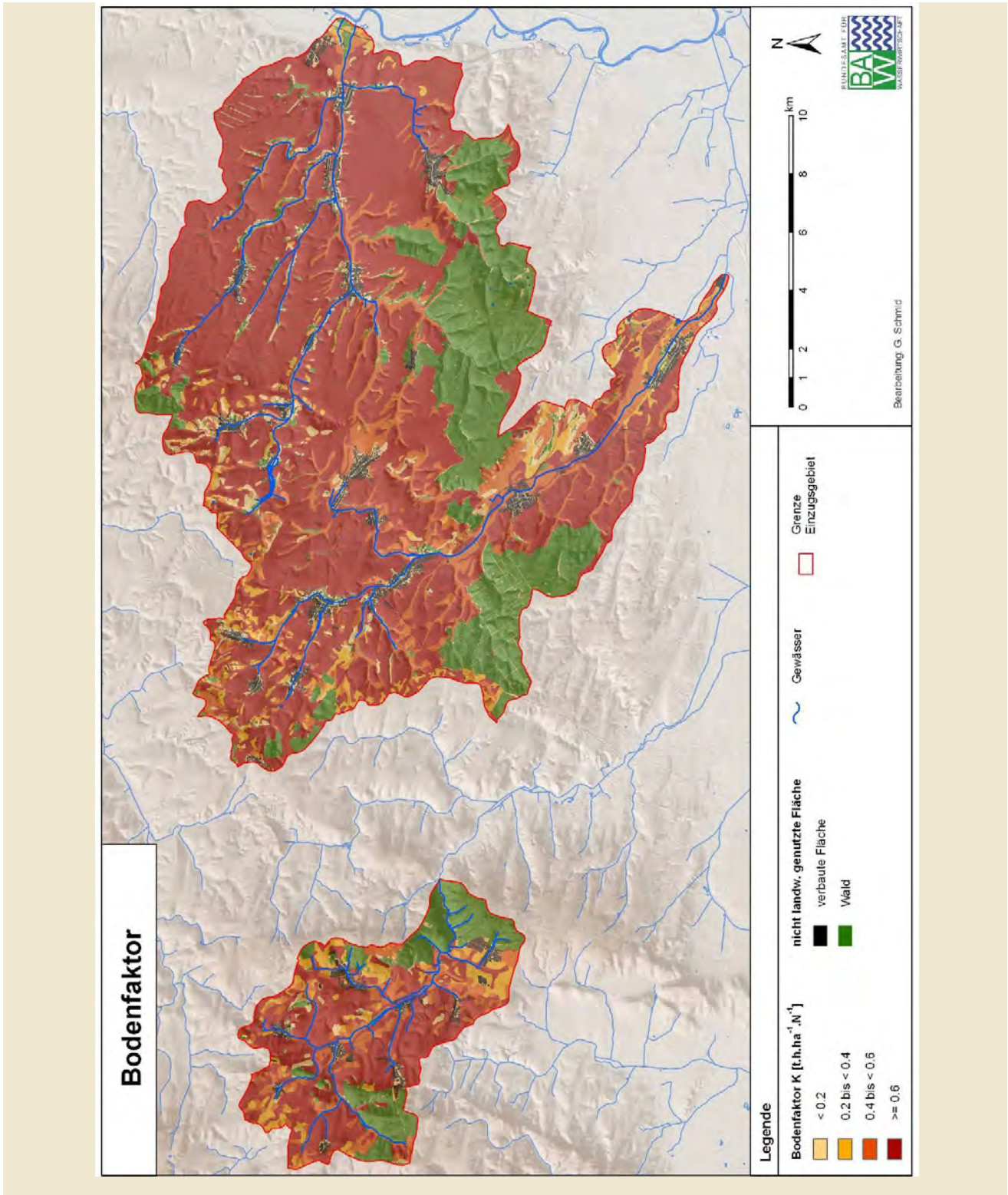


Abb. 4-29: K-Faktor der USLE für die niederösterreichischen Testgebiete

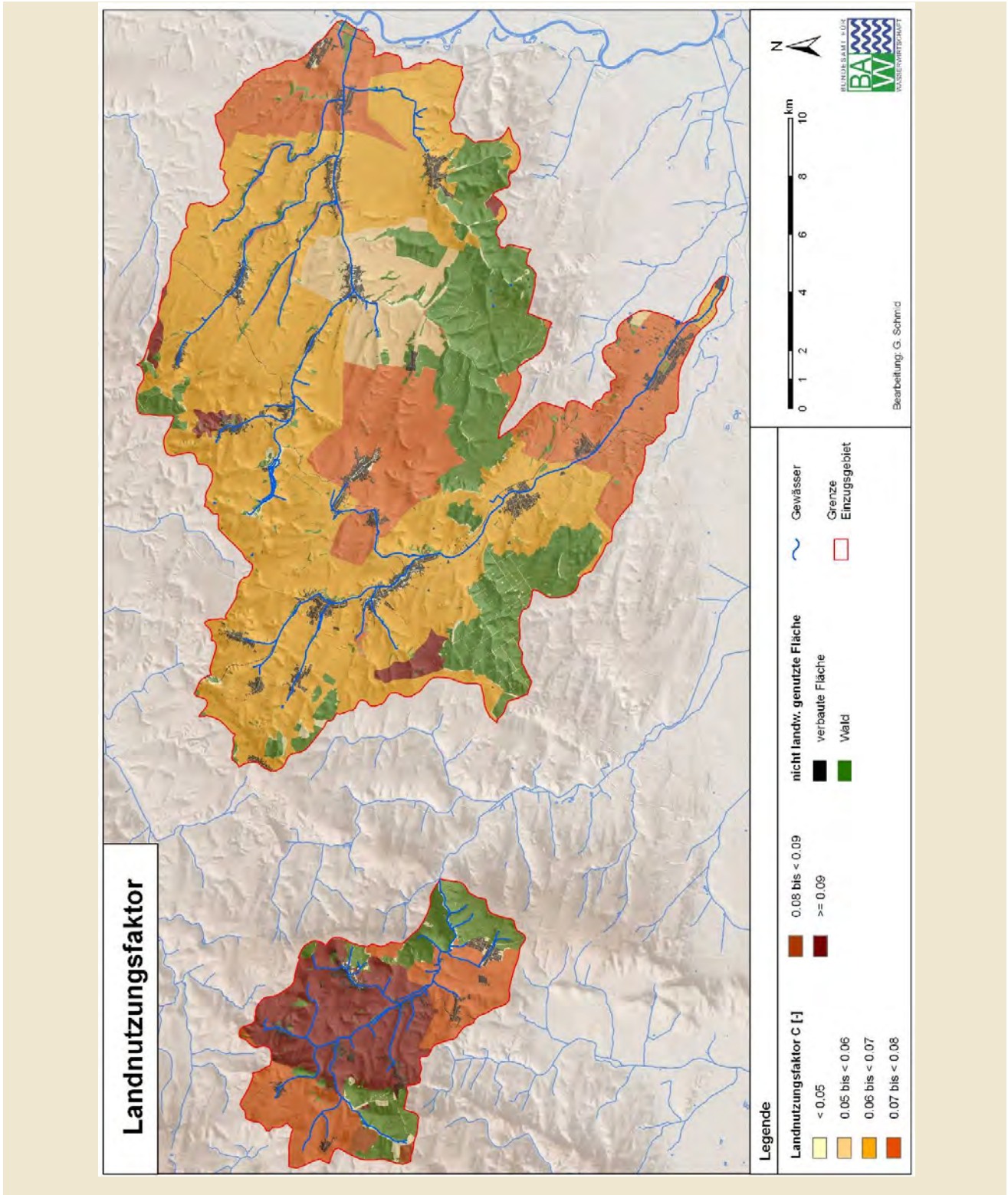


Abb. 4-30: C-Faktor der USLE für die niederösterreichischen Testgebiete

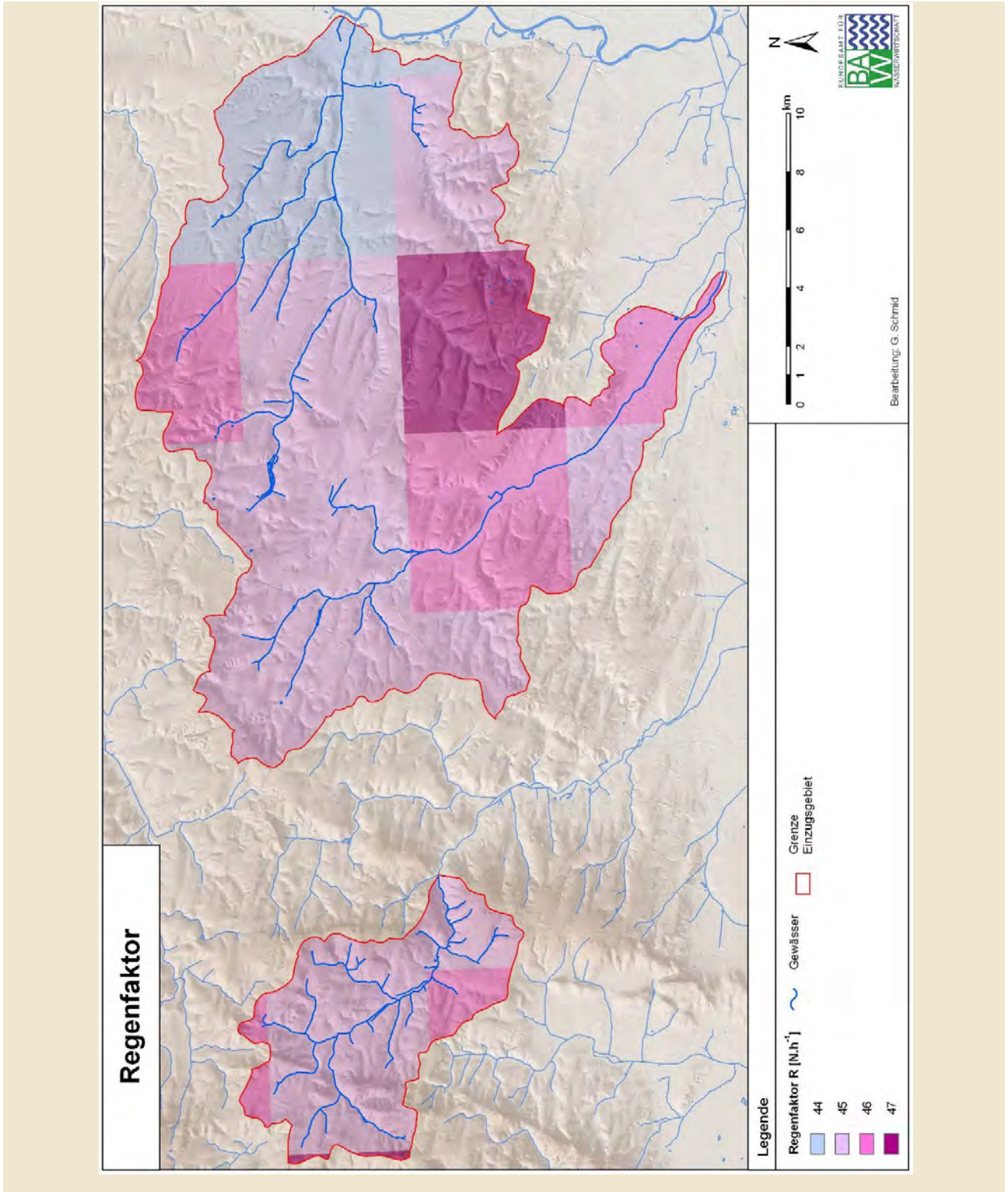


Abb. 4-31: R-Faktor der USLE für die niederösterreichischen Testgebiete

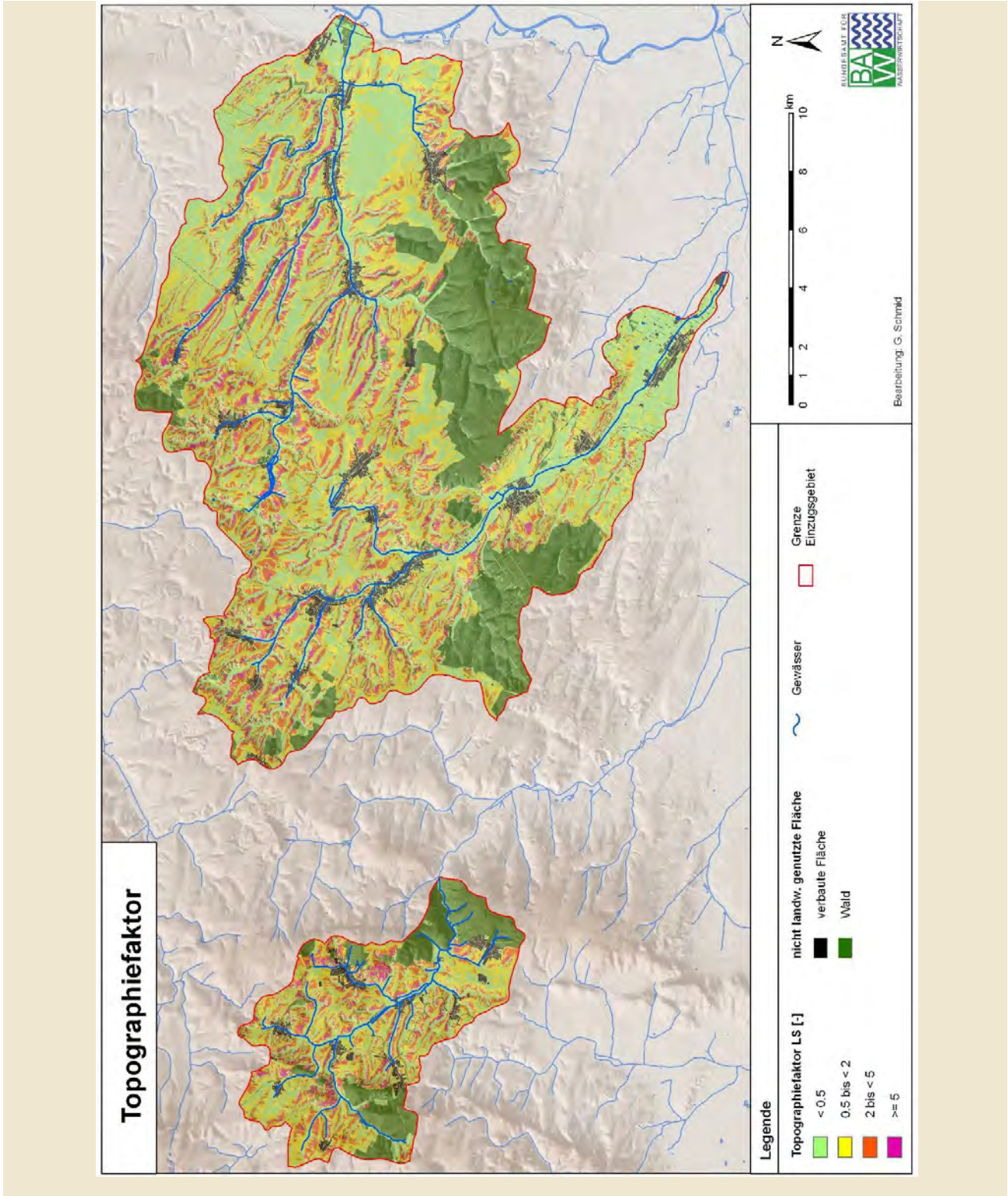


Abb. 4-32: LS-Faktor der USLE für die niederösterreichischen Testgebiete

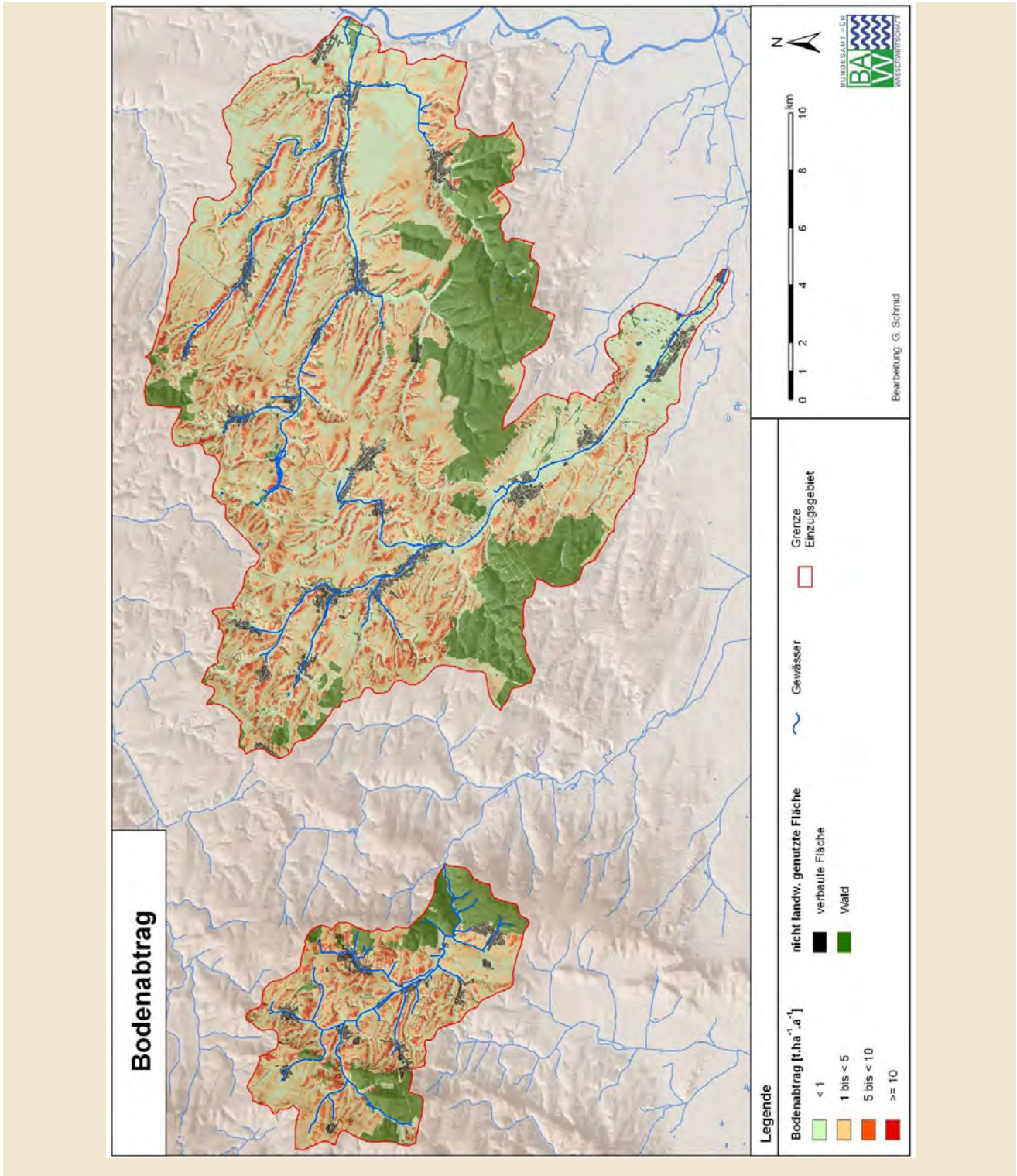


Abb. 4-33: Flächenhafter Bodenabtrag durch Wasser, berechnet mit den Faktorwerten der USLE, für die niederösterreichischen Testgebiete

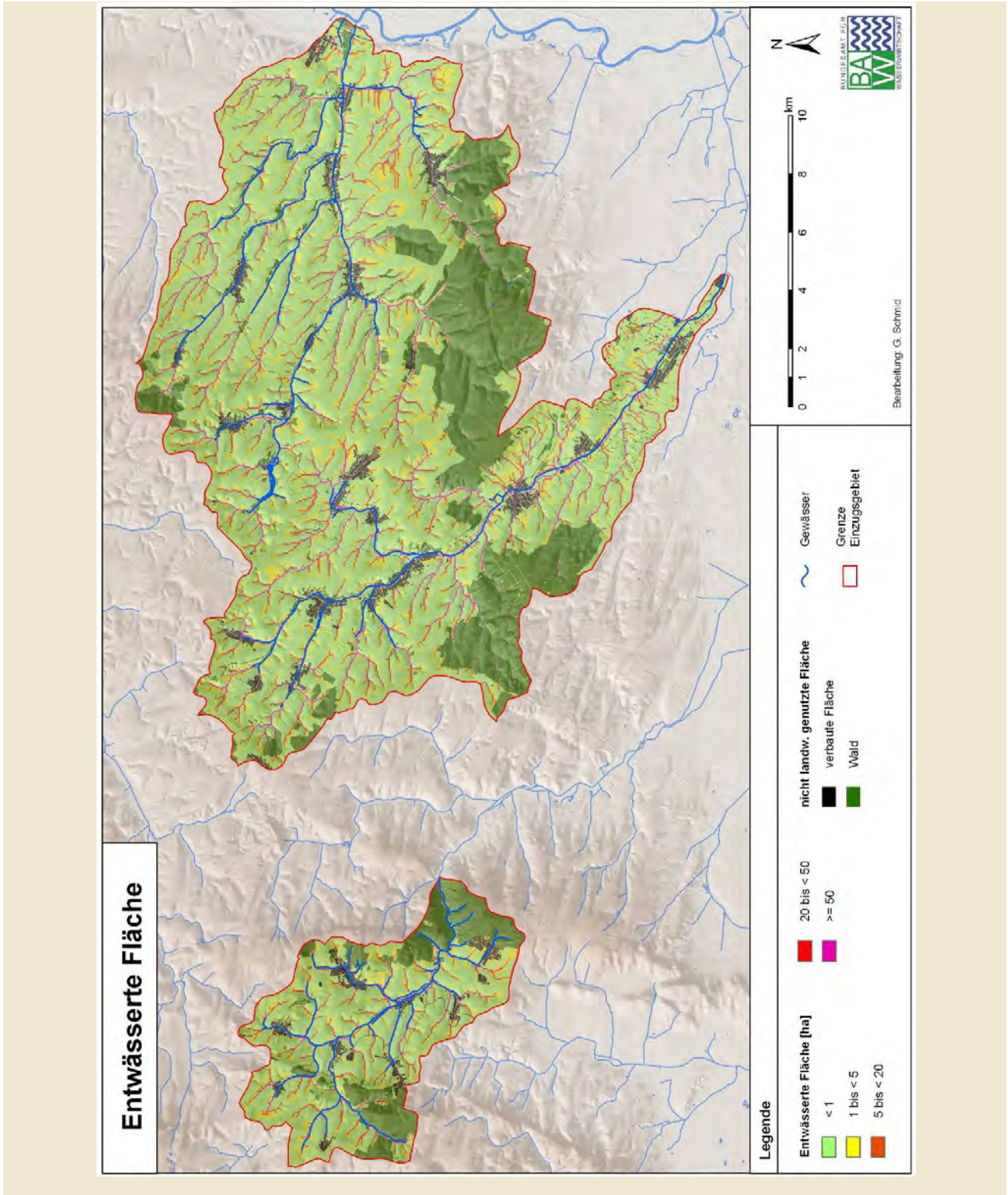


Abb. 4-34: Einzugsgebietsgrößen für jeden Rasterpunkt der niederösterreichischen Testgebiete

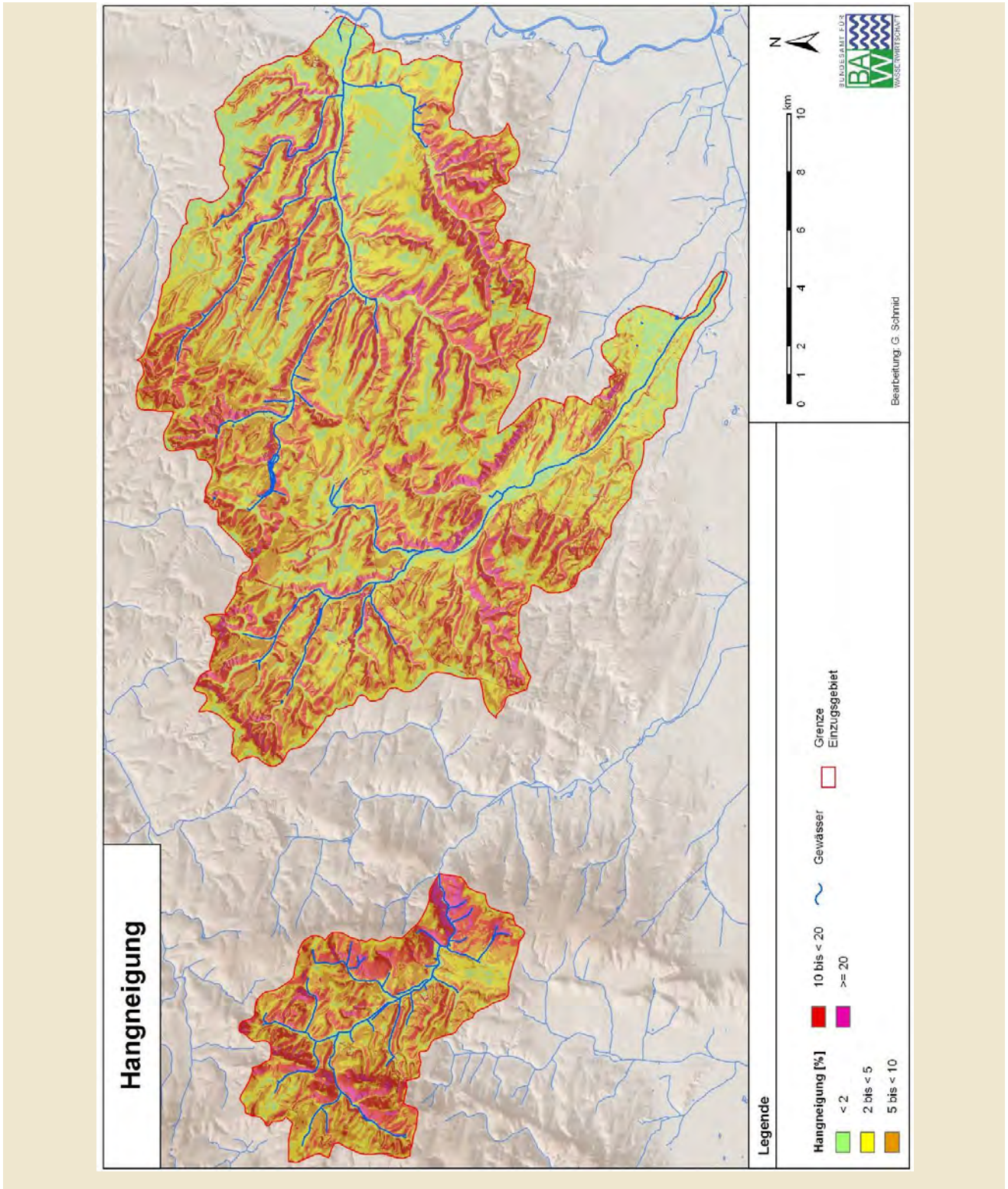


Abb. 4-35: Hangneigungen für die niederösterreichischen Testgebiete

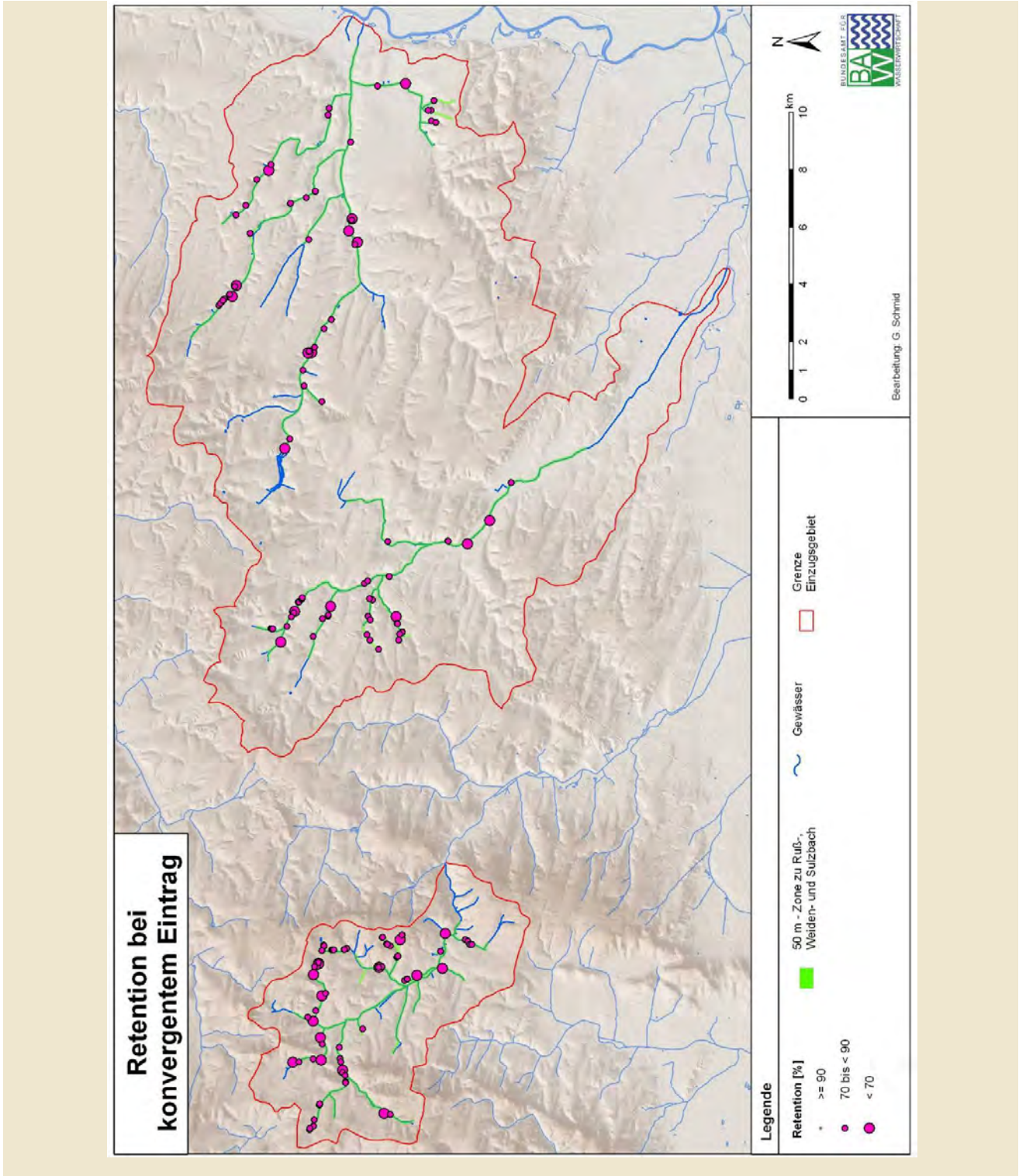


Abb. 4-36: Effektivität des Einsatzes von Vegetationsfilterstreifen (50 m) für die niederösterreichischen Testgebiete unter der Annahme von konvergenten Eintragsbedingungen. Stellen mit <70% Retentionsleistung stark hervorgehoben.

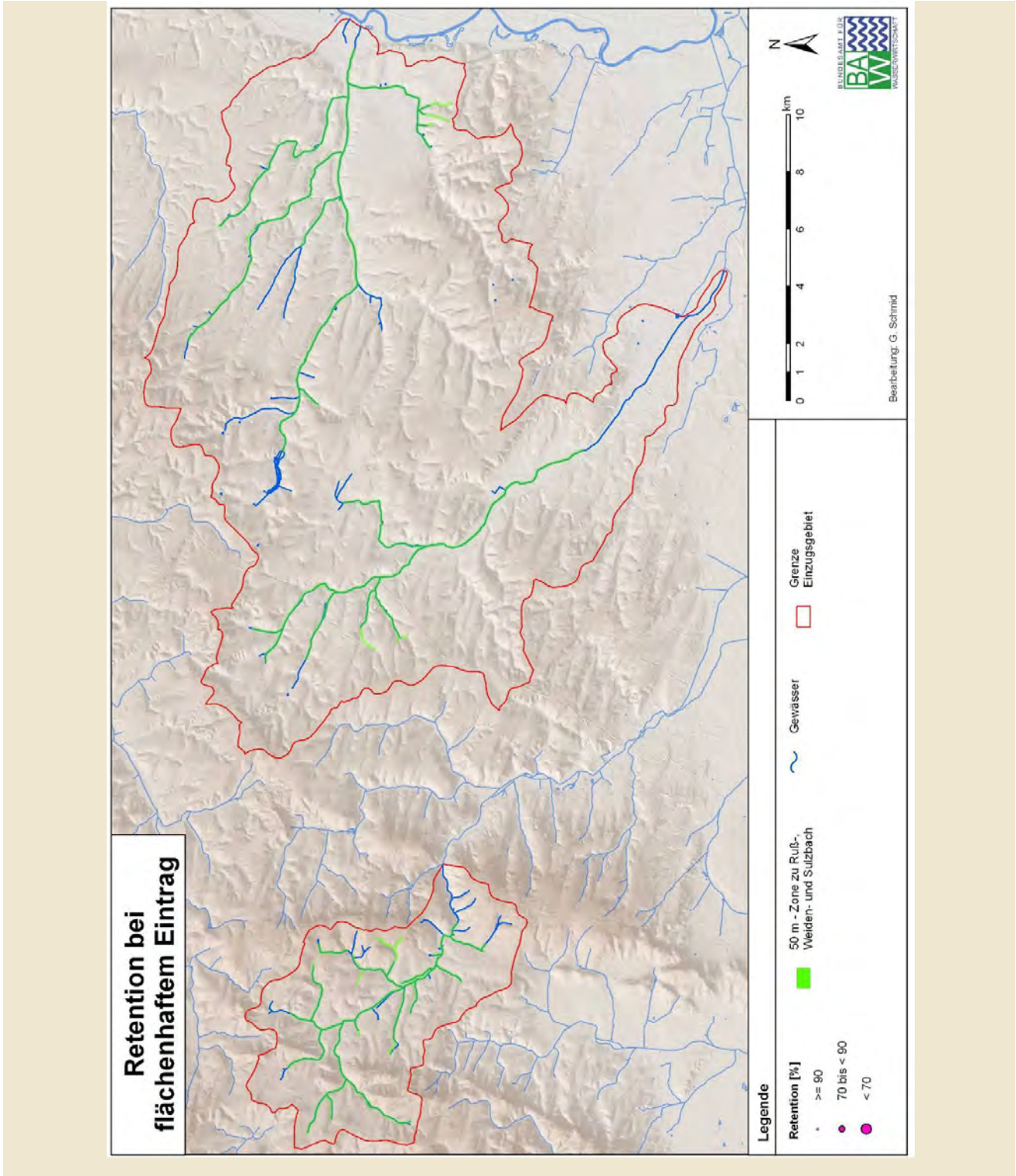


Abb. 4-37: Effektivität des Einsatzes von Vegetationsfilterstreifen (50 m) für die niederösterreichischen Testgebiete unter der Annahme von flächenhaftem Eintragsbedingungen

4.2.4.2 Steiermark

Abb. 4-38 zeigt die Lage des steirischen Testgebiets und den Puffer mit einer Ausdehnung von 2 mal 50 Metern. Wie daraus ersichtlich ist, sind nicht alle Oberflächengewässer innerhalb des Testgebietes Teil des ÖPUL Förderprogramms, vor allem kleine Nebengerinne sind nicht enthalten. Tab. 4-17 zeigt den Anteil der Fläche, die durch Filterstreifen geschützt ist und stellt den ungeschützten Flächenanteil gegenüber. Dazu wurden die Retentionsleistungen an allen Eintragspunkten mit ihren dahinter liegenden Teileinzugsgebietsflächen multipliziert, was zu einer Wichtung der Teileinzugsgebiete führt. Es zeigt sich, dass unter der Annahme von flächenhaften Eintragsbedingungen der ungeschützte Flächenanteil bei ca. 1,9 % liegt, im Fall von konvergenten Eintragsbedingungen liegt der ungeschützte Flächenanteil bei etwa 12,2 %.

Tab. 4-17: Retentionsleistung von Filterstreifen im steirischen Testgebiet, ausgedrückt als Anteile von geschützter und ungeschützter Fläche

| Flächenanteile | Testgebiet Steiermark | |
|----------------|-----------------------|-------------|
| | Geschützt (ha) | 43052 |
| Ungeschützt | konvergent | flächenhaft |
| ha | 5254 | 820 |
| % | 12,2 | 1,9 |

In weiterer Folge dieser Auswertungen werden alle Ergebnisse auf die potenziell geschützten Flächen bezogen. Die Ergebnisse für die einzelnen Erosionsfaktoren sind Abb. 4-39 bis Abb. 4-42 dargestellt. Aus ihnen wird der Bodenabtrag für die Testgebiete berechnet (Abb. 4-43). Die Hangneigungen und Einzugsgebietsgrößen innerhalb der Testgebiete sind in Abb. 4-44 und Abb. 4-45 dargestellt.

Die wesentlichen Ergebnisse des Einsatzes von Filterstreifen sind in Tab. 4-18 und Tab. 4-19 dargestellt. Die in Tab. 4-18 dargestellten Werte geben die mittlere

Retentionsleistung der 50 m Filterstreifen für das gesamte Testeinzugsgebiet an. Unter der Annahme von konvergentem Eintrag liegt die mittlere Retentionsleistung bei 97%, bei flächenhaftem Eintrag bei 98%, es werden also im Durchschnitt aller 51.333 Eintragspunkte unter der Annahme von konvergentem Eintrag nur 3% des ankommenden Sediments in das Gewässer gelangen, unter der Annahme von flächenhaftem Eintrag nur 2%. Betrachtet man allerdings die berechneten Minima, so zeigt sich, dass bei der Annahme von konvergentem Eintrag auch weitaus geringere Retentionsleistungen möglich sind. Abb. 4-46 stellt die Situation bei konvergentem Eintrag graphisch dar, Abb. 4-47 zeigt die Situation bei flächenhaft angenommenen Eintragsbedingungen. Es zeigt sich deutlich, dass bei konvergenten Eintragsbedingungen eine Reihe von Eintragspunkten weniger als 90% Retentionsleistung aufweisen, wie auch Tab. 4-19 zeigt.

Tab. 4-18: mittlere, minimale und maximale Retentionsleistungen der Filterstreifen im steirischen Testgebiet, berechnet für die Auswertungsmethode konvergent und flächenhaft

| | Auswertungsmethode | |
|------------|--------------------|-------------|
| | konvergent | flächenhaft |
| | % | % |
| Minimum | 8 | 83 |
| Maximum | 100 | 100 |
| Mittelwert | 97 | 98 |

Tab. 4-19: Häufigkeiten der SDR für das steirische Testgebiet unter der Annahme von konvergenten Eintragsbedingungen

| SDR | Anzahl |
|-------------|---------------|
| <= 0,1 | 49402 |
| > 0,1 - 0,2 | 886 |
| > 0,2 - 0,3 | 426 |
| > 0,3 - 0,4 | 192 |
| > 0,4 - 0,5 | 161 |
| > 0,5 - 0,6 | 71 |
| > 0,6 - 0,7 | 96 |
| > 0,7 - 0,8 | 58 |
| > 0,8 - 0,9 | 17 |
| > 0,9 - 1,0 | 24 |

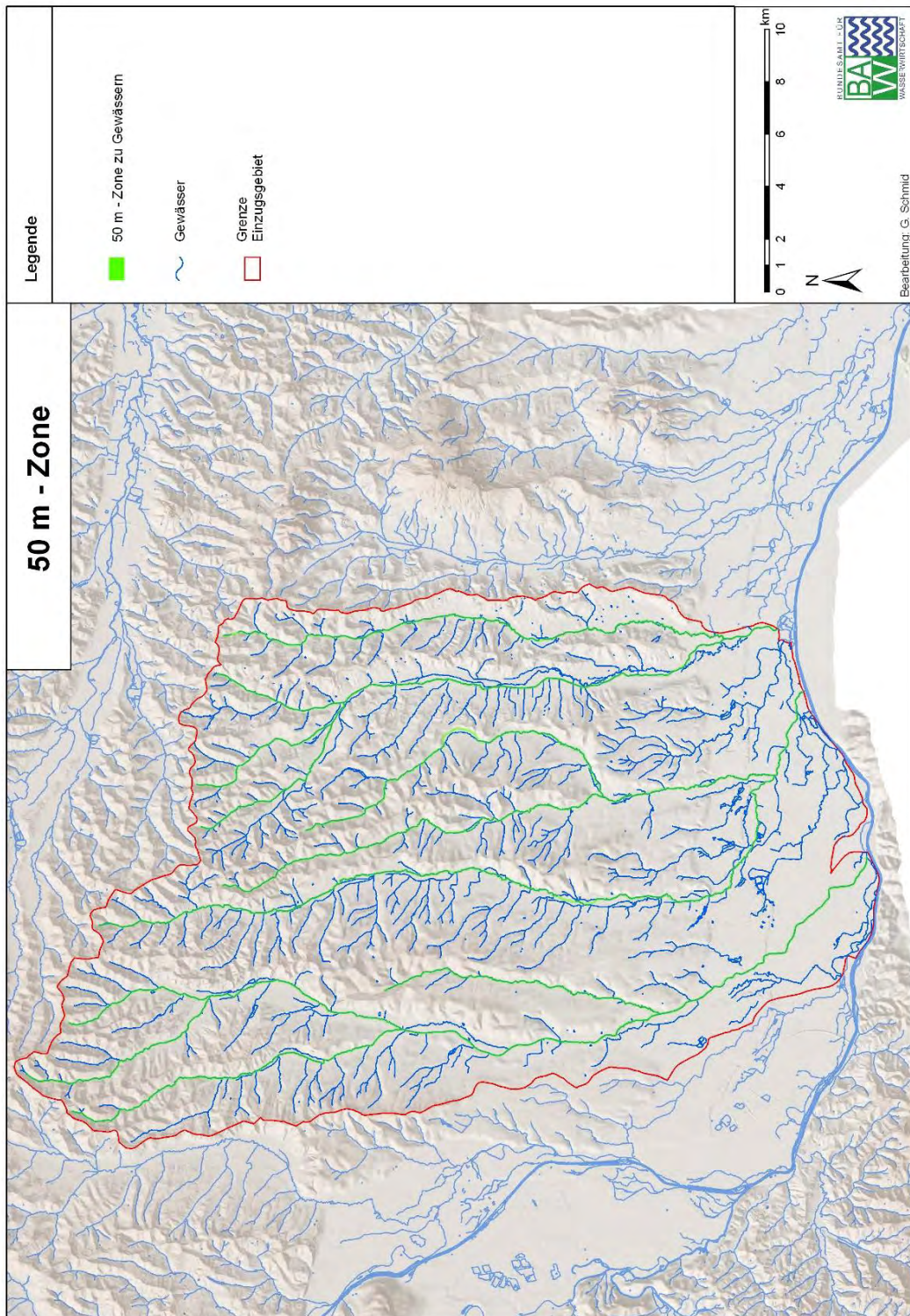


Abb. 4-38: Ausweisung der 50 m breiten Zone mit Gewässerrandstreifen für die steirischen Testgebiete

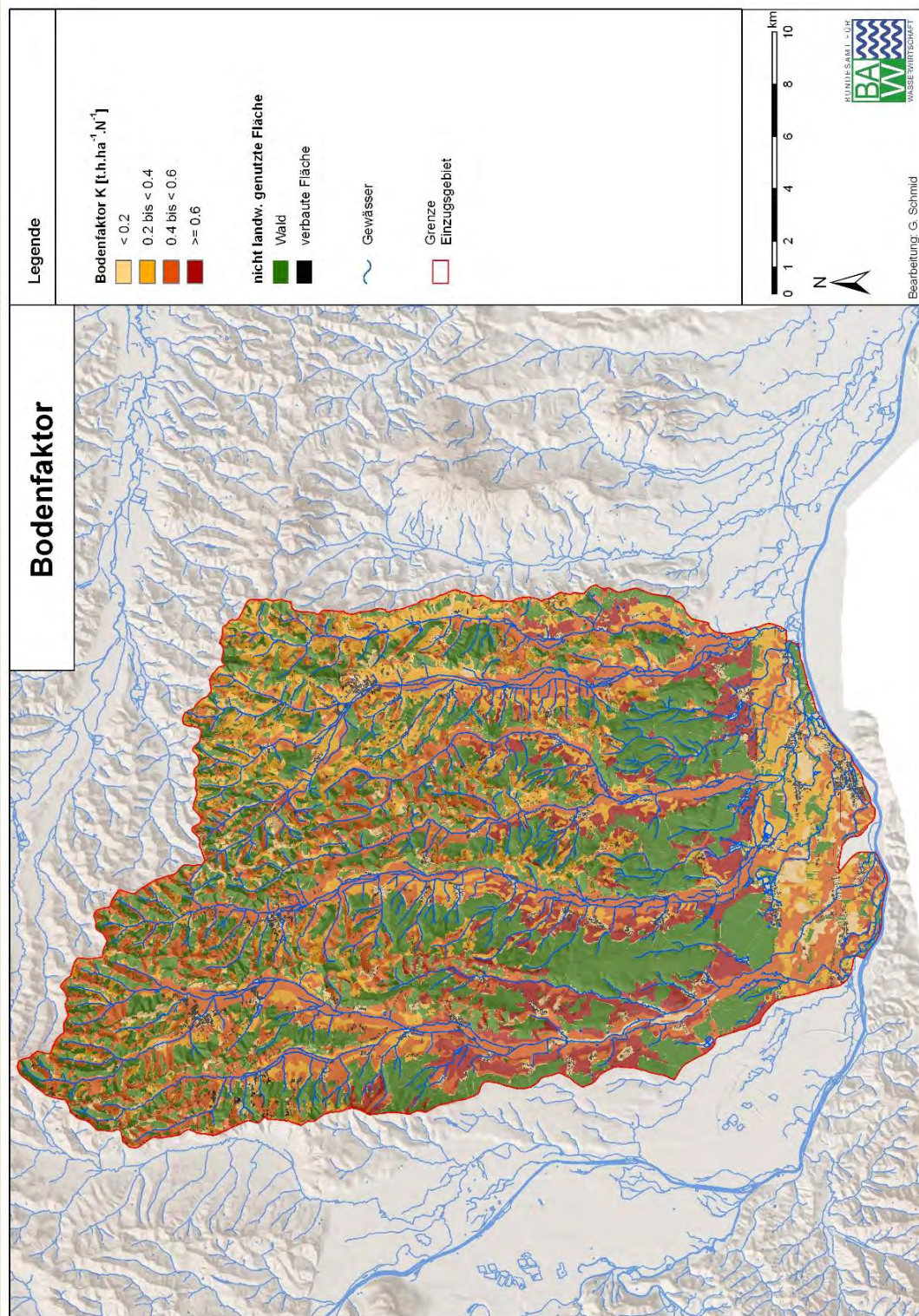


Abb. 4-39: K-Faktor der USLE für die steirischen Testgebiete

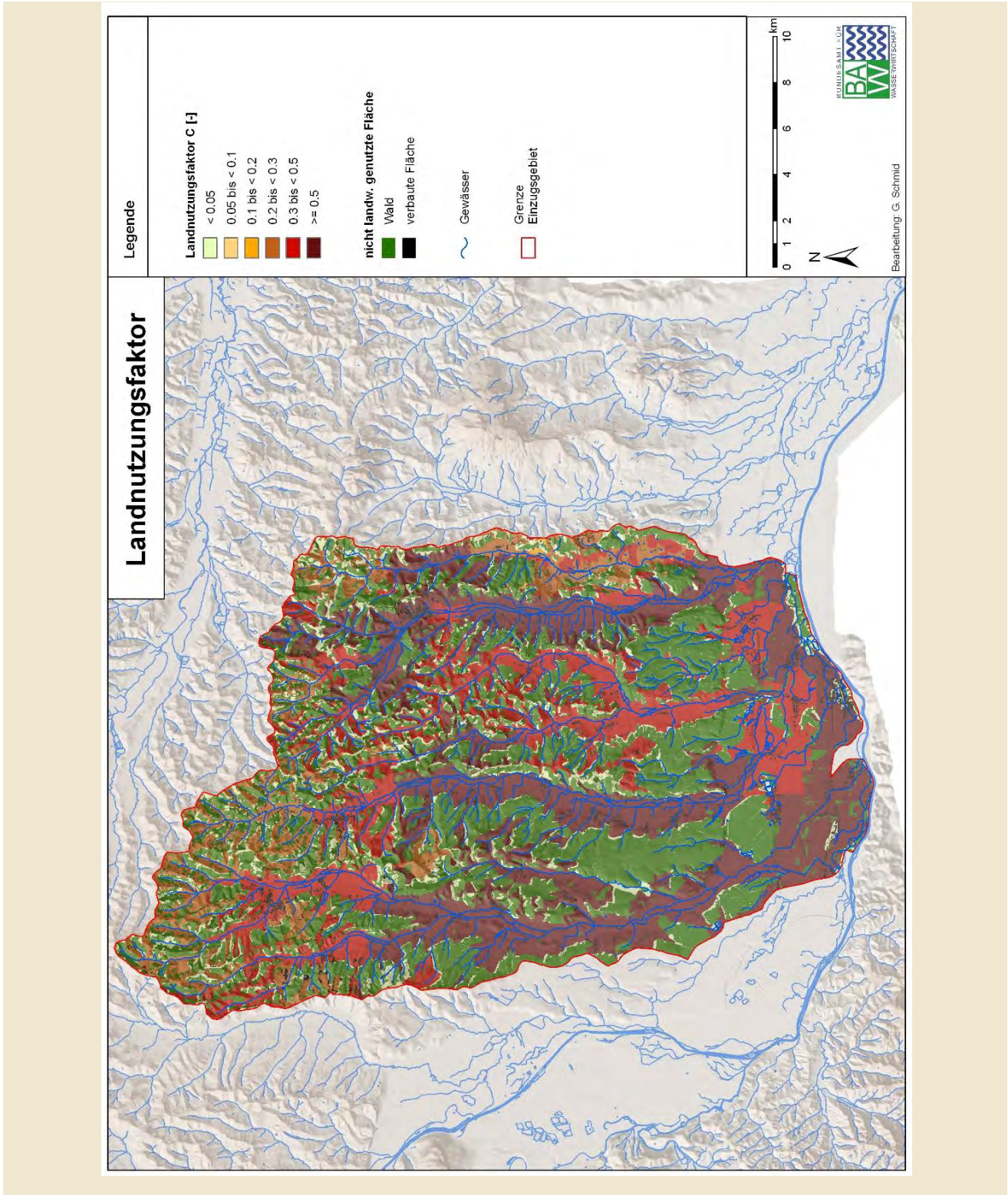


Abb. 4-40: C-Faktor der USLE für die steirischen Testgebiete

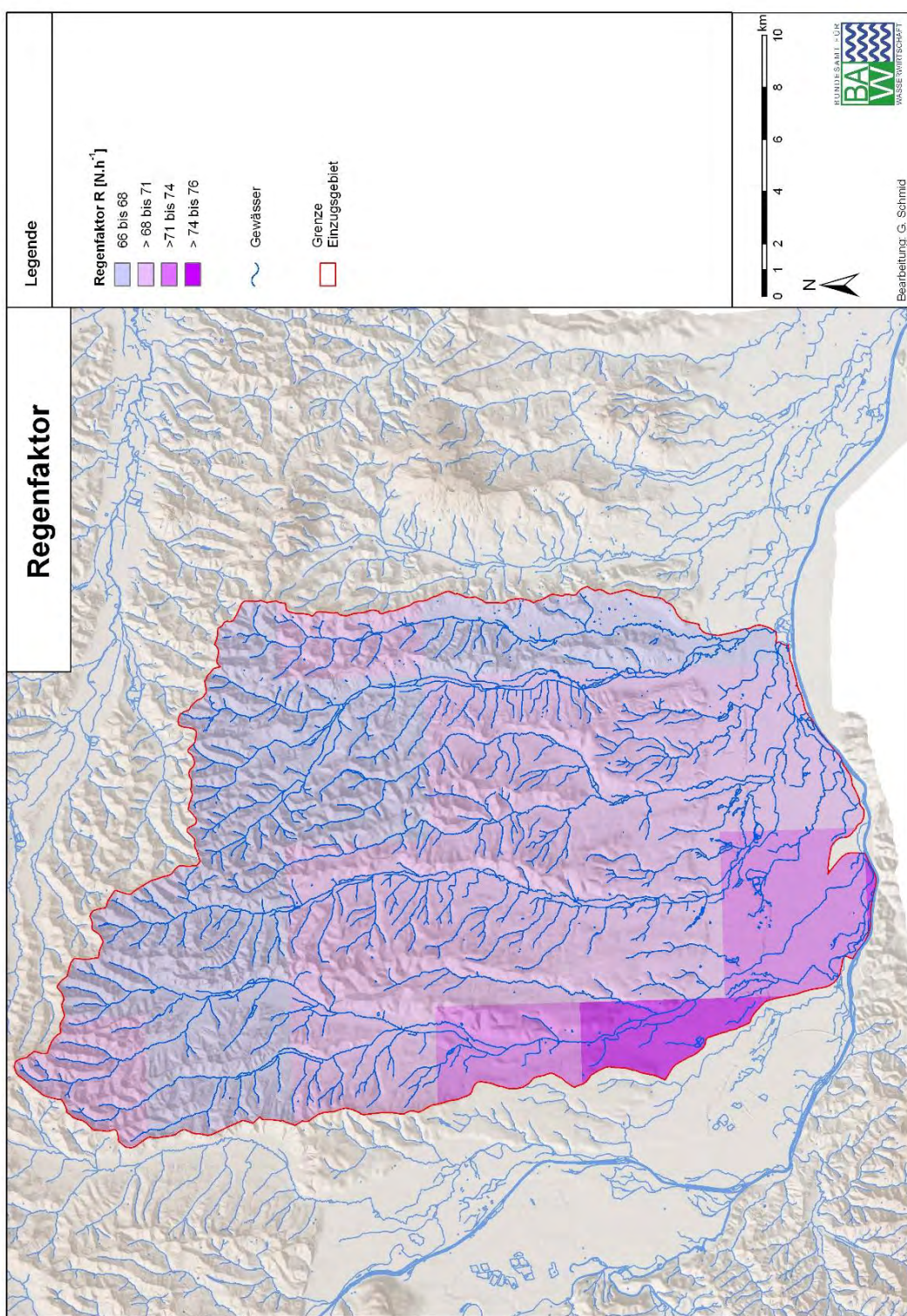


Abb. 4-41: R-Faktor der USLE für die steirischen Testgebiete