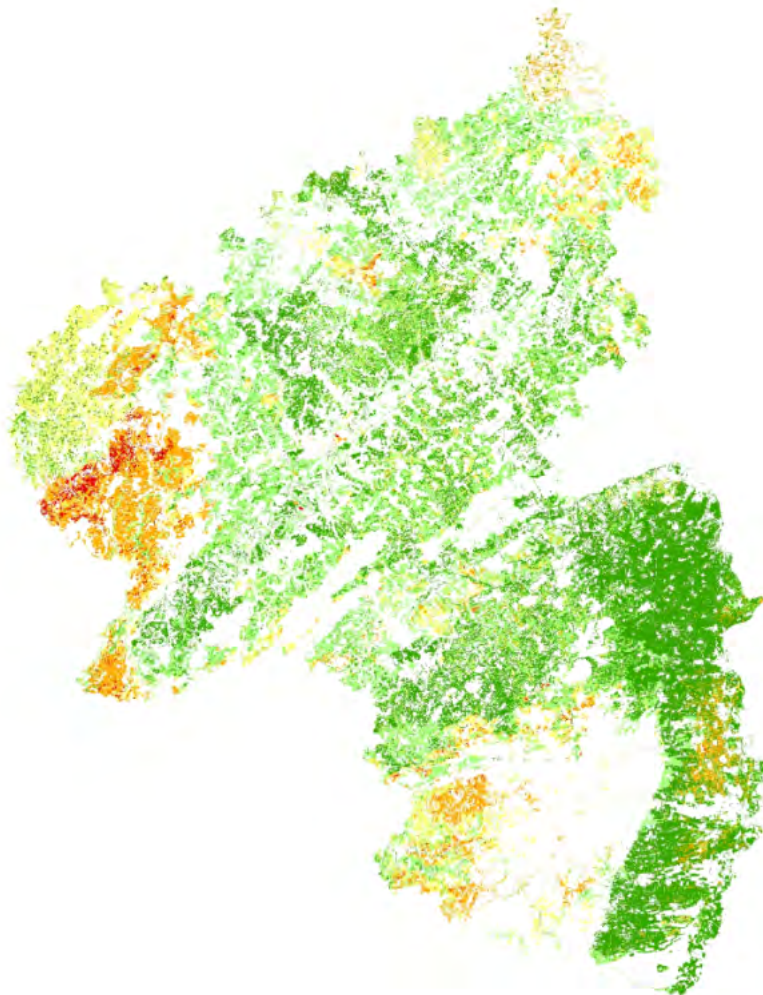


# Rheinland-Pfalz



**Berechnung und Regionalisierung schlagbezogener vereinfachter N-Flächensalden für Rheinland-Pfalz**



Erstellt im Auftrag des  
Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

März 2009

**Projektbearbeitung**

Dr. Stephan Sauer

Dipl.-Geogr. Thomas Wiesner

Dipl.-Geogr. Michael Goldschmitt

**Inhaltsverzeichnis**

1	Aufgabenstellung.....	2
2	Aufarbeitung der Grunddaten .....	3
2.1	InVeKoS.....	3
2.2	ATKIS.....	7
2.3	Klima und Boden.....	8
2.4	N-Salden der Kulturarten .....	9
3	Berechnung landesweiter N-Salden.....	12
4	Berechnung der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers.....	16
5	Verknüpfung der N-Salden mit der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers .....	21
6	Zusammenfassung und Ausblick .....	23
7	Literatur .....	24
8	Anhang.....	25

## **1 Aufgabenstellung**

Für die Grundwasserkörper, die nach Einstufung der Bestandsaufnahme der EG-Wasserrahmenrichtlinie den guten Zustand bis zum Jahr 2015 nicht oder wahrscheinlich nicht erreichen, muss bis 2009 ein Maßnahmenprogramm vorgelegt werden.

In diesem Zusammenhang beauftragte die Ad-Hoc-AG "Stickstoffbelastungen aus Landwirtschaft und Weinbau in rheinland-pfälzischen Gewässern" den Fachbereich Boden des Landesamtes für Geologie und Bergbau, flächendeckend für Rheinland-Pfalz vereinfachte schlagbezogene Stickstoffsalden zu berechnen.

Das Ziel ist die regionale Priorisierung von Maßnahmenpaketen zur Senkung von N-Bilanzüberschüssen.

## **2 Aufarbeitung der Grunddaten**

Die verwendeten Rohdaten stammen von folgenden Landesbehörden in Rheinland-Pfalz: Statisches Landesamt (StaLa), Landesamt für Geologie und Bergbau (LGB), Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG), Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation (LVermGeo), Oberfinanzdirektion Koblenz (OFD) und Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück (DLR-RNH). Die Grunddaten gehen teils speziellen Fragestellungen nach (Beispiel: InVeKoS), so dass unvermeidbare Diskrepanzen zwischen den verschiedenen Datengrundlagen auftreten.

### **2.1 InVeKoS**

#### **Grundlagen**

InVeKoS (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) ist ein durch die Europäische Kommission schrittweise eingeführtes System von Verordnungen zur Durchsetzung einer einheitlichen Agrarpolitik in den EU-Mitgliedsstaaten. In diesem Zusammenhang erlegte die EU ihren Mitgliedstaaten die Verpflichtung auf, im Rahmen der flächenbezogenen Beihilferegulungen bis Januar 2005 ein computergestütztes geografisches Flächeninformationssystem aufzubauen.

Entsprechend § 3 der InVeKoS-Verordnung (Verordnung über die Durchführung von Stützungsregelungen und gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen nach der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 im Rahmen des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems) bestimmt jedes Bundesland sein Verfahren zur Identifizierung der landwirtschaftlichen Flächen. In Rheinland-Pfalz ist die Referenzparzelle das Flurstück, also eine im Kataster abgegrenzte Fläche.

Die InVeKoS-Geometrien des Antragsjahres 2008 wurden vom StaLa im shape-Format zur Verfügung gestellt. Dieses Vorgehen war nach Rücksprache mit dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau möglich, da lediglich die Polygone und die Kulturartennummern (vgl. Abbildung 1) der InVeKoS-Geometrien ohne Verarbeitung personenbezogener Daten gemäß § 2 Landesbodenschutzgesetz an das LGB weitergegeben wurden.

<p align="center"><b>Liste der Frucht- und Kulturarten für das Antragsjahr 2008</b></p>		
<p align="center"><b>In den Flächennachweis - Agrarförderung sind alle vom Antragsteller bewirtschafteten Flächen, einschließlich der Wald-, Hof- und Gebäudeflächen, einzutragen.</b></p> <p>Bitte verwenden Sie zum Ausfüllen der Spalte "Kulturart" des Flächennachweises - Agrarförderung die aufgeführten Bezeichnungen. Wenn eine Abkürzung (fett gedruckt) vorgegeben ist, tragen Sie bitte nur diese Abkürzung ein (z.B. "Blumen Gras"). Sie können aber auch die entsprechenden Zahlenkennner verwenden.</p> <p><b>Werden Frucht-/ Kulturarten angebaut, die in dieser Liste nicht aufgeführt sind, so tragen Sie bitte die genaue Bezeichnung der betreffenden Frucht-/ Kulturart ein.</b></p>		
<p><b>Änderungen für das Antragsjahr 2008:</b></p> <p>1.) Wegfall der Stilllegungs-codes 511 und 516.                  2.) Wegfall des Codes 993 (Sozialbrache). Diese Flächen sind künftig mit Code 990 (alle anderen Flächen) anzugeben                  3.) Neue Kulturarten: Codes 826 (sonstige Schalenfrüchte (Mandeln, Esskastanien)), 856 (Tafeltrauben (ausschließlich für den Verzehr))                  4.) Änderung der Bedeutung der Codes 847 und 848 (schnellwüchsige Forstgehölze)</p>		
<p><b>Getreide zur Körnergewinnung:</b>                      115 Winterweizen (ohne Durum)                      116 Sommerweizen (ohne Durum)                      113 Hartweizen (Durum)                      121 Winterroggen                      122 Sommerroggen                      131 Wintergerste                      132 Sommergerste                      142 Winterhafer                      143 Sommerhafer                      114 Dinkel                      156 Wintertriticale                      157 Sommertriticale                      125 Wintermenggetreide                      145 Sommermenggetreide                      181 Hirse                      182 Buchweizen                      171 Körnermais                      172 <b>CCM = Corn-Cob-Mix</b>                      175 Mischanbau Silomais und Sonnenblumen                      190 alle anderen Getreidearten</p> <p><b>Ölsaaten zur Körner- bzw. Fasergewinnung:</b>                      311 Winterraps/-rübren zur Körnergewinnung                      312 Sommeraps/-rübren zur Körnergewinnung                      320 Sonnenblumen zur Körnergewinnung                      330 Sojabohnen zur Körnergewinnung                      341 Öllein zur Körnergewinnung                      342 Faserflachs                      390 alle anderen Ölsaaten</p> <p><b>Eiweißpflanzen zur Körnergewinnung</b>                      210 Erbsen zur Körnergewinnung                      220 Acker-, Puff-, Pferdebohnen zur Körnergewinnung                      230 Süßlupinen zur Körnergewinnung                      240 Erbsen/Bohnen zur Körnergewinnung                      290 alle anderen Hülsenfrüchte zur Körnergewinnung</p> <p><b>Hackfrüchte als Verkaufsfrüchte:</b>                      611 Frühkartoffeln                      612 sonstige Speisekartoffeln                      613 Industriekartoffeln                      614 Futterkartoffeln                      615 Pflanzkartoffeln                      616 <b>Stärkekartoffeln</b> (zur Vertragslieferung an Stärkefabrik)                      619 sonstige Kartoffeln                      620 Zuckerrüben                      630 Topinambur                      760 Tabak                      690 alle anderen Hackfrüchte</p> <p><b>sonstige Verkaufsfrüchte und Handelsgewächse:</b>                      770 Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen                      771 Küchenkräuter                      778 Faserbrennnesseln                      789 <b>Handelsgewächse (DK)=</b> alle anderen Handelsgewächse (Dauerkulturen, z.B. Ebersche, Sanddorn)</p>	<p>790 <b>Handelsgewächse (nicht DK)=</b> alle anderen Handelsgewächse (außer Dauerkulturen)                      912 Grassamenvermehrung                      980 Sudangras                      824 Haselnüsse                      825 Walnüsse                      826 sonstige Schalenfrüchte (Mandeln, Esskastanien)</p> <p><b>Ackerfutter als Hauptfutterfläche:</b>                      411 Silomais                      412 Futterrüben                      423 Luzerne                      421 Klee                      422 Klee gras                      424 Ackergras                      425 Klee-Luzerne-Gemisch                      426 Rohrglanzgras                      429 alle anderen Futterpflanzen</p> <p><b>Dauergrünland als Hauptfutterfläche</b>                      441 Wiesen (Grünlandneueinsaat 1. bis incl. 5. Jahr)                      442 Mähweiden (Grünlandneueinsaat 1. bis incl. 5. Jahr)                      443 Weiden (Grünlandneueinsaat 1. bis incl. 5. Jahr).                      451 Wiese (ohne Beweidung)                      452 Mähweide                      453 Weide (ausschließlich Beweidung)                      570 Streuobstwiese                      454 Hutung                      459 alle anderen Dauergrünlandnutzungen</p> <p><b>Dauerkulturen:</b>                      851 bestockte Rebfläche                      852 unbestockte Rebfläche                      853 Rebschulfläche                      854 Unterlagsrebfläche                      856 Tafeltrauben (ausschließlich für den Verzehr)                      862 Weinbergsbrache                      817 Beerenerobst                      815 Kernobst (z.B. Äpfel, Birnen) in Vollpflanzung                      816 Steinobst (z.B. Kirschen, Pflaumen) in Vollpflanzung                      819 sonstige Obstanlagen (nicht in Vollpflanzung; ohne Beerenerobst und Streuobstwiesen)                      830 Baumschulfläche (nicht für Beerenerobst)                      831 Baumschulfläche (für Beerenerobst)                      750 Hopfen                      753 Hopfen vorübergehend stillgelegt (Gerüst steht noch)                      846 Weihnachtsbäume                      896 Chinaschilf (Miscanthus)                      892 Rhabarber                      847 schnellwüchsige Forstgehölze, Umtriebszeit &gt; 20 Jahre                      848 schnellwüchsige Forstgehölze, Umtriebszeit ≤ 20 Jahre                      890 sonstige Dauerkulturen</p> <p><b>gartenbauliche Erzeugnisse:</b>                      174 Zuckermals                      715 Spargel                      723 Erdbeeren (Freiland)</p> <p>710 <b>Gemüse Acker/Freiland</b> (inkl. Pilze)                      731 <b>Gemüse Glas=</b> Gemüse und Pilze unter Glas</p>	<p>733 <b>Gemüse Gebäude=</b> Pilzbeet- u. Gemüseflächen in Gebäuden (nicht im Gewächshaus)                      722 <b>Blumen Freiland=</b> Blumen und nicht verholzende Zierpflanzen (Freiland)                      732 <b>Blumen Glas=</b> Blumen und nicht verholzende Zierpflanzen unter Glas</p> <p>791 Gartenbausämereien (Zierpflanzen)                      792 Gartenbausämereien (Obst und Gemüse)                      793 Hanf</p> <p><b>Stillgelegte sowie aus der Erzeugung genommene Flächen</b></p> <p>517 <b>Stilllegung - mj - nawaRo =</b> konjunkturelle Stilllegung mit <u>mehrfährigen</u> nachwachsenden Rohstoffen                      545 <b>FELEG=</b> Stilllegungen nach FELEG                      555 <b>Still. Öko=</b> Ökolog. Stilllegung (10 und 20 Jahre)</p> <p>591 <b>AL Öko=</b> Ackerland aus der landwirtsch. Erzeugung genommen                      592 <b>DGL Öko=</b> Dauergrünland aus der landw. Erzeugung genommen</p> <p><b>Sonstige Flächen:</b>                      571 Ackerrandstreifen                      928 Saum- und Bandstrukturen                      991 Hof-, Gebäude- und Wegflächen                      920 Haus-/Nutzgarten                      960 Dämme und Deiche                      992 Abbau-/Öd-/Un-/Geringstland                      994 <b>Lager DGL=</b> unbefestigte Mieten-, Strohh-, Futter- u. Düngelagerplätze auf Dauergrünland zur vorübergehenden Nutzung                      996 <b>Lager AL=</b> unbefestigte Mieten-, Strohh-, Futter- u. Düngelagerplätze auf Ackerland zur vorübergehenden Nutzung</p> <p>910 sonstige Fläche (z.B. Wildungsfläche)                      930 Bewirtsch. Gewässer/Teichflächen                      941 Gründüngung im Hauptfruchtanbau                      950 <b>AGZ-Aufforstung =</b> Aufforstung für Ausgleichszulage im benachteiligten Gebiet (nur die Fläche, die bis Juni 1989 aufgeforstet war)                      556 <b>Erstaufforstungsfläche =</b> Aufforstung nach der VV "Erstaufforstungsprämie" (EAFP alt bzw. EAFP 2000)                      952 <b>Aufforstungsfläche 1992 =</b> Erstaufforstungsprämie nach den Förderungsgrundsätzen Forst vom 14.02.1992                      995 sonstige Forstfläche                      997 Ziergärten, Park- und Grünanlagen, Golfplätze                      990 alle anderen Flächen</p>

Herausgeber: Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz, 55116 Mainz

Abbildung 1: Landesliste der Frucht- und Kulturarten für das Antragsjahr 2008.

## Datenaufbereitung

Die Daten wurden in ArcGIS implementiert. Einzelne InVeKoS-Geometrien waren mit Ziffern attribuiert, die nicht in der Liste der Frucht- und Kulturarten aufgeführt waren. Aus diesem Grund wurden mit Unterstützung des StaLa

- Kulturartenziffern anderer Bundesländer ergänzt,
- einzelne Kulturartenziffern aus dem Antragsjahr 2007 ergänzt,
- fehlerhafte Kulturartenziffern zugeordnet und
- einzelne Flächen mit fehlerhaften Kulturarten ausgesondert.

Im Datensatz befanden sich zudem übereinander lagernde Polygone mit teilweise differierenden Nutzungsarten. Das Ausmaß der Polygonüberlagerungen zeigt Abbildung 2.

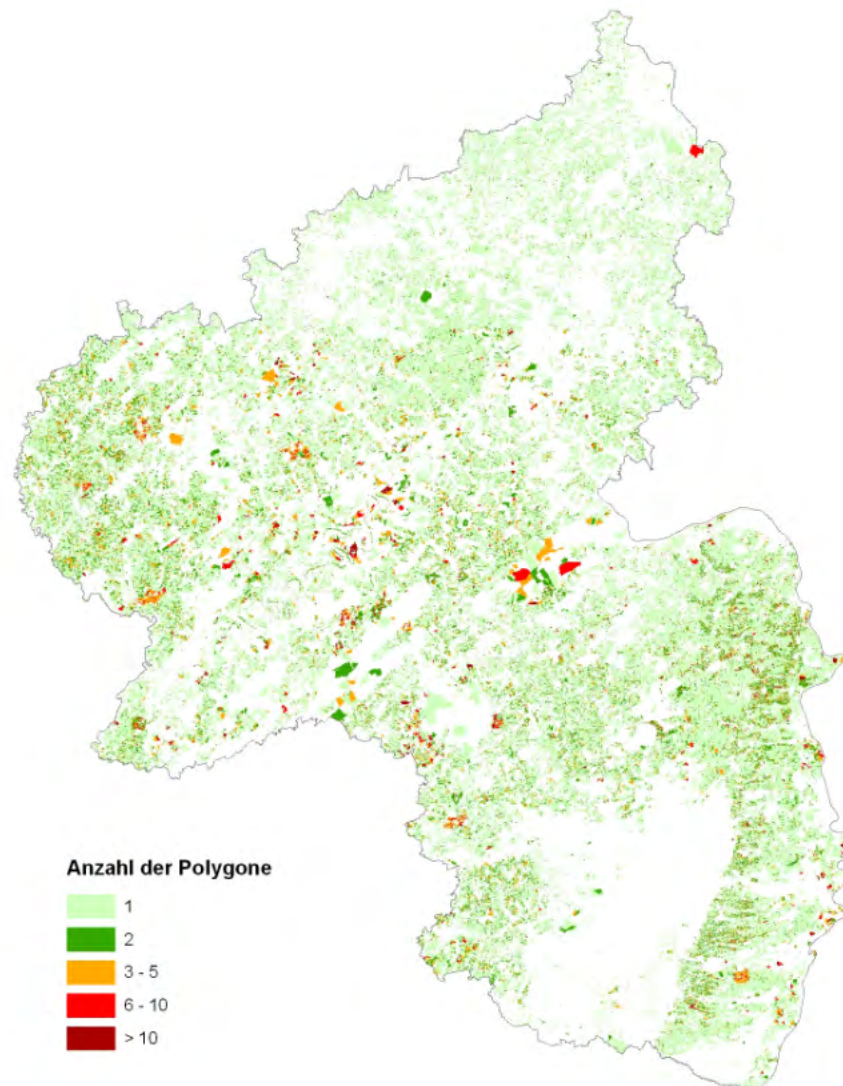


Abbildung 2: InVeKoS-Geometrien, klassifiziert hinsichtlich der Anzahl sich überlagernder Polygone.

In einem ersten Arbeitsschritt wurden die Flächen mit sich überlagernden Polygonen bereinigt. Durch diese automatisierte Prozedur, die nicht nutzungsartenspezifisch auszuführen war, fielen die Doppel- oder Mehrfachpolygone weg (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1: Bereinigung des Originaldatensatzes um Dubletten

	Fläche in ha	Anzahl Flächen
Originaldatensatz	1.145.956	1.912.998
Dubletten	351.327	218.624
Bereinigter Datensatz	794.628	1.694.374

Zur Kontrolle wurden die landesweiten Flächengrößen einzelner Kulturarten mit den Ergebnissen der Agrarstatistik 2008 verglichen (Tab. 2). Es zeigt sich, dass die Größenordnung der verbreitet angebauten Feldfrüchte (z. B. Getreide) hinreichend genau übereinstimmt.

Tabelle 2: Vergleich der flächenhaften Verbreitung ausgewählter Kulturarten, ermittelt aus den InVeKoS-Daten und aus den Ergebnissen der Agrarstatistik 2008.

Nr.	Kulturart	InVeKoS (ha)	Agrarstatistik 2008 (ha)
113	Hartweizen (Durum)	942	1000
115	Winterweizen (ohne Durum)	108146	111000
116	Sommerweizen (ohne Durum)	611	600
121	Winterroggen	12355	12000
131	Wintergerste	37560	38000
132	Sommergerste	58328	60000
143	Sommerhafer	7205	7200
145	Sommernenggetreide	884	1100
171	Kömernmais	8152	7700
311	Winterraps/-rübsen zur Kömerngewinnung	42725	43400
312	Sommerraps/-rübsen zur Kömerngewinnung	103	500
320	Sonnenblumen zur Kömerngewinnung	404	200
411	Silomais	24257	23700
422	Kleegras	9157	8300
423	Luzerne	762	1000
424	Ackergras	13290	10800
611	Frühkartoffel	2954	3800
620	Zuckerrüben	17761	19600
760	Tabak	841	900

Weiterhin führt das in Rheinland-Pfalz gewählte Flächenbezugssystem der Flurstücke dazu, dass "Riesenschläge" mit einer Maximalgröße von rund 1000 ha entstehen können. Diese liegen oftmals im Wald (vgl. Abbildung 2, Hunsrück) oder auf Truppenübungs- und Flugplätzen. Sie werden in der Realität oftmals nur in geringem Umfang landwirtschaftlich genutzt und führen zu einer Verzerrung der Flächenstatistik. Aus diesem Grund wurden die Daten in einem weiteren Arbeitsschritt mit Daten des Amtlichen Topographischen-Kartographischen Informationssystems verschnitten (vgl. Kap. 2.2) und so weit wie möglich erneut bereinigt.

## 2.2 ATKIS

Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) wird seit 1990 zur digitalen Führung der topographischen Landesaufnahme und der amtlichen topographischen Karten von den Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland und dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie aufgebaut.

Die Objekte (z. B. Vegetationsflächen oder Siedlungsgebiete) werden je nach ihrer Form und Lage durch Koordinaten definiert. Die Eigenschaften der Objekte werden durch Attribute beschrieben (z. B. Vegetationsart). Die digitalen Datenbestände aus ATKIS sind objektstrukturierte Vektordatenbestände und können in vielen GIS-Anwendungen verwendet werden.

Benutzt wurden die ATKIS-Daten aus dem Jahr 2006. Verarbeitet wurden die Objektarten-IDs 4101 und 4102, d.h. die Objektarten Ackerland und Grünland, die zur Objektgruppe Vegetationsflächen (4100) gehören. Für diese Objektgruppe gilt, dass Objekte grundsätzlich erst ab einer Größe von 1 ha erfasst werden, es sei denn, bei den Objektarten ist ein anderer Wert als Erfassungskriterium angegeben. Kleinere Flächen einer Objektart werden einer angrenzenden Flächen zugewiesen. Dabei kommen bevorzugt andere Vegetationsflächen in Frage, und zwar bevorzugt solche, deren Eigenschaften in Bezug auf die Objektart vergleichsweise ähnlich sind. So wird eine kleine Grünlandfläche eher einer Ackerfläche zugewiesen als einer Waldfläche.



## **2.3 Klima und Boden**

Das LUWG stellte die Karte der mittleren jährlichen Grundwasserneubildungshöhe auf der Basis des überarbeiteten gewässerkundlichen Flächenverzeichnisses im Vektorformat bereit (Stand: Mai 2008, vgl. Abbildung 7). Grundlage der Berechnung sind Jahresmittelwerte des Zeitraumes von 1979 bis 1998. Die Daten wurden zur weiteren Berechnung in ein 100•100 m-Raster umgewandelt.

Die nutzbare Feldkapazität des Bodens wurde aus der beim LGB vorgehaltenen Bodenübersichtskarte im Maßstab 1: 200.000 (BÜK 200, vgl. Abbildung 8) abgeleitet. Dieser Datensatz wurde ebenfalls in ein 100•100 m-Raster transformiert.

## 2.4 N-Salden der Kulturarten

### Grundlagen

Allen Kulturarten (vgl. Abbildung 1) wurden durch Herrn Dr. Fritsch (DLR-RNH) N-Salden in kg N/ha zugeordnet. Es kamen drei Varianten der Berechnung zur Anwendung. Die erste Variante leitet für eine Kulturart aus Erfahrungswerten der Düngeberatung und aus Düngungsversuchen N-Salden aus der Differenz zwischen N-Zufuhr und N-Abfuhr ab. Ein Beispiel ist Zuckermais (Kulturart Nr. 174) mit einem N-Saldo von 50 kg N/ha. Bei der zweiten Variante wird das N-Saldo aus einer Formel unter Einbeziehung der Ackerzahl der Bodenschätzung berechnet. Ein Beispiel ist Sommerhafer (Kulturart Nr. 143), dessen Saldo sich aus „kg N-Saldo/ha =  $18 - 0,28 \cdot AZ$ “ berechnet. Bei der dritten Variante erfolgt die N-Saldenberechnung unter Einbeziehung des Viehbesatzes. Beispielsweise errechnet sich das Saldo für Silomais (Kulturart Nr. 411) aus „kg N-Saldo/ha =  $0,25 \cdot GV/100 \text{ ha} + 0,0005 \cdot (GV/100 \text{ ha}) \cdot (GV/100 \text{ ha})$ “. Die fruchtartenspezifischen Berechnungsalgorithmen und die Ergebnisse der N-Saldenberechnung werden im Anhang auf Seite 26 dargestellt.

### Datenaufbereitung

Zur Berechnung der N-Salden war eine datentechnische Aufarbeitung der Ackerzahlen und des Viehbesatzes notwendig. Die OFD Koblenz stellte eine Liste der rheinland-pfälzischen Gemarkungen mit einer mittleren Ackerzahl zur Verfügung. Wenigen Gemarkungen mit ackerbaulicher Nutzung, aber fehlender Ackerzahl, wurden die Werte der Nachbargemarkungen zugewiesen. Hierbei wurde auch die Lage der Ackerflächen mit fehlender Ackerzahl berücksichtigt. Zugewiesen wurde die durchschnittliche Ackerzahl derjenigen Gemarkung, die am nächsten zu der Ackerfläche mit fehlender Ackerzahl lag. Das Ergebnis ist die landesweite Karte der gemarkungsbezogenen Ackerzahlen (Abbildung 3).

Die Angaben zum Viehbesatz standen auf der Ebene der Verbandsgemeinde zur Verfügung. Die entsprechende Liste wurde vom StaLa erhoben und durch Herrn Dr. Fritsch (DLR-RNH) vervollständigt. Nach Aufarbeitung der Verbandsgemeindenummerschlüssel stand als Ergebnis die landesweite Karte der gemarkungsbezogenen Viehbesatzdichten bereit (Abbildung 4).

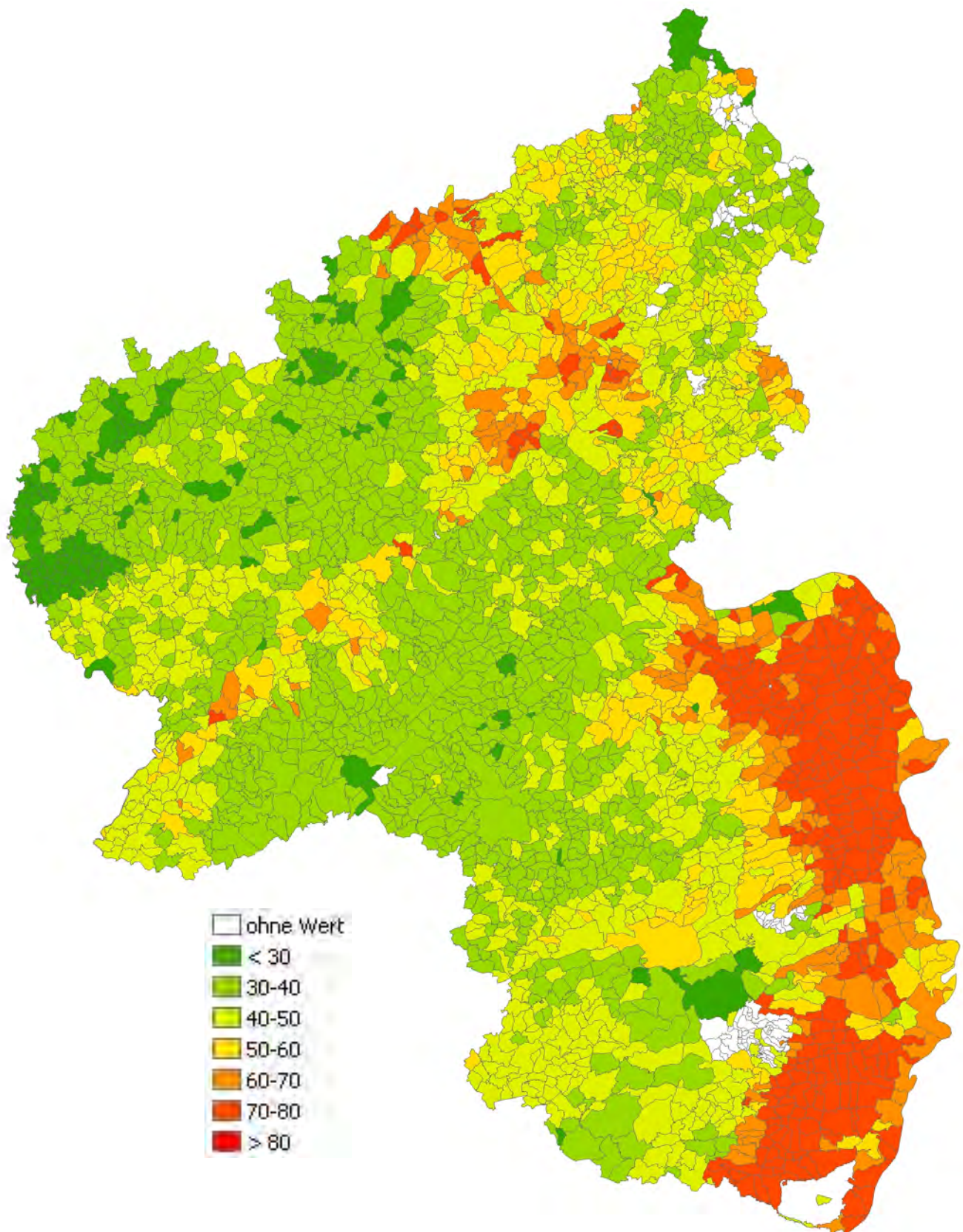


Abbildung 3: Mittlere Ackerzahlen der Gemarkungen von Rheinland-Pfalz.



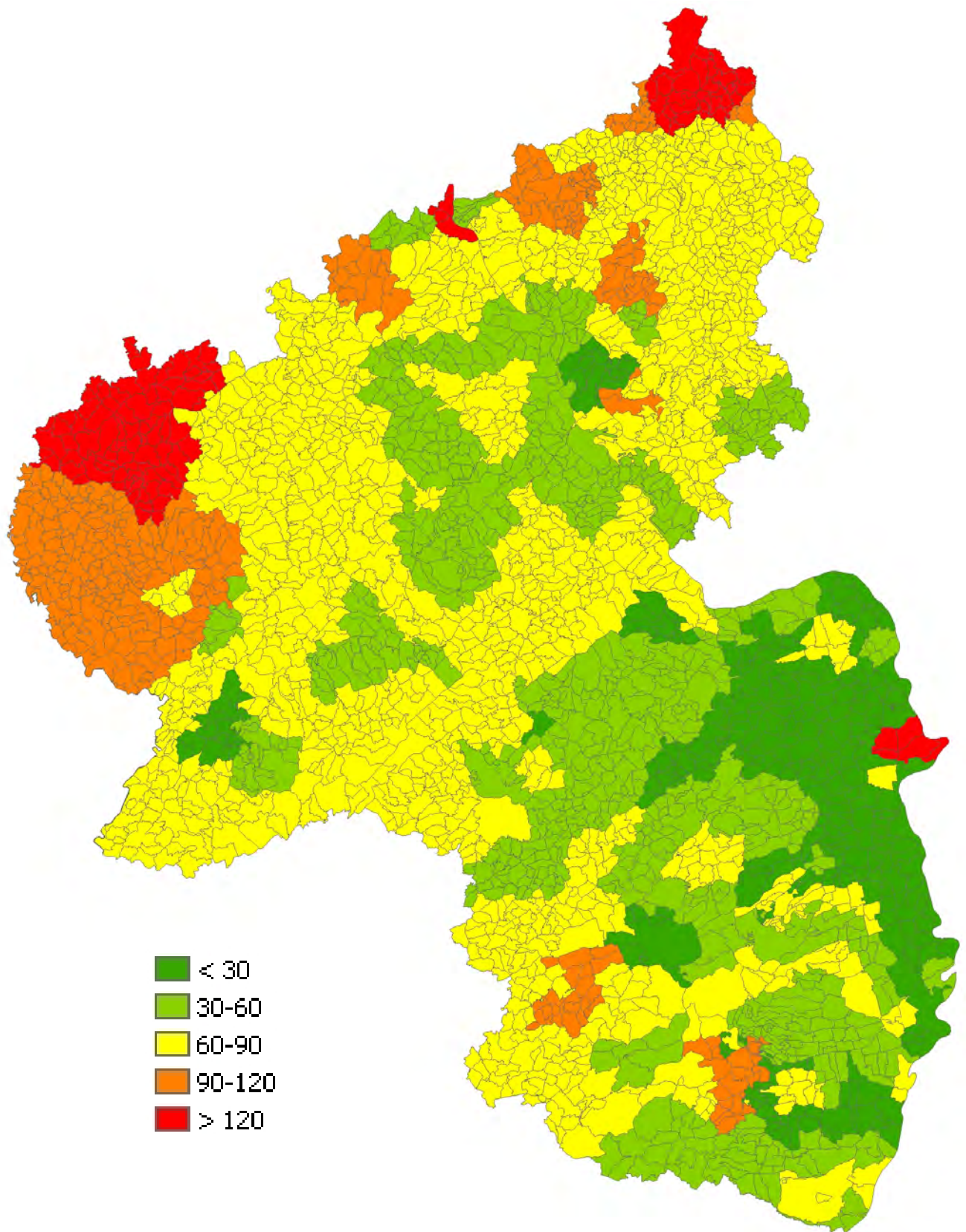


Abbildung 4: Mittlere Viehbesatzdichten in Großvieheinheiten je 100 ha für die Gemarkungen von Rheinland-Pfalz.

### 3 Berechnung landesweiter N-Salden

Zur Berechnung der landesweiten N-Salden mussten die InVeKoS- und ATKIS-Geometrien mit den kulturartenspezifischen N-Salden verschnitten werden.

In einem ersten Schritt wurden zwecks Überprüfung der Plausibilität der InVeKoS-Schlaggeometrien die InVeKoS-Flächendaten mit den ATKIS-Geometrien verschnitten. Bei der folgenden Datenanalyse stellte sich heraus, dass in den InVeKoS-Flächendaten Schläge existieren, die die tatsächliche Landnutzung nicht korrekt abbilden (vgl. Kap. 2.1). Zudem existieren in ATKIS landwirtschaftlich genutzte Flächen, die in den InVeKoS-Geometrien nicht vorhanden sind. Durch die Verschneidung der beiden Datensätze wurde folgende Fehlerbereinigung ermöglicht (vgl. Abbildung 5):

- Entfernung von InVeKoS-Flächen, die laut ATKIS keiner landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen. Diese Flächen wurden aus dem Datensatz zur Berechnung der N-Salden entfernt.
- Ergänzung um landwirtschaftliche Nutzflächen gemäß ATKIS, die in InVeKoS nicht erfasst wurden. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Flächen, für die keine Flächenbeihilfen beantragt wurden. Diese Flächen wurden in die Berechnung der N-Salden einbezogen.

In einem zweiten Schritt mussten die neu hinzu gekommenen Flächen mit einem N-Saldo attribuiert werden. Dazu wurden die "leeren" ATKIS-Flächen mit einem aus den InVeKoS-Flächen der jeweiligen Gemarkung stammenden Mittelwert belegt. Somit entstehen zwei Möglichkeiten der N-Saldenzuordnung:

- 1) Flächen aus InVeKoS, die einen Einzelwert für das N-Saldo besitzen und
- 2) Flächen aus ATKIS, die nach Nutzung (Acker/Grünland) einen errechneten Gemarkungsmittelwert erhalten.

Die im Vektorformat vorliegenden N-Salden wurden in ein 100•100 m-Raster überführt (Abbildung 6).



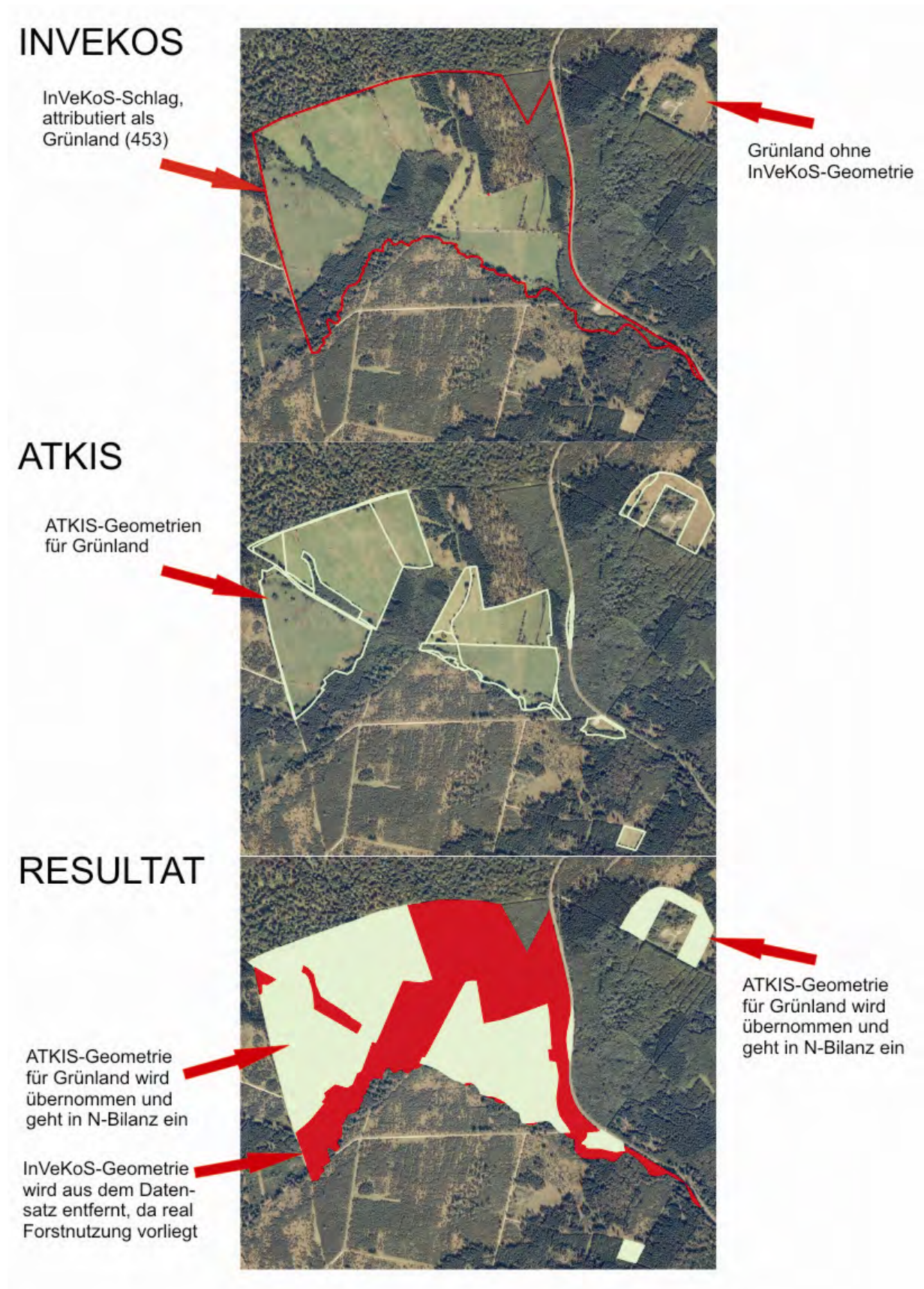


Abbildung 5: Verschneidung von InVeKoS- und ATKIS-Geometrien zur Korrektur des InVeKoS-Datenbestandes.

Sehr hohe N-Salden bis maximal 48 kg N/ha finden sich in der Westeifel im Raum Prüm sowie im Süderbergland im Raum Wissen-Betzdorf. Ursache sind die hohen Viehbesatzdichten (vgl. Abbildung 4), die bei der Berechnung der N-Salden von Wiesen, Weiden, Klee- und Ackergras sowie Mais berücksichtigt werden. Die sehr hohen N-Salden der Vorderpfalz sind auf den Anbau von Gemüse mit einem N-Saldo von 39 kg N/ha zurückzuführen. Weitere Kulturarten, die in die höchste N-Salden-Klasse fallen, sind Zuckermais, Frühkartoffeln, Erdbeeren, Hopfen, Beerenobst, Weihnachtsbäume sowie Winterraps zur Körnergewinnung. Bei den im Nordpfälzer Bergland, im Hunsrück und am Ostrand der Eifel verbreiteten "roten" Einzelflächen handelt es sich um Winterraps, dem bis zu einer Ackerzahl von 51 (typische Mittelgebirgsböden) ein N-Saldo von > 39 kg N/ha zugeordnet wird.

Die niedrigen N-Salden der Lößlandschaften (Beispiel: Rheinhessischen Tafel- und Hügelland) sind auf die dort verbreitet angebauten Halmfrüchte und Zuckerrüben zurückzuführen. Deren N-Salden werden unter Berücksichtigung der Ackerzahlen berechnet. Für die sehr ertragsfähigen Lößböden mit hohen Ackerzahlen (vgl. Abbildung 3) ergeben sich sehr geringe und geringe N-Salden.

Aus den Raster-N-Salden errechnet sich für Rheinland-Pfalz ein durchschnittliches mittleres N-Saldo von 18,8 kg N/ha. Im Vergleich mit Literaturangaben für Rheinland-Pfalz ist dieser Wert vergleichsweise niedrig. So ermittelt BACH (2007) N-Flächenbilanzüberschüsse von 67 kg N/ha für 1999 und von 63 kg N/ha für 2003. NIEDER et al. (2007) berechnen mittlere jährliche N-Bilanzen für den Zeitraum von 2000 bis 2003 von 28 kg N/ha. Die Ergebnisse sind allerdings nur unter Vorbehalt miteinander vergleichbar, da die Bilanzansätze sehr heterogen sind.



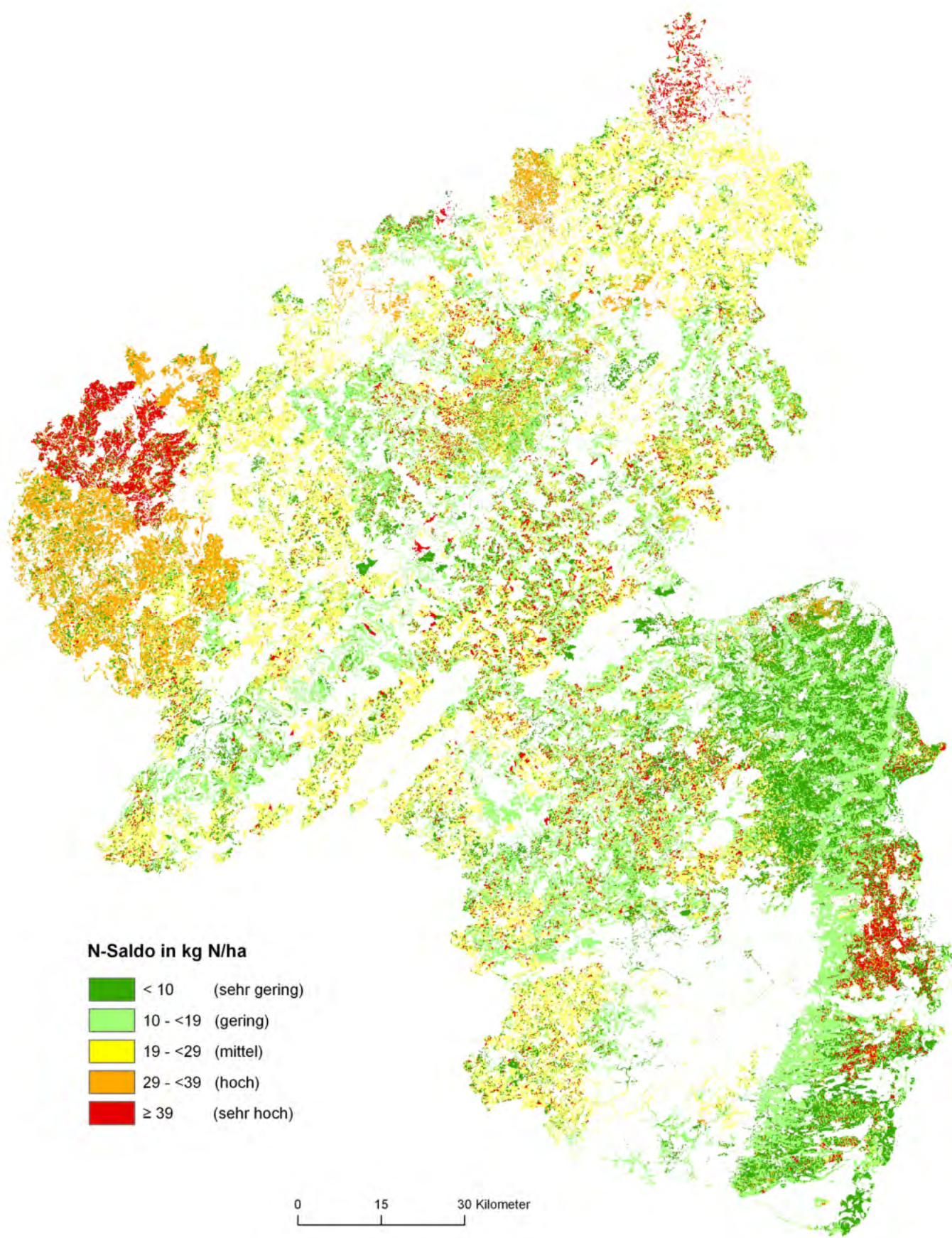


Abbildung 6: N-Salden der landwirtschaftlichen Nutzfläche von Rheinland-Pfalz.



#### 4 Berechnung der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers

Die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers gibt an, wie oft das im Boden vorhandene Wasser durch das zugeführte Niederschlagswasser ausgetauscht wird. Eine hohe Austauschhäufigkeit bedeutet ein geringes Rückhaltevermögen für gelöste Stoffe, zum Beispiel Nitrat, im durchwurzelbaren Bodenraum. Sie ist somit ein Maß für das standörtliche Verlagerungsrisiko.

Die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers wurde als Quotient der Grundwasserneubildung (Abbildung 7) und der nutzbaren Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum (Abbildung 8) nach der Formel

$$\text{Austauschhäufigkeit} = \frac{\text{Grundwasserneubildung}}{\text{nutzbare Feldkapazität}}$$

berechnet, wobei die Grundwasserneubildung in  $\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$  und die Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum in mm angegeben werden. Die Austauschhäufigkeit wird entsprechend Tabelle 3 klassifiziert.

Tabelle 3: Bewertung der jährlichen Austauschhäufigkeit des Bodenwassers.

Jährliche Austauschhäufigkeit	Standörtliches Verlagerungsrisiko
<0,7	sehr gering
0,7 - 1,0	gering
>1,0 - 1,5	mittel
>1,5 - 2,5	hoch
>2,5	sehr hoch

Um die landwirtschaftliche Beregnung zu berücksichtigen, wurden für die InVeKoS-Flächen mit den beregnungsintensiven Kulturen Gemüse und Frühkartoffeln die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers um eine Stufe erhöht. Für diese Flächen wird von einer mittleren Beregnungsmenge von rund  $150 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$  ausgegangen.

Überdurchschnittliche Niederschläge in Verbindung mit guten Speichereigenschaften der Gesteine bedingen hohe Grundwasserneubildungsraten, die sich besonders im Gutland, der Kalkeifel und im Pfälzer Wald in hohen Austauschhäufigkeiten niederschlagen (Abbildung 9). Aufgrund der geringen bis mittleren Grundwasserneubil-

---

denkungshöhen weisen große Bereiche des Rheinischen Schiefergebirges, des Nordpfälzer Berglands, des Rheinhessischen Tafel- und Hügellandes sowie der Vorderpfalz lediglich sehr geringe bis geringe Austauschhäufigkeiten auf.

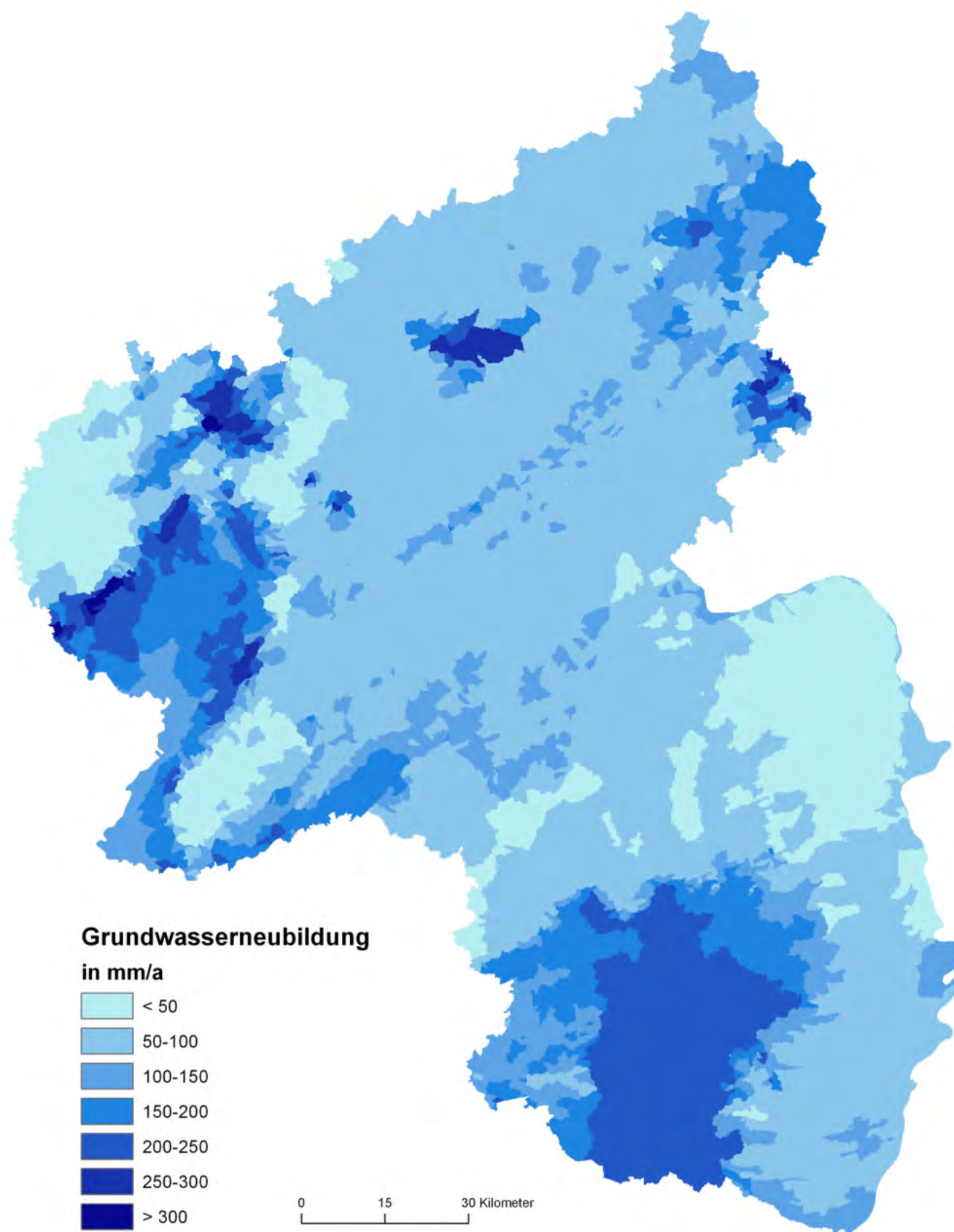


Abbildung 7: Mittlere Grundwasserneubildungshöhe (1979-1998, LUWG).

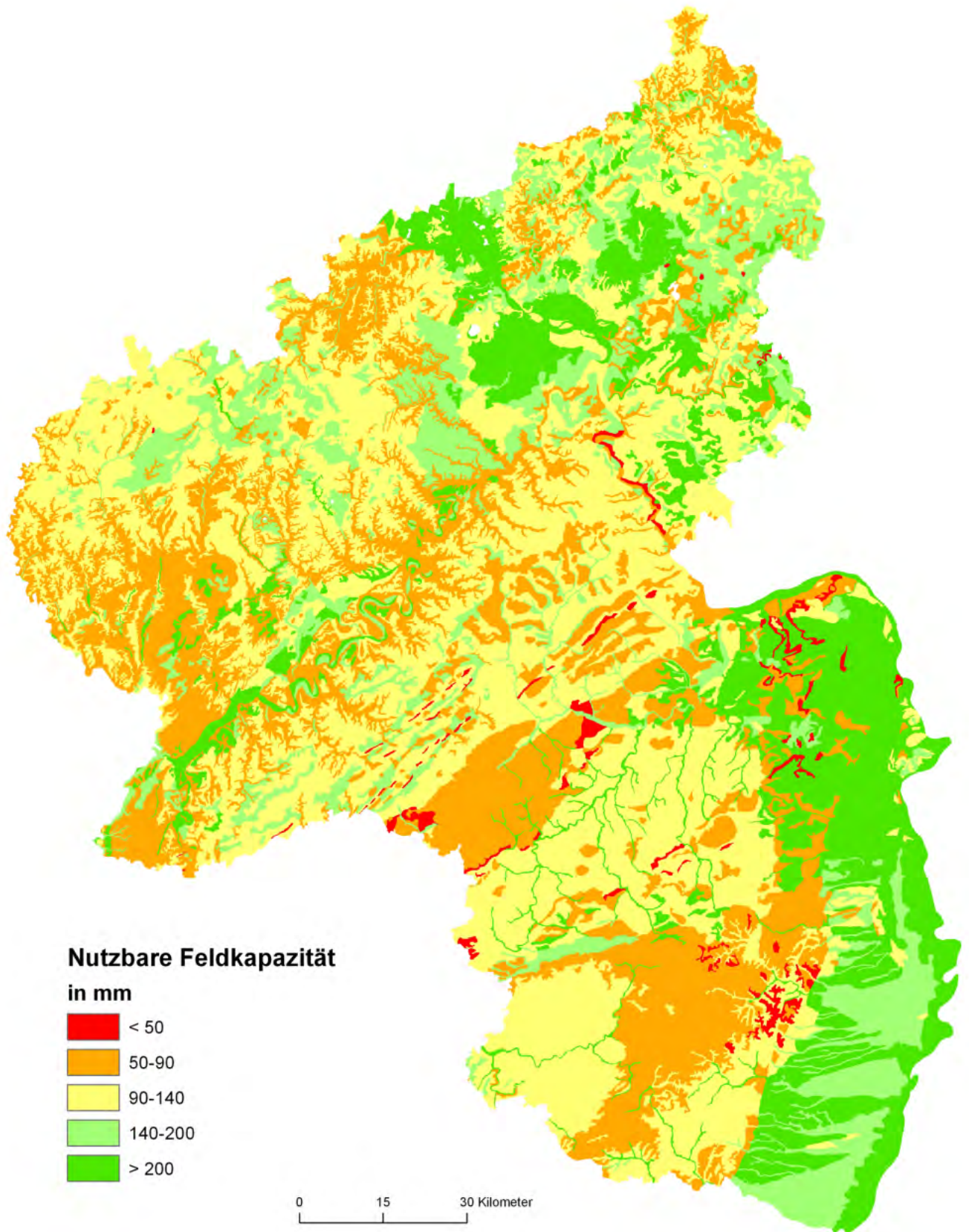


Abbildung 8: Nutzbare Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum  
(Datengrundlage: BÜK 200, LGB).



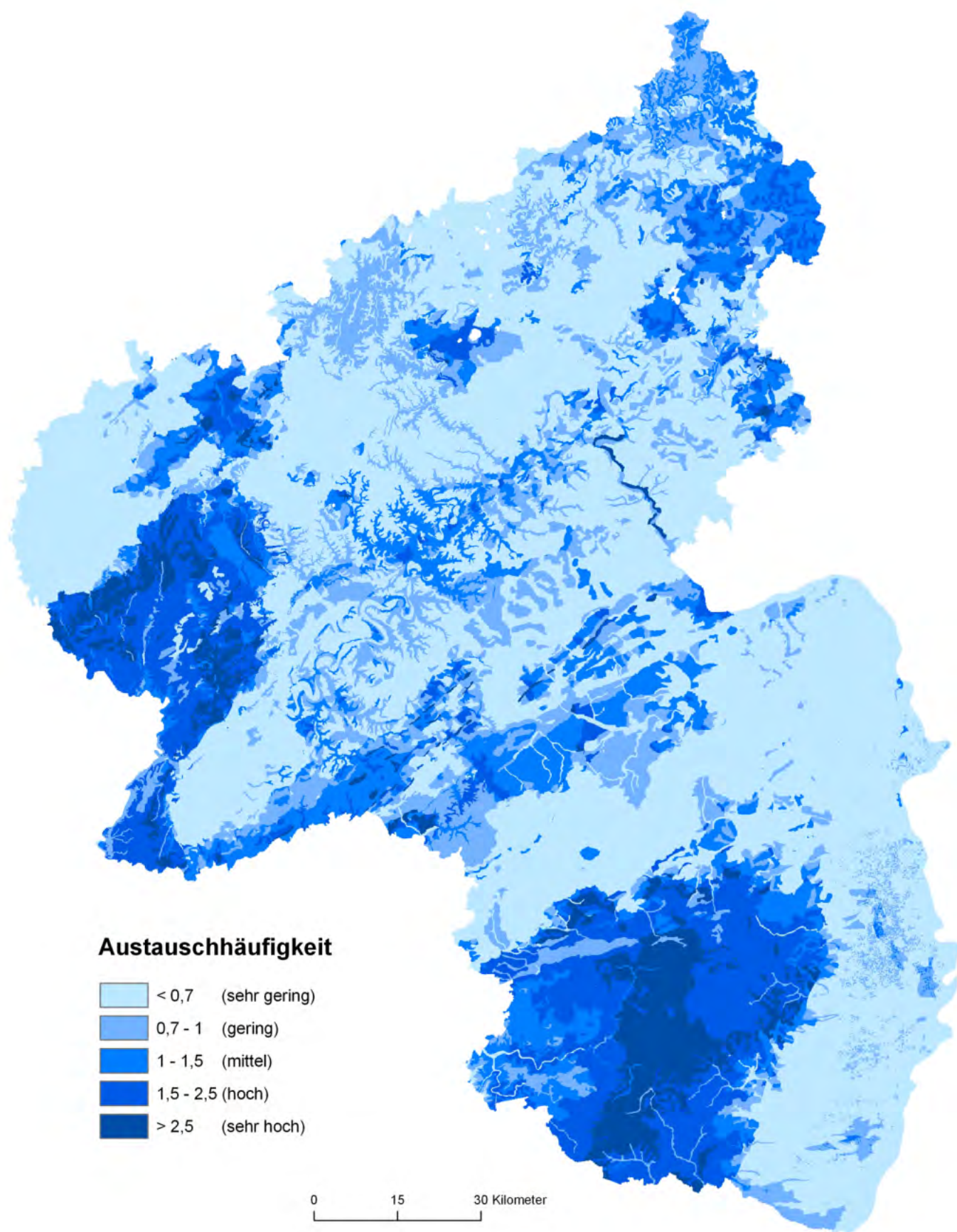


Abbildung 9: Austauschhäufigkeit des Bodenwassers.

## 5 Verknüpfung der N-Salden mit der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers

Die in Kapitel 3 vorgestellten kulturartenspezifischen N-Salden machen es möglich, das Potenzial grundwassergefährdeter N-Bilanzüberschüsse der aktuellen landwirtschaftlichen Kulturarten regional abzuschätzen. Durch Einbeziehung des standortspezifischen Parameters "Austauschhäufigkeit des Bodenwassers" (Kapitel 4) wird neben der Landnutzung zusätzlich die Nitrataustragsgefährdung der Böden berücksichtigt. Dazu wurde der Rasterdatensatz der N-Salden (Abbildung 6) mit dem Rasterdatensatz der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers (Abbildung 9) verschnitten und entsprechend der in Abbildung 10 dargestellten Bewertungsmatrix klassifiziert. Das Ergebnis ist in Anlehnung an BERTHOLD & KOLSTER (2008) das so genannte "Belastungspotenzial Emission" (Abbildung 11).

### Austauschhäufigkeit des Bodenwassers

	sehr gering 1	gering 2	mittel 3	hoch 4	sehr hoch 5
sehr gering 1	1	1	2	3	3
gering 2	1	2	2	3	3
mittel 3	2	2	3	4	4
hoch 4	3	3	4	4	5
sehr hoch 5	3	4	4	5	5

Abbildung 10: Bewertungsmatrix zur Abschätzung des "Belastungspotenzials Emission" (Klassifizierung der Austauschhäufigkeit entsprechend Tab. 3, der N-Salden entsprechend Abb. 7).



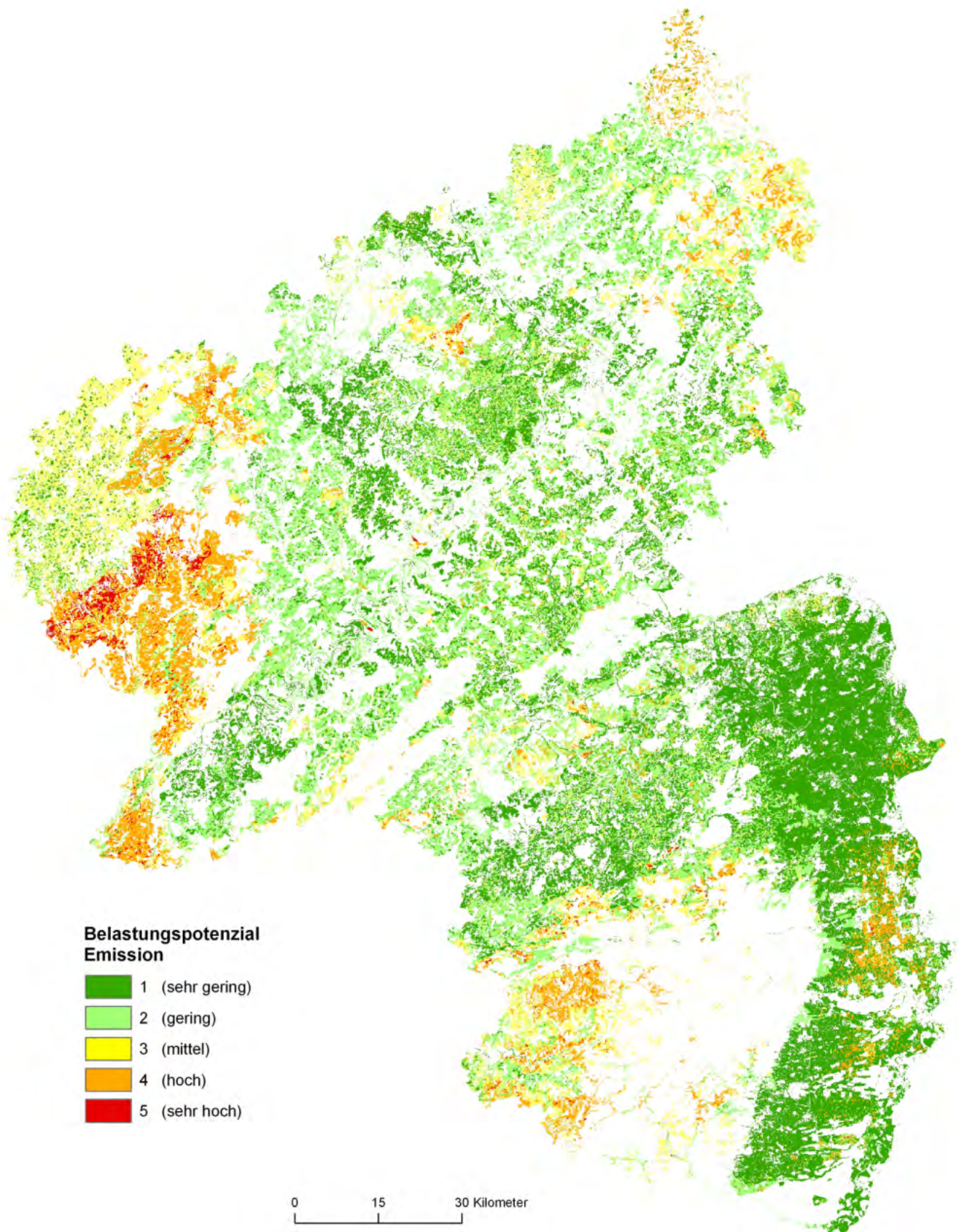


Abbildung 11: Das aus der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers und den N-Salden berechnete "Belastungspotenzial Emission" der landwirtschaftlichen Nutzfläche von Rheinland-Pfalz.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Aufarbeitung der InVeKoS-Flächen des Antragsjahres 2008 ermöglichte es, die durch das DLR-RNH zur Verfügung gestellten kulturartenspezifischen Stickstoffsalden schlaggenau darzustellen. Das für die landwirtschaftliche Nutzfläche berechnete landesweite mittlere N-Saldo von rund 19 kg N/ha liegt niedriger als entsprechende Literaturangaben für Rheinland-Pfalz. Die absolute Höhe der N-Salden darf allerdings aufgrund methodischer Vereinfachungen nicht überbewertet werden.

Durch Verschneidung der Stickstoffsalden mit der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers konnte das so genannte "Belastungspotenzial Emission" (BERTHOLD & KOLSTER 2008) berechnet werden.

Die digitalen Karten, insbesondere die Karte der Stickstoffsalden (Abbildung 6) und die Karte des "Belastungspotenzials Emission" (Abbildung 11), sind geeignete Instrumente, um Belastungspotenziale oder -schwerpunkte zu identifizieren. Somit wird eine Konzentrierung von Maßnahmen im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie auf besonders gefährdete Gebiete mit hohen Stickstoffsalden und hohen Austauschhäufigkeiten des Bodenwassers möglich.

Die Ergebnisse ermöglichen allerdings nicht, realitätsnahe Stickstoffgehalte im Grundwasser zu berechnen. Dafür ist der Bilanzansatz zu einfach und der Stickstoffkreislauf unter landwirtschaftlich genutzten Böden zu komplex.

Vor der regionalen Priorisierung von Maßnahmenpaketen zur Senkung von N-Bilanzüberschüssen empfehlen wir, die vorgestellte Methodik um weitere Parameter mit direktem Bezug zur aktuellen Belastungssituation in Grund- und Rohwasser zu erweitern.

Die Klassifizierung der N-Salden und die Einstufung des Belastungspotenzials Emission haben deutliche Auswirkungen auf das Endergebnis. Aus diesem Grund sollte die gewählte Vorgehensweise in der projektbegleitenden Ad-Hoc-AG "Stickstoffbelastungen aus Landwirtschaft und Weinbau in rheinland-pfälzischen Gewässern" diskutiert werden.



## 7 Literatur

- BACH, M. (2008): Nährstoffüberschüsse in der Landwirtschaft - Ergebnisse und methodische Aspekte. In: S. Fuchs, S. Fach, H.H. Hahn (Eds.): Stoffströme in Flussgebieten – Von der Bilanzierung zur Bewirtschaftung. Schriftenreihe SSW, Siedlungswasserwirtschaft Karlsruhe, Bd. 128, 65-86.
- BERTHOLD, G. & H. KOLSTER (2008): Das Belastungspotenzial landwirtschaftlich genutzter Flächen hinsichtlich diffuser Einträge in das Grundwasser. Jahresbericht 2007 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 55-62.
- DIN 19732 (1997): Bestimmung des standörtlichen Verlagerungspotenzials von nichtsorbierten Stoffen. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Juni 1997.
- MILLER, R. & M. PETER (2007): Umsetzung der EG-WRRL in Hessen - Auswertung der Bodenschätzungsdaten zur Abgrenzung von Maßnahmenräumen und Aufstellung eines Maßnahmenprogramms. Mitt. Dtsch. Bdkl. Ges. 110 (2), 701-702.
- NIEDER, R., W. KÖSTER & K.-CH. KERSEBAUM (2007): Beitrag der Landwirtschaft zu diffusen N-Einträgen. Wasserwirtschaft 1-2/2007, 53-57.
- AUTH, S., S. FORSTNER, P.-M. RINTELEN, M. HALAMA & K. AUERSWALD (2005): Nährstoffbelastungen der Gewässer durch die Landwirtschaft. [http://www.lfl.bayern.de/ilb/struktur/14324/linkurl\\_0\\_2.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ilb/struktur/14324/linkurl_0_2.pdf) vom 22.12.2008.

**8 Anhang**

### Vorgaben der DLR-RNH (Dr. Fritsch) für die fruchtartenspezifische N-Saldenberechnung mit errechneten minimalen und maximalen N-Salden

Kulturart	Berechnung	N-Saldo Min in kg N/ha	N-Saldo Max in kg N/ha
113	kg N-Saldo/ha = 38 - 0,28 * AZ	13	29
114	kg N-Saldo/ha = 8 - 0,28 * AZ	-9	1
115	kg N-Saldo/ha = 38 - 0,28 * AZ	13	32
116	kg N-Saldo/ha = 38 - 0,28 * AZ	13	32
120	kg N-Saldo/ha = 23 - 0,28 * AZ	9	13
121	kg N-Saldo/ha = 23 - 0,28 * AZ	-2	17
122	kg N-Saldo/ha = 23 - 0,28 * AZ	0	16
125	kg N-Saldo/ha = 23 - 0,28 * AZ	-1	17
131	kg N-Saldo/ha = 33 - 0,28 * AZ	8	27
132	kg N-Saldo/ha = 8 - 0,28 * AZ	-9	2
140	kg N-Saldo/ha = 18 - 0,28 * AZ	-4	8
142	kg N-Saldo/ha = 18 - 0,28 * AZ	-5	10
143	kg N-Saldo/ha = 18 - 0,28 * AZ	-6	12
145	kg N-Saldo/ha = 18 - 0,28 * AZ	-6	11
155	kg N-Saldo/ha = 33 - 0,28 * AZ	16	23
156	kg N-Saldo/ha = 33 - 0,28 * AZ	9	27
157	kg N-Saldo/ha = 33 - 0,28 * AZ	11	25
171	kg N-Saldo/ha = 28 - 0,28 * AZ	3	22
172	kg N-Saldo/ha = 28 - 0,28 * AZ	6	16
174	50	50	50
175	0	0	0
181	0	0	0
182	0	0	0
190	0	0	0
210	25	25	25
220	25	25	25
230	15	15	15
240	15	15	15
290	15	15	15
311	kg N-Saldo/ha = 53 - 0,28 * AZ	28	47
312	kg N-Saldo/ha = 53 - 0,28 * AZ	33	47
320	kg N-Saldo/ha = 8 - 0,28 * AZ	-9	0
330	15	15	15
341	kg N-Saldo/ha = 8 - 0,28 * AZ	-9	-1
390	0	0	0
411	kg N-Saldo/ha = 0,25 * GV/100 ha + 0,0005 *(GV/100 ha)*(GV/100 ha)	2	48
412	0	0	0
413	0	0	0
421	0	0	0
422	kg N-Saldo/ha = 0,25 * GV/100 ha + 0,0005 *(GV/100 ha)*(GV/100 ha)	3	48
423	0	0	0
424	kg N-Saldo/ha = 0,25 * GV/100 ha + 0,0005 *(GV/100 ha)*(GV/100 ha)	3	48
425	0	0	0
429	0	0	0
441	kg N-Saldo/ha = 0,25 * GV/100 ha + 0,0005 *(GV/100 ha)*(GV/100 ha)	3	42
442	kg N-Saldo/ha = 0,25 * GV/100 ha + 0,0005 *(GV/100 ha)*(GV/100 ha)	3	42
443	kg N-Saldo/ha = 0,25 * GV/100 ha + 0,0005 *(GV/100 ha)*(GV/100 ha)	6	41
451	kg N-Saldo/ha = 0,25 * GV/100 ha + 0,0005 *(GV/100 ha)*(GV/100 ha)	1	48

452	kg N-Saldo/ha = $0,25 * GV/100 \text{ ha} + 0,0005 * (GV/100 \text{ ha}) * (GV/100 \text{ ha})$	2	48
453	kg N-Saldo/ha = $0,25 * GV/100 \text{ ha} + 0,0005 * (GV/100 \text{ ha}) * (GV/100 \text{ ha})$	2	48
454	0	0	0
459	0	0	0
480	0	0	0
511	0	0	0
516	0	0	0
517	0	0	0
518	0	0	0
545	0	0	0
555	0	0	0
556	0	0	0
563	0	0	0
570	0	0	0
571	0	0	0
591	0	0	0
592	0	0	0
611	40	40	40
612	kg N-Saldo/ha = $8 - 0,28 * AZ$	-9	2
613	kg N-Saldo/ha = $8 - 0,28 * AZ$	-9	-1
614	kg N-Saldo/ha = $8 - 0,28 * AZ$	-6	-1
615	kg N-Saldo/ha = $8 - 0,28 * AZ$	-6	-6
616	kg N-Saldo/ha = $8 - 0,28 * AZ$	-6	-5
619	kg N-Saldo/ha = $8 - 0,28 * AZ$	-7	-1
620	kg N-Saldo/ha = $8 - 0,28 * AZ$	-9	0
630	0	0	0
690	0	0	0
710	39	39	39
715	34	34	34
722	30	30	30
723	40	40	40
731	0	0	0
732	0	0	0
733	0	0	0
750	60	60	60
760	28	28	28
770	0	0	0
771	21	21	21
778	0	0	0
789	0	0	0
790	0	0	0
791	0	0	0
792	0	0	0
793	0	0	0
811	15	15	15
814	0	0	0
815	0	0	0
816	30	30	30
817	40	40	40
819	0	0	0
824	0	0	0
825	0	0	0
830	0	0	0

---

846	40	40	40
847	0	0	0
848	0	0	0
850	19	19	19
851	19	19	19
852	0	0	0
853	0	0	0
856	19	19	19
862	0	0	0
890	0	0	0
892	30	30	30
896	0	0	0
910	0	0	0
912	0	0	0
920	30	30	30
924	0	0	0
925	0	0	0
928	0	0	0
930	0	0	0
941	30	30	30
950	0	0	0
952	0	0	0
960	0	0	0
980	0	0	0
990	0	0	0
991	0	0	0
992	0	0	0
993	0	0	0
994	0	0	0
995	0	0	0
996	0	0	0
997	30	30	30
999	0	0	0