

Anhang zum Artikel: „Alfred Ringler (2025)

Wieviel Moor gibt es in Bayern?“

Der Anhang wurde von der Anliegen Natur-Redaktion nicht bearbeitet. Für Inhalt und Form ist allein der Autor verantwortlich.

A 0 Informanten, Kontaktpersonen, Projektmitarbeiter, Datengrundlagen

Die neue Moorbodenkartierung wäre ohne Vororientierung durch Kartierungsergebnisse der 1970er- bis 2000er-Jahre (siehe unten) viel aufwendiger und zeitraubender gewesen. An diesen Vorerhebungen im Rahmen der Biotopkartierung, Landschafts(rahmen)- und Regionalplanung, Moorkartierung Allgäuer Alpen (RINGLER & SIUDA 2024), Alpenmoor-Erhebung (RINGLER 1981), landkreisweiter LPK-Musterkartierungen (KEH, WM, WUG, WUN), regionaler Moornaturschutzkonzepte (vergleiche auch Abbildung A 2 sowie RINGLER 1978, 1980, 2024; RINGLER et al. 2002, 2003) waren beteiligt: Markus Layritz, Jürgen Neuner, Margit Röger, Detlef Rossmann, Gottfried Scharl, Christine Schmidt, Ulrich Schwab, Jutta Vilgertshofer und zahlreiche engagierte Werkstudierende. Ohne den Weitblick von Hans Georg Brandes, Walter Meier, Hermann Baier (allesamt früher LfU), Ulrich Reinfeld (damals MUV) sowie Rainer Brinkmeier (damals ROB) hätte es Moor(-boden-)erfassungen in den Landkreisen AÖ, DEG, FRG, MÜ, PA, REG, STA und WM nicht gegeben. Giselher Kaule (damals TUM-Weihenstephan) und Ulrich Sorg (damals LfU) initiierten die Moorinventur der 1970er- und 2010er-Jahre im Oberallgäuer Berggebiet, die hier mit einfließen konnte (RINGLER 1978; Ringler & Siuda 2024 und 2024a). CORNELIA & ALEXANDER SIUDA haben zum Beispiel in den Landkreisen OA und LL detaillierte Torfverbreitungskarten von Musterausschnitten erarbeitet. Für wichtige weiterführende Hinweise und Diskussionen danke ich Michael Diepolder (LfL), Matthias Drösler (PSC Weihenstephan), Veronika Feichtinger (ROB), Baerbel Gänzle (UNB RO/TS), Jonas Garschhammer (UNB RO), Walter Grottenthaler (damals Geologisches Landesamt), Martina Gorny (UNB WUN), Lennart Gosch (LfL), Michael Hafner (Donaumoos-Zweckverband), Roland Hammerl (LfU), Hubert Heini (Forstbetrieb Sonthofen), Reinhard Jochum (LfU), Markus Kölbel (Bayerische Staatsforsten), Theresa Anna Lehmayr (LfU), Ulrich Mäck (Arge Donaumoos), Stefan

Müller-Kroehling (LWF), Johann Mühlpointner (Pöttmes-Schorn), Matthias Nirschl (UNB Mühldorf), Burkhard Quinger (Herrsching), Robert Schliebe (Universität Eichstätt), Cornelia Siuda (PSC Weihenstephan), Jan Sliva (TUM-Weihenstephan), Michael Winterholler (StMUJ), Petra Wölfel (LfU) und Alois Zollner (LWF). Den zum Teil bereits verstorbenen Protagonisten der bayerischen Moorkartierung Erika Hohenstatter, Franz Jordan, Walter Laforce, Hans Schmeidl und Max Schuch (allesamt an der ehemaligen LBP) verdanke ich vieles, was bis in diesen Ergebnisbericht hineinwirkt. Stefan Frank, Thünen-Institut für Agrarklimaschutz Braunschweig, erläuterte die Interpretation der für die bundesweite Moorbodenerhebung verfügbaren bayerischen Quellen. Viele wichtige Anstöße über mehrere Jahrzehnte gaben Pioniere, Wegbereiter und Umsetzungsmanager:innen der Moorrenaturierung wie Hermann Eschenbeck, Veronika Feichtinger, Gudrun Frohmader, Pater Karl Geisinger, Alfred Karle-Fendt, Martina Gorny, Hartmut Klonz, Fritz Lindenberg, Katharina Meidinger, Isolde Miller, Elisabeth Pleyel, Achim Rücker, Beate Rutkowski, Klaus Schröder, Cornelia Siuda, Ralf Strohwasser, Birgit Weis, Ulrich Weiland, Elisabeth Wöfl und andere. Caroline Ringler sah in grafischer Hinsicht nach dem Rechten. Das Programm zur digitalen Flächenberechnung konzipierte Johannes Ringler.

Weitere Angaben zu diesen Vorerhebungen liefern Abbildung A 2 sowie RINGLER 1978, 1980, 1981; Ringler et al. 2002, 2003; RINGLER & SIUDA 2024.

Die erheblichen Differenzen zwischen der alten und neuen Moorbodenkarte sind ohne die MBK-Entstehungsgeschichte nicht nachvollziehbar. Diese verarbeitet historische Aufnahmen der ehemaligen Bayerischen Moorkulturanstalt, spätere geologische und Bodenkartierungen des vormaligen Geologischen Landesamtes, mehrere LfU-Erhebungskampagnen, die Standortkundliche Bodenkarte der früheren Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP; sogenannte „Wittmann-Karte“) und die Reichsbodenschätzungskarte (Signatur „Mo“). Vor allem Anmoorflächen mussten kartenmaßstabsbedingt oft mit mineralischen, relativ emissionsarmen Grundwasserböden zusammengelegt werden. Nur rund 70 von rund 200 südbayerischen Messtischblättern sind geologisch kartiert. Die Standortkundliche Bodenkarte wurde überhaupt nur für den Großraum München – Augsburg – Hallertau fertiggestellt. Die Ergebnisse im Haupttext zeigen, dass sich die verschiedenen Moorbodenerfassungen nur teilweise zu Deckung bringen lassen. Der Zerfall übernutzter Niedermoorkörper konnte früher oft schon allein aus Maßstabsgründen

kaum dargestellt werden. Die weit zurückreichende, wechselvolle Geschichte der Erfassungsversuche C-speichernder, organischer Nassböden in Bayern haben SCHUCH (1975) und SLIVA et al. (1999) Revue passieren lassen. Unter derzeitigen Rahmenbedingungen addieren sich zahllose lokale Ungenauigkeiten zu zwangsläufig landesweit erheblichen Beträgen. Auch Moorschrumpfung durch übernutzungsbedingte Torfzersetzung konnte bisher nur ausnahmsweise rekonstruiert werden, zum Beispiel im oberbayerischen Donaumoos, dessen Substratrückgang bereits SCHUCH (1975) auf >> 600 ha Torfboden geschätzt hat (heute etwa ein Drittel).

A 1 Moorbodenkartierung

Tableau der kartierten Bodeneinheiten, Kartierschlüssel

Es entspricht der organic soils-Definition für die Klimaberichterstattung Böden (IPCC 2006) und der MBK (Hochmoor-, Niedermoor- und Anmoorböden). Es fehlen also mineralisch überdeckte Torfe, wenngleich auch sie emittieren (DRÖSLER mündlich). Da Emissionsintensitäten und Renaturierungspotenziale entwässerter Moore nicht von der Moortiefe abhängen (PURVINA et al. 2024) und auch kultivierte Moore mit weitgehend aufgezehrter Torfsubstanz zu den „Klimakillern“ gehören (TIEMEYER et al. 2016, DRÖSLER mündlich), schlugen wir den Standorttyp Anmoor(-Gley) und Moorfolgeböden beziehungsweise Abmoor (WITTNEBEL et al. 2021 und 2023) zur klimaschutzpolitischen Handlungseinheit organische Böden. Anmoorige Folgestadien vererdeter, flachgründiger Niedermoore sind ohnehin kaum von Niedermooren abzugrenzen.

Sehr flachgründige Moorbildungen wurden stets mitberücksichtigt, weil auch sie häufig naturschutzbedeutsame „Moorvegetation“ tragen (vergleiche LOPATIN et al. 2019). Im Gelände war in der Regel nur ein 1m-Bohrstock beziehungsweise ein Schaufelchen zur Hand. Das genügte für Bodendiagnosen, die die IPCC-Definition erfüllen. Moortiefe spielt für aktuelle THG-Überlegungen ohnehin keine entscheidende Rolle (PURVINA et al. 2024). Per Vor- und Fernerkundung erstellten wir in allen Testgebieten und auch bayernweit ein Kartenmodell der im feuchten Zustand sehr dunklen Humusformen Moor, An- und Abmoor (> 30 beziehungsweise 15–30 Gewichtsprozent organische Substanz), das wir anschließend im Gelände verifizierten und nötigenfalls korrigierten.

Lage und Kenndaten der TTA (Methode 1)

Die TTA sollten möglichst das gesamte Spektrum der Klima-, Natur- und Nutzungsräume abbilden, dabei aber mit mäßigem Zeitaufwand zu bewältigen sein. Möglichst viele früher gewonnene Daten und Lokalerfahrungen (siehe oben genannte Vorprojekte) sollten nutzbar sein. 20 zwischen 12 und 700 qkm große TTA, die insgesamt 2.911 qkm oder 4,1 % der Landesfläche bedecken, erfüllen diese Kriterien am besten (Abbildung 4 und Tabelle A 1). Ihre Verteilung entspricht in etwa dem Moorboden-Anteil der verschiedenen Haupt-Moorregionen (2/5/2/7/2/2 Gebiete in den Moorregionen Schichtstufenland/Schotterplatten und Stromtalebenen/ Tertiärhügelland/Vorlandmoränen/alpine Talräume/alpine Berglagen). Da die oben erwähnten früheren Vorarbeiten aus ganz anderen Motiven heraus entstanden, kann die TTA-Verteilung als annähernd randomisiert bezeichnet werden.

„Leer ausgegangen“ ist nur das ostbayerische Grundgebirge, weil dort keine ausreichend großflächigen Altkartierungen vorlagen.

Da die fränkischen und oberpfälzischen Moore nach RINGLER (2011) zusammen nur rund 7 Flächenprozent aller bayerischen Moore ausmachen, erscheint die räumliche Verteilung der TTA (überwiegend südlich der Donau gelegen) durchaus repräsentativ.

Tabelle A 1: Liste und Charakteristik der TTA. Lage der TTA siehe Abbildung 3. F = Forstwirtschaft, La = Intensivlandwirtschaft mit viel Ackerbau, Le = Extensivlandwirtschaft weidedominiert, Lg = Intensivlandwirtschaft grünlanddominiert, M = Militärbetrieb, MFR= Mittelfranken, MBK = Digitale Moorbodenkarte (BayernAtlas), NDB = Niederbayern, OBB = Oberbayern, OPF = Oberpfalz, P = Partielle Vollkartierung (in Teilbereichen des UG im Rahmen früherer Projekte), S = Siedlung und Verkehr, RS = Remote sensing, SCHW = Schwaben, KT = Bodenkontrolle entlang Transsekt, T = intensiver Sommer- und Wintertourismus, V = Vollkartierung am Boden.

TTA Nr.	Name, Regierungsbezirk (Landkreis)	Moorregion Mittlere Jahresniederschläge 1981 – 2010	Fläche (ha)	Erfassungsmodus und realisierter Aufwand	Dominante Raumnutzung
1	Grafenwöhr OPF (NEW)	Bruchschollenland Station Grafenwöhr: 739 mm	36.100	RS + P + KT (Nordteil) + historische Moorkarte im Sperrgebiet (LUTZ 1938)	F, M, La
2	Röttenbach MFR (RH)	Keuper-Region Station Heideck: 731 mm	14.464	RS + P + MBK + KT	F, La
3	Straubing-Süd OPF (R), NDB (SR)	Stromtäler Station Riekofen: 711 mm	28.217	RS + MBK + KT	La, F, S
4	Wörth/Isar NDB (LA, DGF)	Stromtäler Station Mamming: 757 mm	3.197	RS + P + MBK + KT	La, S
5	Wertingen SCHW (DON, DLG)	Stromtäler, Schotterplatten Station Mertingen: 792 mm	71.605	RS + P + MBK + KT	La, S, Le
6	Schrobenhausen SCHW (AIC), OBB (ND)	Tertiärhügelland Station Schrobenhausen: 791 mm	19.038	RS + P + MBK + KT	La, S, F, Le
7	Indersdorf OBB (DAH)	Tertiärhügelland Station Erdweg: 908 mm	12.517	RS + P + MBK + KT	La, F, S,
8	Massenhausen, OBB (FS)	Schotterplatten Station Weihenstephan: 851 mm	6.055	RS + P + T + MBK	La, Lg, S
9	Berglern OBB (ED)	Schotterplatten Station: Pfrombach 847 mm	14.005	RS + V + MBK	La, Lg
10	Schwindegg OBB (MÜ, ED)	Altmoränen-Region Station Dorfen: 862 mm	17.629	RS + T + P + MBK	Lf, Lg
11	St. Ottilien OBB (LL, FFB)	Altmoränen-Region, Jung- Endmoränen Station St. Ottilien: 956 mm	11.176	RS + T + P + MBK	La, Lg, F, S
12	Aßling OBB (EBE, RO)	Jung-Endmoränen, Grundmoränen Station Frauenneuharting 1.080 mm	9.675	RS + T + P + MBK	La, La, F, S
13	Amerang-Ost OBB (TS, RO)	Jung-Endmoränen Station Ilzham: 1.248 mm	3.355	V	Lg, F

TTA Nr.	Name, Regierungsbezirk (Landkreis)	Moorregion Mittlere Jahresniederschläge 1981 – 2010	Fläche (ha)	Erfassungsmodus und realisierter Aufwand	Dominante Raumnutzung
14	Waging OBB (TS, BGL)	Grundmoränen, Stammbecken Station Waging: 1.183 mm	10.596	RS + T + P + MBK	Lg, F
15	Tuntenhausen OBB (RO)	Grundmoränen Station Baiern/Weiching: 1.090 mm	6.779	RS + T + P + MBK	F, Lg, La
16	Penzberg OBB (WM, TÖL)	Grundmoränen, Stammbecken Station Benediktbeuern: 1.465 mm	16.686	RS + T + P + MBK	Lg, F, E, S
17	Prem, OBB (WM), SCHW (OAL)	Grundmoränen, Vorlandmolasse Station Steingaden: 1.375 mm	1.238	V	Lg, E, W, M
18	Sonthofen, SCHW (OA)	Alpentäler, Stammbecken Station Sonthofen: 1.608 mm	6.850	P + RS + KT	Lg, Le, F, S
19	Rohrmoos, SCHW (OA)	Höhere Gebirgslagen, Flysch Station Balderschwang: 2.464 mm	1.958	V	Le, Lg, F
20	Sutten-Spitzing OBB (MB)	Höhere Gebirgslagen, Kalkalpen, Station Firstalm: 2.104 mm	3.753	V	Le, F, T
total			294.893		

TTA-Flächenmodell beziehungsweise Verdachtsflächenkarte

(Methode 1)

In der Prospektionsphase wurde für jedes TTA nach Maßgabe der Vorkartierungen der und ohne Geländebegehung verfügbaren Indikatoren ein plausibles Flächenmodell, sozusagen eine Moorboden-Verdachtsflächenkarte, entwickelt. Zumindest in Bezug auf größere kompakte Moorflächen spielte dabei auch die MBK eine wichtige orientierende Rolle. Die auf diese Weise gewonnenen Polygone wurden als KML-Dateien auf GoogleEarth-Basis abgelegt (siehe Abbildungen 2 und 4).

Verifikation des Flächenmodells beziehungsweise TTA-Geländearbeit (Methode 1)

Die Aufnahme beziehungsweise Überprüfung der Moorbodenpolygone führte ich überwiegend 2021–2023 (in Einzelfällen auch 2014 – 2019), zum Teil im Zuge großräumiger Moorzustandsbilanzen (RINGLER 2021 und 2025; RINGLER & SIUDA 2024) im „1-Mann-Betrieb“ durch. Dabei war unterschiedliche Intensität der Erhebung (Vollerfassung oder Erfassung entlang von Transekten) nicht zu vermeiden (siehe

Tabelle A 1). Unter Klimaschutzgesichtspunkten genügte die Moorboden- beziehungsweise Anmoor-Diagnose für die obersten 10–20 Zentimeter (IUCN 2023), in Wäldern etwas mehr, um die oft moorähnliche Auflagehumusschicht zu durchteufen. Also war ein leichter 1m-Bohrstock und ein bodenöffnendes Schaufelchen ausreichend. Im Dauergrünland- oder Waldbereich, wo man Moorhumusgehalte fast nie bereits aus dem Farbluft- und -satellitenbild erahnen kann, war die Bodenreferenz wichtiger als im winterlichen unbedeckten Ackerland.

Extrapolation der TTA-Ergebnisse auf ganz Bayern (Methode 1)

Ich unterstelle, dass die Gesamtheit der TTA und die gefundenen Differenzen zwischen Neukartierung und MBK für ganz Bayern mit seiner gesamten Bandbreite an Moornutzungs-/Degradationsstufen repräsentativ sind. Nach dieser Logik durfte die vom LfU angegebene Flächensumme (bayernweit knapp 227.000 ha Moorboden) prozentual entsprechend der auf 20 TTA ermittelten Differenzen zwischen NBK und MBK korrigiert werden.

Moorboden-Flächenmodell außerhalb der TTA (Methode 2)

Es schien mir aber ratsam, noch einen zweiten Weg der Moorbodenermittlung einzuschlagen: Die 20 TTA konnten ja zusammengenommen weniger repräsentativ sein als angenommen (siehe oben). Außerdem liefert die TTA-Auswertung allein keine Zahlen für Natur- und Verwaltungsräume, die aber von einer bayernweiten Statistik und den regionalen Moor-Managern und -Programmberatern erwartet werden dürfen.

Dabei war von vorneherein klar, dass der viel geringere Geländebegehungsgrad außerhalb der TTA zusätzliche Unsicherheitsmomente erzeugt. Allerdings verbesserten die auf den „Trainingsarealen“ TTA gewonnenen Erfahrungen die Treffsicherheit der Fernerkundung (RS) außerhalb des TTA-Systems. Außerdem gab es viele zusätzliche punktuelle Bodenprofilnachweise (im Zuge der MEK-Bearbeitung um 2000 wurde ganz Bayern bereist) und frühere Vollkartierungen (zum Beispiel MBK, LPK, MEK; vergleiche Abbildung A 1), zum Beispiel im Grundgebirge, lokal auch im alpinen und voralpinen Bereich (FRG, OA, OAL, REG, TS, WUN). Zudem wurde ein sehr vielfältiges Bündel an Indikatoren und Proxies auf der ganzen Landesfläche angewendet:

Prädiktoren beziehungsweise Proxies für die Moorbodenlokalisierung außerhalb der TTA (Methode 2)

Die für uns wichtigsten und brauchbarsten waren Luft-/Satellitenbild-Merkmale wie Ackerboden- und Maulwurfshaufenfarbe, aus dem DGM ablesbare topografische Merkmale (Depressionen, Torfstiche, das typische Entwässerungs- und Sackungsrelief oder durch chronischen Torfverlust und Wassermangel aufgestellte Moorwälder), im Luft-/Satellitenbild gut erkennbare Moor- und Sekundärmoorwaldvegetation (vergleiche LOPATIN et al. 2019; RINGLER 2024b).

Pedologen und Geologen könnten kritisieren, dass die über RS erkannte Moorvegetation „blind“ (ohne Profilerkundung) der Einheit Moorboden zugerechnet wurde, obwohl sie insbesondere im Grundgebirge, im Keuperbereich, zum Teil auch im Alpen- und Voralpenraum, ja sogar im Inn-Isar-Hügelland auf saurem staunassem Lehm, auf sandigen Teichböden oder auf Silikatgestein nicht immer ein definitionsgerechtes Moor-Profil voraussetzt. Dieses Vorgehen halten wir dennoch für gerechtfertigt, weil sich auch auf solchen Standorten Moore im pedologischen Sinn entwickeln können und weil der Handlungsbereich des „Moor-Naturschutzes“ nicht pedologisch limitiert ist.

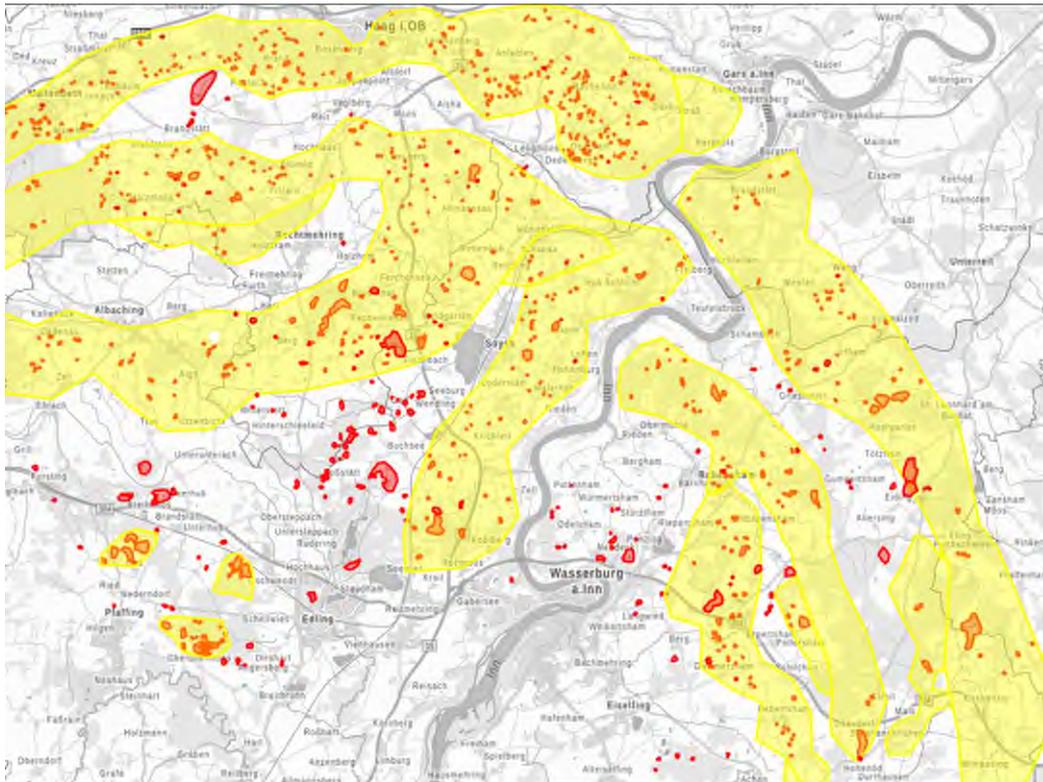


Abbildung A 1: Kartierung der Toteiskesselmoore 1979–1982 in Oberbayern und Schwaben (Ausschnitt Obing – Ebersberg; Landkreis RO, MÜ, TS, EBE). Rot = Moore in Toteis-Hohlformen der würmkaltzeitlichen Vorlandvereisung (meist Kesselmoore). Gelb = Endmoränenzone des Inngletschers (gelb). Nur ein kleiner Teil dieser Moore ist in der MBK enthalten.

Am effektivsten auswertbar waren im Winter und Vorfrühling entstandene Luft- und Satellitenbilder (Sentinel-Satelliten: <https://dataspace.copernicus.eu/browser>; Landsat-Google-Earth; vergleiche ZEPP et al. 2021). Wegen der Verwechslungsgefahr mit im Satellitenbild ebenfalls recht dunklen Überschwemmungsflächen oder durchfeuchteten Ackerböden (zum Beispiel Acker-Para-Braunerden, zweischichtige Auenböden, Pelosole; vergleiche Abbildung A 2), war eine visuelle „Kalibrierung“ durch zusätzliche Begehungen erforderlich. Bereits dieser Arbeitsschritt zeigte den Fortgang der Moorkörperverluste in den intensiv genutzten Landesteilen. Selbst gekappte Bodenprofile werden per Fernerkundung beziehungsweise indirekter Erhebung erkennbar, wenn der mineralische Untergrund „nach oben wandert“ und in Form hellerer Inseln an der Mooroberfläche auftaucht. Durch radikalen Torfschwund wird die meist stärker reliefierte Moorbasis zur neuen Oberfläche (DGM!), die wellig-buckeliger ausfällt als die ursprüngliche Mooroberfläche (sofern sie nicht durch Tiefpflügen in der Folgezeit nachnivelliert wird). Die LfL will die Ausdünnung der Moorkörper im multitemporalen Profilvergleich künftig systematisch nachverfolgen (MACHL & FREIBAUER 2023; vergleiche auch WEINZIERL & WALDMANN 2015).



Abbildung A 2: Bodenfeuchte verändert die Farbe des Moorbodens: Im Rottal-Moos westlich Eggenfelden ist der Anmoorcharakter im frisch gegegten Ackerabschnitt viel deutlicher als im oberflächlich abgetrockneten Sturzacker. Unter Ackerkulturen und Grünland sind Moorböden aus der Luft meist nicht erahnbar (Luftbild: GoogleEarth Oktober 2019).

Flächenermittlung (Methoden 1 und 2)

Ein pixelbasiertes Diskretisierungsverfahren auf der Basis von KMZ-Bilddateien schien für den Zweck dieser Studie völlig ausreichend. Die Genauigkeit steigt natürlich mit abnehmender Pixelgröße. Bei sehr unregelmäßig geformten Polygonen heben sich positive und negative Teilfehler weitgehend auf. Die Randpixel wurden kontur-kodiert abgelegt, dann aber zur Polygonfläche addiert, weil ein Zuverlässigkeitstest eine gute Übereinstimmung mit dem exakten Additionswert aller KML-Moorpolygone in einem Testraum ergeben hatte. Die Software zur digitalen Bildverarbeitung hat Johannes Ringler entwickelt. Zur Transformation in Arc-GIS-

shapefiles kam es aus Zeit-Kosten-Gründen nicht mehr; sie sollte nachgeholt werden.

Erhebung historischer Torfabbauflächen

Die meist morphologisch „frischen“, unverfüllt gebliebenen Torfkuhlen des Alpenvorlandes waren über das DGM kartierbar. Nicht immer im DGM erkennbar waren die bereits zwischen 1750 und dem frühen 20. Jahrhundert aufgegebenen Torflöcher und Stichkanten. Insbesondere Alt-Torfstiche der Schotterplatten-, Stromtal-, Tertiärhügelland- und Keuper-Moore, der Oberpfalz und Oberfrankens sind heute verwischt, ganz eingeebnet beziehungsweise spurlos in Kulturflächen aufgegangen. Die mit Bunkerde, Abraum und Müll verfüllten alte Stiche (vor allem im siedlungsnahen und stark agrarisch genutzten Flachmoorbereich, weniger im Hochmoor-Ödland der Alpenrand- oder Mittelgebirgszone), gingen in die Statistik nicht ein (vergleiche aber RINGLER 1980). In Flusstal- und Niederungsmooren, deren Torfdecke durch Intensivnutzung völlig aufgezehrt ist, sind ehemalige Torfstiche sowieso nicht mehr erkennbar. In solchen Fällen mussten wir uns also auf die sicherlich unvollständigen Torfstichsignaturen historischer Karten verlassen und historische Literaturhinweise (zum Beispiel WISMÜLLER 1909/1934) als Suchhilfe einsetzen. Da diese Signaturen nie die gesamte abgebaute Moorfläche bezeichnen, sind die Flächenangaben in solchen Fällen stark vergrößert (eine vereinzelte Torfabbausignatur haben wir als Fläche von 3 ha gewertet).

All diese Einschränkungen dürften zu einer gewissen Unterschätzung der ehemaligen Torfausbeutung geführt haben. Auch das einst sehr verbreitete flache Abschälen der Zwischen- und Hochmoore durch Abplaggen (bairisch „Miespickeln“) sowie bäuerliches Fräsen (Torfprofilverluste meist < 50 cm) wurde im Regelfall nicht erfasst, da Satellitenbilder beziehungsweise DGM hierzu kaum auswertbar sind.

A 2 Moorboden-Statistik

Die moorklimaschutzpolitische Verantwortung eines Landkreises orientiert sich an der Moorbodenfläche (Abbildung A 3 und A 4) und am Moorzustand beziehungsweise der Sanierungsdringlichkeit (die sich aus anderen Dateien und Projekten außerhalb dieser Publikation wie Biotopkartierung und ABSP-Landkreisbänden entnehmen lässt). Deswegen stehen oberbayerische Kreise wie PAF, MÜ, AÖ, EI, IN trotz teilweise relativ geringer Moorfläche auf der obersten Prioritätsstufe des Handelns,

in Niederbayern sind es DEG, DGF, LA und SR. In Schwaben haben alle Kreise, außer OA, OAL und LI, einen insgesamt sehr kritischen Moor(-boden-)zustand erreicht und kämpfen deshalb auch mit Projekten und Gegenstrategien wie Leiphemer/Gundelfinger Moos, Allgäuer Moorallianz, Oberallgäuer Moorverbund oder Dattenhauser/Thürheimer/Booser Ried dagegen an. Wenig gestörte Moore und Moorböden, die für Regenerationsprojekte „Modell stehen“ können, gibt es immerhin noch in 16 von 77 bayerischen Landkreisen (BGL, BT, FRG, GAP, LI, MB, NES, OA, OAL, REG, RO, STA, TÖL, TS, WM und WUN).

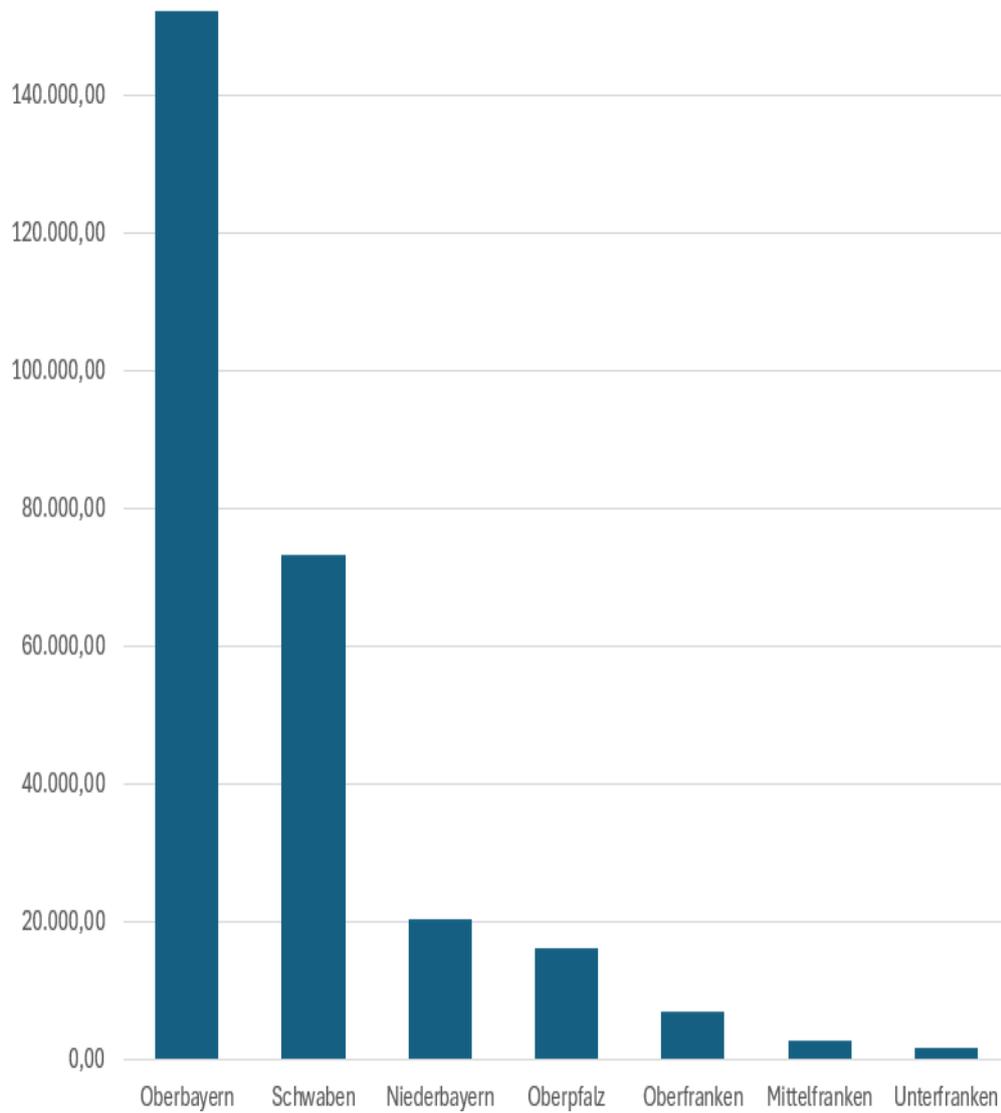


Abbildung A 3: Aktualisierte Moorbodenfläche (in Hektar) der Regierungsbezirke. OBB: 152.278, SCHW: 73.397, NDB: 20.423, OPF: 16.254, OFR: 7.105, MFR: 2.848, UFR: 1.820 ha. Die Zahlen sind die regionale Summe aller Moorboden-Polygone der NBK. Bezirksgrenzüberschreitende Moore wurden dabei gesplittet.

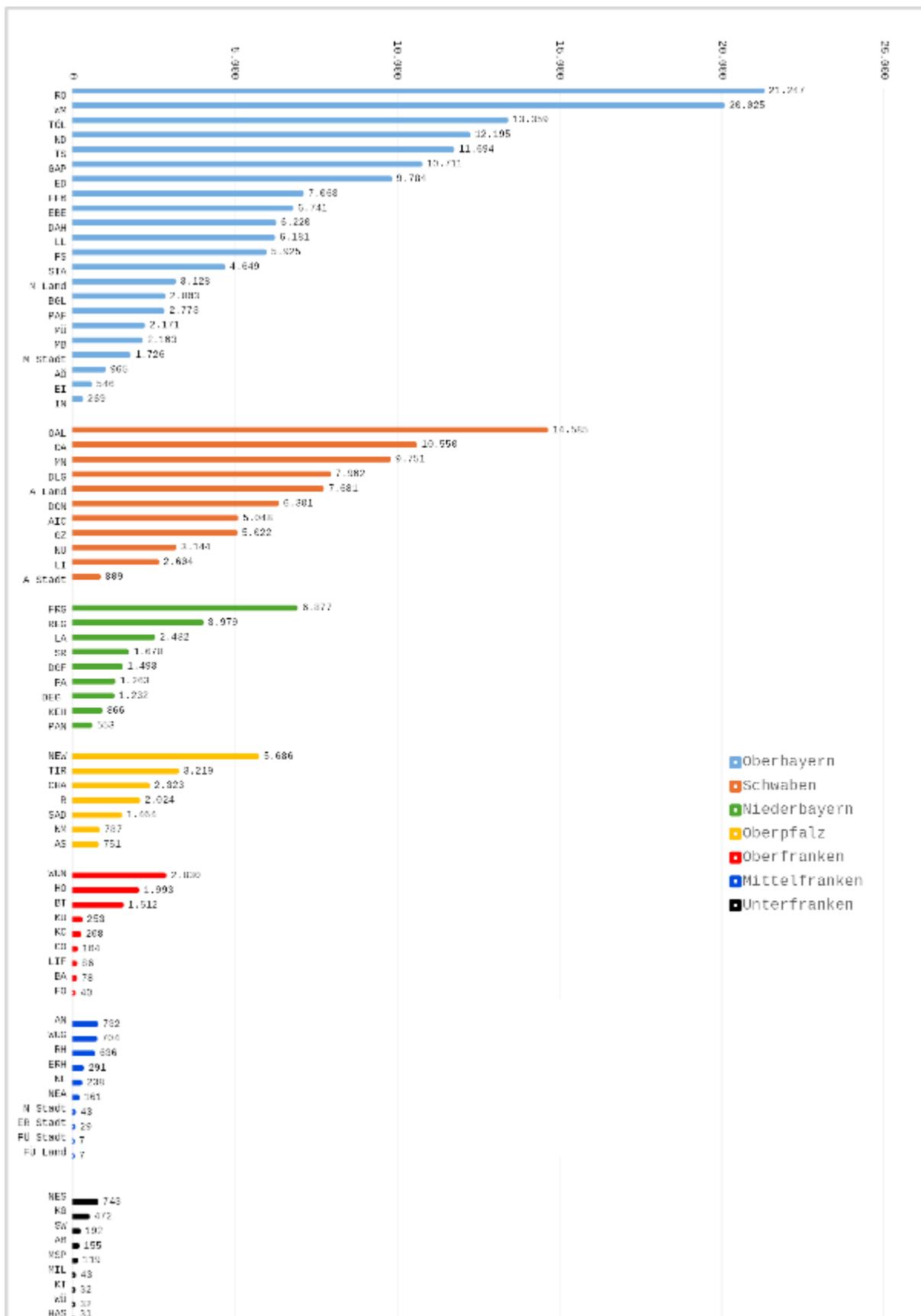


Abbildung A 4: Aktualisierte Moorbodenflächen in Hektar nach Landkreisen und unterschiedlich kolorierten Regierungsbezirken. Die Zahlen sind die regionale Summe aller Moorboden-Polygone der NBK. Kreisgrenzüberschreitende Moore wurden gesplittet.

A 3 Wieviel Kohlenstoff ging durch Torfnutzung verloren?

Tabelle A 2 ist die Schlussbilanz nach 270 Jahren Torfnutzung. Relativ am stärksten betroffen waren der Landkreis Rosenheim und die schwäbisch-oberbayerisch-niederbayerischen Großniedermoore der Schotter- und Stromtalebenen. Aus der Abtorfungsbilanz errechnet sich bei einer angenommenen mittleren Abtorfungstiefe von 1,5 m ein bayernweiter Gesamtverlust von rund 660 Millionen m³ organische Substanz.

Die neue Moorbodenkarte (siehe Abbildungen 1 und A 7 ff.) zeigt besonders in Mittel- und Nordbayern nicht alle ehemaligen Torfabbauflächen, weil dort die Spuren des historischen Brenntorfabbaues stärker verwischt sind als im Alpenvorraum. Das Flächenverhältnis Rot (abgetorft) zu Blau (nicht abgetorft) signalisiert einen wechselnden Abtorfungsgrad, der auch viel mit Siedlungs(Höfe)-Dichte, Verkehrsgunst, Industriegeschichte und Besitzverhältnissen (öffentlich oder privat) zu tun hat. Gebietsweise hat man die Moore nur „angeknabbert“ (weil die energetische Not-situation bis zum Eintreffen der Ruhrkohle relativ kurz andauerte), in anderen Regionen wurden sie weitgehend oder komplett ausgetorft. Wo die Waldübernutzung beispielsweise durch Bergbau, Metallverhüttung, Keramik-, Glasindustrie und Ziegeleien im 19. Jahrhundert Holzmangel hervorrief, ist von den Torfvorräten meist nicht mehr viel übriggeblieben (zum Beispiel östlicher Frankenwald, Vogtland, „bayerisches Ruhrgebiet“ in der Oberpfalz). Wo größere Moore fehlen, hat man sogar Kleinmoore zur Hausbrand- und Streugewinnung teilabgetorft (Abbildung A 7).

In der neuen Moorbodenkarte besonders ausgedehnte rote Flecken verweisen auf großflächige Austorfung, die gewerblich-industriell-genossenschaftlich betrieben beziehungsweise von Forstautoritäten, Unternehmern und Abbaurechteinhabern organisiert wurde. Viele der heute erfolgreichsten Renaturierungsprojekte liegen in solchen Großabbauzonen.

Ging mehr organische Substanz durch Torfabbau als durch Degradation verloren?

Weil wir vor allem in reinen Niedermoor-Landkreisen wie DAH, DGF, DLG, ED, FFB, FS, GZ, LA, MN, ND, NU, SR das Flächenausmaß der Abtorfung nur unvollständig rekonstruieren konnten und weil für den schleichenden Torfchwund durch aerobe Zersetzung, Mineralisierung, Wasser/Winderosion und DOC(Huminstoff)- Ausspülung

kein bayernweit zuverlässiger Mittelwert existiert, ist diese Frage nur schwer zu beantworten.

Das im Artikel präsentierte Zwischenresultat dürfte nicht die ganze Wahrheit sein, denn:

(1) Torfunternehmer und -stecher haben meist besonders tiefe Moorteile abgegraben. Die Signalfarbe Rot für „abgetorft“ wäre in den Karten Abbildungen 1, A 5, A 15–19 noch viel dominanter, wenn man sich die sehr dünnen, nicht abbauwürdigen Moore und Anmoore (vergleiche IUCN 2023) wegdenkt.

(2) Viele Autoren haben in ihrer Abschätzung des schleichenden Moorhumusverlustes (Profilverkürzung) die frühere Flachabtorfung nicht einkalkuliert.

(3) Unsere Mengenzbilanz unterschätzt die unersättlichen Torffresser Industrie, Brauereien und Eisenbahn vermutlich, weil die Torfgruben des 18. und 19. Jahrhunderts in den in Nordost- beziehungsweise Mittelbayern völlig verschwundenen Moorböden nicht mehr rekonstruierbar sind. Dazu muss man wissen, dass noch 1890 aus Holzmangel 27 deutsche Glashütten (in NO-Bayern vor allem im Raum Röthenbach, Weiden, Grafenwöhr, Marktredwitz) zu Torfffeuerung genötigt waren. Für 1 t Glas brauchte man immerhin 8 t Torf (LANGE 2005). Die Glashütte Ullersricht bei Weiden verbrauchte ab 1848 jährlich 3.500 Klafter Torf aus den Schlör-Gollwitzerschen Torfgründen. Die Glashütte Moosbach bei Vohenstrauß wurde nur unter der Auflage reiner Torfffeuerung genehmigt (DIRSCHERL 1938).

(4) Ein zumindest kleiner Teil der gesamtbayerischen Moorfläche ist nicht entwässert, unterlag also keiner oxydativen Torfzersetzung.

Ist also der Torfabbau doch der effektivere Torfvernichter? Unwahrscheinlich, da unsere Bilanz wohl auch den Torfchwund unterschätzt: Schon der Torfchwund seit 1970 beträgt ja bei konservativ geschätzter Torfsackungs- und Zersetzungsrate von 0,8 cm/Jahr mindestens 40 cm. Der faktisch eingetretene Torfchwund ist aber viel größer, weil die Torfzehrung, -sackung und -erosion vor 1970 noch dazugerechnet werden muss. Die war meist größer als in der Periode danach, in der der Moornaturschutz an Bedeutung gewann (vergleiche zum Beispiel Abbildung A 5). Zum gleichen Ergebnis kommt auch der Moorpegel von Ludwigsmoos, Pflicht-Fotopunkt jedes bayerischen Umweltpolitikers. Er überragte bereits 1978 die Geländeoberkante von 1836 um 2,4 m (heute um über 3 m). Abbildung A 5 und die Niedermoor-

Staubstürme der 1930er- bis 1960er-Jahre (KOLLER 1990) bekräftigen das auf dramatische Weise. Während die Torfausbeutung nach 1970 nur noch punktuell weiterging und zudem als kleine Entschädigung immer wieder Leegmoore und Torflöcher mit Sekundärtorfbildung entstanden (POSCHLOD 1990, SCHUCKERT et al. 1992), hat sich der chronische Torfschwund nirgendwo aufhalten lassen. Auch in flachgründigen Moorbereichen schreitet er unaufhaltsam voran. Außerdem haben wir die (allein durch Zersetzung) völlig verschwundenen Torfböden außerhalb der TTA-Flächen gar nicht erfasst. Die Antwort auf die oben fett gedruckte Frage ist also eindeutig, selbst dann, wenn man den aktuellen Klimawandelbeschleunigungseffekt ausblendet.



Abbildung A 5: Stark negative Stoffbilanz übernutzter Niedermoore – innere Kolonisation wird zum Ressourcen-Raubbau.

Oben (KRAUS 1951): Südliches Erdinger Moos nahe Goldachhof. Die Wurzelsysteme abgestorbener Moorkiefern ragen als dürres Gerippe mehr als 1 m aus dem abgesackten und rasch schrumpfenden Moorboden heraus. Die Sackungsdynamik ist auch an der Bultigkeit der Moorwiese abzulesen. Im Hintergrund schemenhaft der ehemalige Münchner Großsender.

Unten (BRAUN 1961): Staubstürme haben den Moorhumus aus benachbarten Äckern in einen Graben bei Karlsfeld im Dachauer Moos geweht.

Tabelle A 2: Abtorfungsbilanz der Land- und einiger Stadtkreise. Datenquelle: Eigene Erhebungen. Mit „Abbaustelle“ ist ein Einzelstich (Torfgrube) oder ein Cluster von mehreren Stichen und Abbaufeldern gemeint.

*: Zahlen nicht zuverlässig, wahrscheinlich zu gering.

?: in diesem Landkreis wurde zwar gestochen, aber wir konnten keine Torfstiche lokalisieren.

Landkreise, in denen Torfabbau nicht belegt werden konnte, sind hier weggelassen. Die Reihenfolge gibt der Abbaufächenanteil vor (Spalte 2).

Kreis	% der Moorbodenfläche	Torfabbaufäche (ha)	Abbaustellen (-n)
DAH	56,9	3.541,7	1.155
ND	43,6	5.313,5	1.641
ED	40,7	3.987,1	1.329
GZ	36,4	1825,8	604
M Land	31,9	1030,9	438
RO	30,4	6.453,3	2.062
DLG*	26,0	2058,3	684
M Stadt	24,4	421,9	140
FFB	23,1	1.628	542
NU*	19,4	609,7	203
LA	17,9	444,8	148
A Stadt	16,7	135,0	44
WUN	16,5	469,1	207
FS	15,7	932,3	311
EI	15,2	83,2	28
OAL	15,2	2.220,9	895
TS	14,5	1.700,0	573
OA	13,6	1.437,2	479
LI	12,3	320,16	168
MN*	12,0	1.169,7	400
DON	11,7	739,0	250
MB	11,3	237,5	94
BGL	11,1	311,4	115
EBE	10,9	735,8	245
STA	10,7	499,7	194
MB	9,1	192,5	73
KEH	9,1	79,4	8
LL	8,1	501,1	174
HO*	7,9	158,5	158
DEG	7,6	94,1	31
WM	7,2	1.441,8	612

Kreis	% der Moorbodenfläche	Torfabbaufläche (ha)	Abbaustellen (-n)
A Land	6,6	510,8	169
DGF*	6,0	91,0	36
NEW	5,8	331,7	110
IN	5,6	15,1	5
AIC	5,5	243,9	74
TÖL	5,5	732,2	390
SAD	4,8	70,2	23
BT	4,6	69,3	17
MÜ*	3,4	85,5	32
M Land	2,4	74,8	25
GAP	2,2	231,2	156
FRG	0,9	61,6	16
TIR*	0,8	26,5	9
KU	?	zirka 3	1
REG	?	?	?
SR	?	?	?
R	?	?	?
Bayern	15,9	43.441,1	15.097

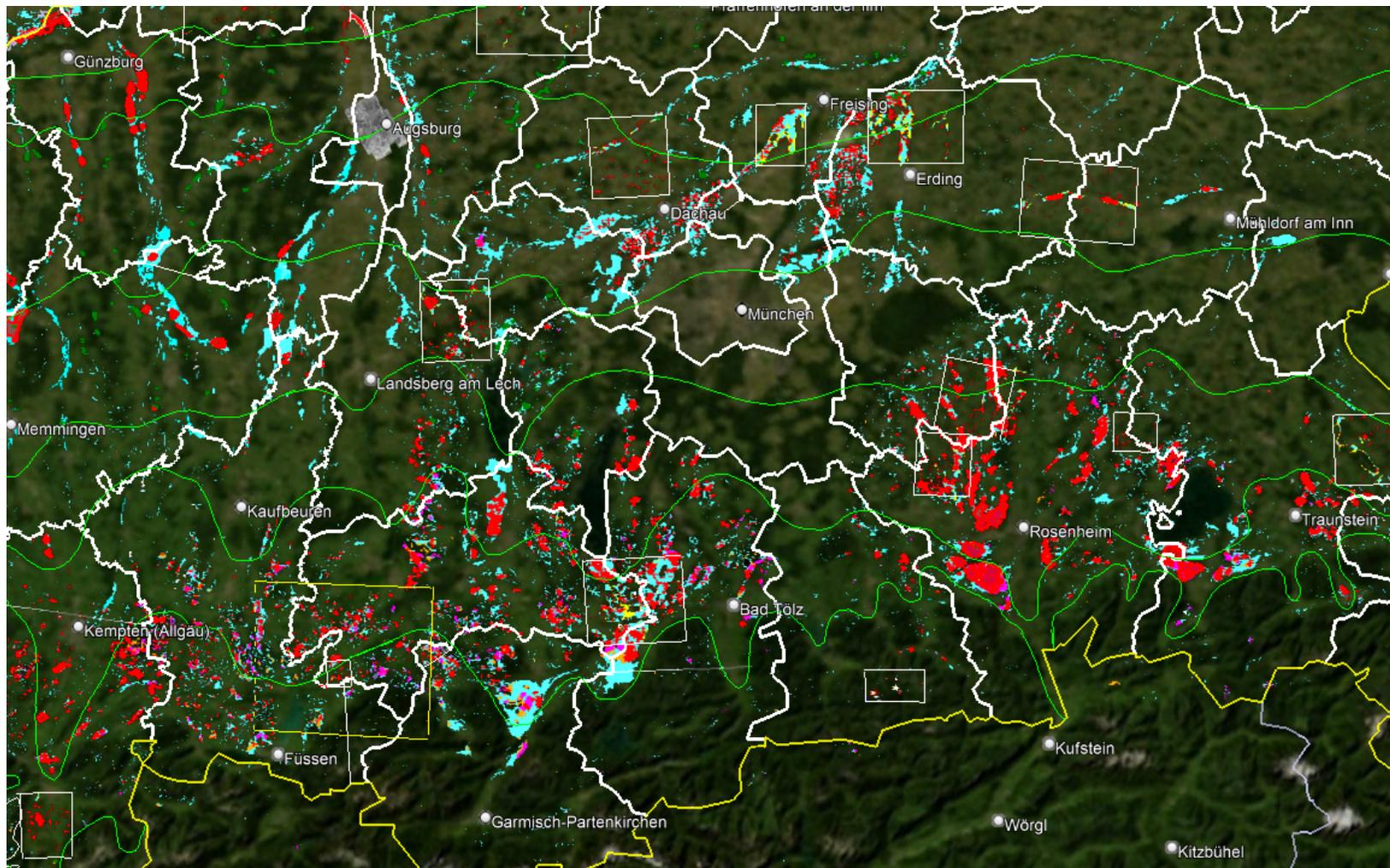


Abbildung A 6: Südbayerischer Teil der Torfabbaulflächenkarte Bayern.

Rot: historische Torfstiche, Baggertorfgruben und Torf-Fräsfelder. In der Brennstoffnot der Nachkriegszeiten blieben auch die Klein- und Kleinstmoore, die im Alpenvorraum erstaunliche Moortiefen entwickeln können, nicht verschont. Auch kaum vorentwässerte Moore wurden bisweilen ausgekoffert. Die Abbautiefe sinkt von Süden nach Norden und vom Regen- zum Grundwassermoor (Quelle: Eigene Darstellung; Luftbild: GoogleEarth).

A 4 Methoden-Diskussion (Fortsetzung)

Führt die Extrapolation in Methode 2 zu verzerrten Ergebnissen?

Sind die TTA wirklich repräsentativ? Darf man von den TTA wirklich auf ganz Bayern hochrechnen? Immerhin unterliegen die Differenzwerte zwischen unseren Ergebnissen und der MBK (wie auch zur GLÖZ 2- und Moorbodenkarte von WITTNEBEL et al. 2023) keiner Gaußschen Normalverteilung. Nicht unerwartet fielen die MBK-Dunkelziffern in schwer begehbaren, überwiegend bewaldeten Hochlagen, im tertiären Hügelland oder in überwiegend kleinteilig vermoorten Glaziallandschaften deutlich höher aus als in land- und (früher auch) torfwirtschaftlich zentralen Räumen (zum Beispiel Schotterplatten, Stromtäler, Gletscherstamm- und Zweigbecken, Senken im fränkischen Sandsteinkeuper und Oberpfälzer Bruchschollenland). Aber die Raumverteilung der immerhin 20 TTA zwischen Alpen und Bruchschollenland „korrigiert“ die Verschiedenheit der Moorboden-Erfassungsdefizite zu einem bayernweit einigermaßen zutreffenden Gesamtwert, der allerdings nur grob zutreffend sein dürfte.

Der Randfehler der digitalen Pixel-Auszählung (Lage der Randpixel zur Randlinie eines Polygons) betrifft häufig die kleineren und schmälere Neufächen etwas stärker als die oft kompakteren Altflächen. Wir können aber annehmen, dass diese Verzerrung durch unsere Kartierdefizite (nicht alle kleineren Moorbodenvorkommen vor allem in Wäldern waren in der verfügbaren Zeit auffindbar) weitgehend ausgeglichen oder überkompensiert werden. Ein Übertrag unserer zeitsparend erstellten KML-Dateien in ein shape-Format würde die Flächenbilanz präzisieren, an der Größenordnung des Gesamtergebnisses aber wohl wenig ändern.

Sind unsere Auswertungen und Kausalanalysen zu eindimensional?

Ja, das komplexe Faktorengewebe der Moorökologie und seiner Nutzungsabhängigkeit kann hier nicht adäquat dargestellt werden. Nur der Zusammenhang zwischen Moorbodenfläche und Moorbodenverlust einerseits und Niederschlag andererseits konnte statistisch überprüft werden (Abbildung 9). Ähnlich relevante Einflussgrößen wie die geomorphologisch-hydrologischen Gegebenheiten, die Vornutzungsintensität, von Amt zu Amt wechselnde, wesentlich durch die Lage der Moorkulturstationen

bestimmten Meliorationsaktivitäten, konnten in der verfügbaren Zeit nicht großflächig operationalisiert werden.

Zur vertikalen Schrumpfung (Mineralisierung und Sackung) der intensiv genutzten Moorkörper werten FREIBAUER & MACHL (2023) gerade den umfangreichen bayerischen Datenfundus aus. Bis dahin gibt die Baden-Württembergische Nacherhebung der sehr präzisen GÖTTLICH-Altprofile (WEINZIERL & WALDMANN 2015) eine quantitative Vorstellung vom bayerischen Torfschwund. Hiesige Profilvergleichsdaten (SCHMEIDL 1976; FREIBAUER; DIEPOLDER et al. 2023 und viele andere) beziffern den Torfverzehr unter Intensivgrünland/Acker auf 5–40 mm/Jahr. Hervorzuheben ist die Untersuchung von SCHLIEBE (2020) im Donaumoos. Seine Resultate lassen sich weitgehend auf die meisten anderen großenteils ackerbaulich genutzten Schotterplatten- und Stromtalniederungsmoore Bayerns übertragen.

Aus den verfügbaren Airborne Laserscanning- beziehungsweise stereophotogrammetrischen und aus den von der LfL zur Verfügung gestellten historischen Unterlagen bestimmte er für 95 km² Donaumoos einen jährlichen Moorbodenschwund in der Periode 1996–2013 von 1,18 cm, eine Volumen-Schrumpfung seit 1900 um zirka 50 % von 310 auf 175 Mio m³ und damit eine CO₂-Emission seit 1978 von zirka 350.000 t pro Jahr.

Die Rolle des stark entwässerungsbedürftigen Ackerbaues bei der Mineralisierung organischer Substanz und bei der Moorprofilverkürzung ist seit langem bekannt und auch quantifiziert (EGGELSMANN 1960). Der auf den TTA ermittelte Moorboden-Flächenschwund „korreliert“ hochsignifikant mit dem Ackeranteil innerhalb der Landwirtschaftsfläche (Abbildung A 11), aber die kovariaten Niederschlagsverhältnisse erklären den Kurvenverlauf nicht weniger gut. Abbildung A 10 kann einen Zusammenhang von Moorflächenverlust und Siedlungs- beziehungsweise Einwohnerdichte rein flächenstatistisch nicht bestätigen. Das bedeutet zwar kein harmonisches oder gar symbiotisches Verhältnis zwischen den beiden, bestätigt aber die zentrale Rolle der Land- und Forstwirtschaft für den Erhaltungszustand der Moorkulisse.

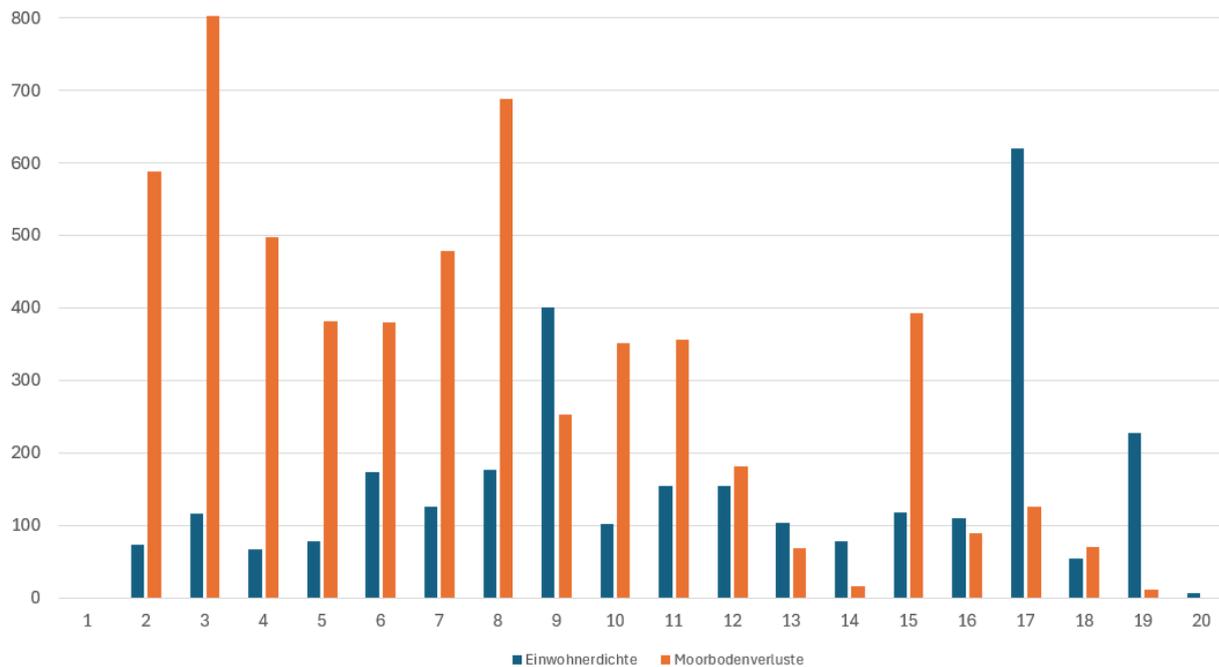


Abbildung A 10: Moorbodenflächenverlust (orange; in Promille) und Einwohnerdichte (blau) korrelieren nicht. Messgröße der Einwohnerdichte ist Einwohnerzahl pro Quadratkilometer.

1–20: System der Samples (TTA). Pro TTA wurden die jeweils neuesten Einwohnerdichte-Angabe für die 3–4 jeweils zentralen Gemeinden (Statistik kommunal), arithmetisch gemittelt (blaue Balken).

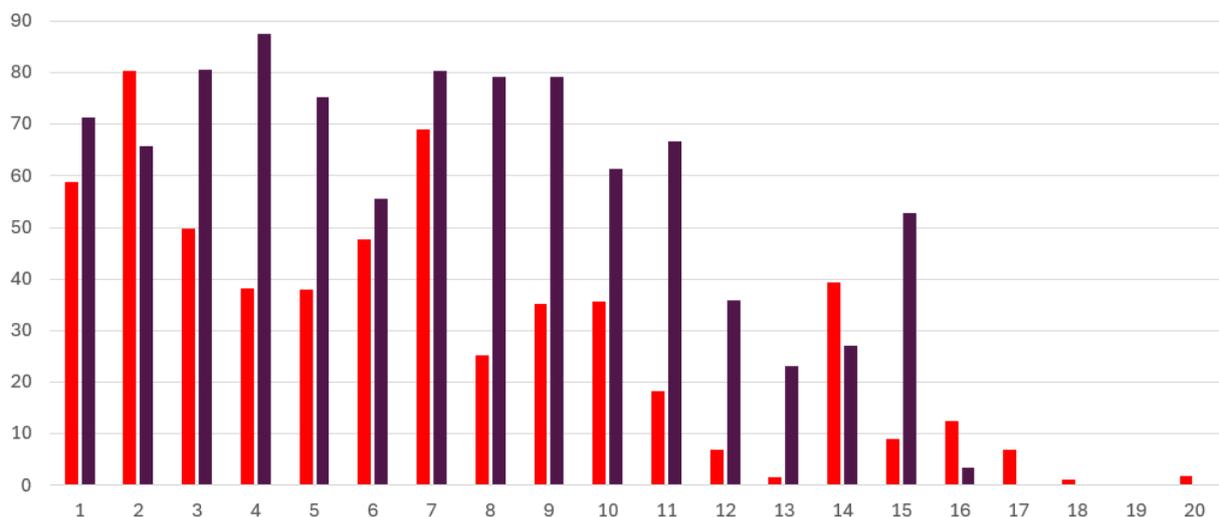


Abbildung A 11: Deutlicher Zusammenhang von Moorbodenverlust (rot) und Ackeranteil (dunkelbraun).

1–20: System der Samples (TTA). Ordinate: Moorbodenverlust in % der durch die MBK ermittelten früheren Moorbodenfläche. Zur Ermittlung des Ackeranteils in % der LF wurden die jüngsten Ackerflächen-Angaben für die 3–4 zentralen Gemeinden einer TTA (Statistik kommunal), arithmetisch gemittelt.

Die bahnbrechende Arbeit von REINERMANN et al (2023) zur Nutzungsintensität des (Moor-)Grünlandes dokumentiert, dass in vielen großen, südbayerischen Niedermoorgebieten wie den Loisachmooren und den Rosenheim-Ebersberger Beckenlandschaften die deutschlandweit höchste Nutzungsintensitätsstufe (gemessen durch Zahl der Schnitte) vorherrscht. Folgerungen für die Vernässungs- und Renaturierungswahrscheinlichkeit liegen auf der Hand. Dieser Teilaspekt erinnert daran, dass die Interpretation unserer Ergebnisse noch weitgehend aussteht und mit diesem Artikel bestenfalls initiiert werden konnte.

Werden rationelle Moorerhebungsmethoden im Land der Weltraumstrategie „Bavaria One“ zu wenig genutzt?

Eine landesweite Aktualisierung der MBK ist zwar notwendig, aber auf rein terrestrischem Wege viel zu aufwendig. Bodenreferenzierte Airborne-Scanning- und Satellitenbild-Interpretationsmethoden können sie aber weitgehend ersetzen. Elektromagnetische Induktion, Widerstandsmessung, Gamma-Radiometrie, Radarmessung/SRTM, SAR, nonlineare machine learning- Algorithmen wurden bereits auf Moore angewendet (vergleiche MINASNY et al. 2019; MELTON et al. 2022). ZEPP et al. (2021) haben im „bayerischen Houston“ Wessling-Oberpfaffenhofen die Acker-Moorböden Südbayerns mit ihrem durch Bodenkontrollen referenzierten Composite Mapping Processor (SCMaP) für Landsat-Bilder recht zuverlässig abgebildet (Abbildung A 12). Mit Flugzeug-Hyperspektralbildern lassen sich sogar Eddy Kovarianz-THG-Flüsse grob abbilden (KALACSKA et al. 2018). ÅGREN et al. (2022) gelang es, über Airborne Laser-Scanning und machine learning den Parameter Bodenfeuchte hoch aufzulösen und damit Waldmoore auf riesiger Fläche zu detektieren. BOAGA et al. (2020) und SIEMON et al. (2020) ermittelten mit kontaktloser Elektromagnetik beziehungsweise radiometrisch aus dem Luftfahrzeug die Torfdicke auf größerer Fläche. Dasselbe erreichten RIMONDINI et al. (2023) mithilfe von LiDAR (Light Detection and Ranging Laser-Scanning). In Schottland konnten die großenteils sehr flachgründigen Moore, ihre Profiltiefe, Lagerungsdichte und C-Vorräte über open-access-Satellitendaten in Kombination mit kovariaten Bodendaten und machine learning-Algorithmen recht kostensparend grobkartiert werden (AITKENHEAD 2017). GATIS et al. (2019) und andere Arbeitsgruppen führten großräumige Moortiefenkartierungen mit luftgestützter Gamma-Spektroskopie, LiDAR-Laserscanning und Modellkontrollen am Boden durch. Vor dem Hintergrund der derzeit offensichtlich

sehr dynamischen Klimawandelreaktionen bayerischer Hoch- und Zwischenmoore (KAULE & SUCCOW 2022; RINGLER 2021, 2024a) wäre es wichtig, das Monitoring des hydrologischen Zustandes der weitgehend „intakten“ Hoch- und Zwischenmoore durch airborne-Erhebung der Mooratmung (MARSHALL et al. 2021; Parallelversuche der LMU in zwei Moorgebieten in TÖL und WM) zu generalisieren.

LOPATIN et al. (2019) haben die substratbezogene Luft-Interpretation des Proxys Moorvegetation standardisiert und digitalisiert. Im Projekt Klimobay und von MARSHALL et al. (2021) wurde die moorzustandsabhängige Moor-Atmung (wasserhaushaltsabhängige Bewegung der Mooroberfläche) über Satellitenradar (InSAR) abgebildet. Und schließlich zeigten die Südamerikaner ROCHA CAMPOS et al. (2012) in beispielhafter Weise, wie man aus vollständigen Moor-Volumenmodellen (zu ihrer Herstellung zum Beispiel SILVESTRI et al. 2019) nicht nur Kohlenstoffvorräte, sondern auch gebietshydrologische Wohlfahrtswirkungen ableitet. Es wäre jedenfalls kurzfristig und gegenüber klimaschutzwilligen Land- und Forstwirten beinahe unfair, unvollständige Moorkarten aus der Vergangenheit lediglich durch eine weitgehend aus der Vorkriegszeit stammende Bodenschätzungskarte zu ergänzen und rationale, relativ kostensparende RS-gestützte Methoden nicht einmal in Betracht zu ziehen.

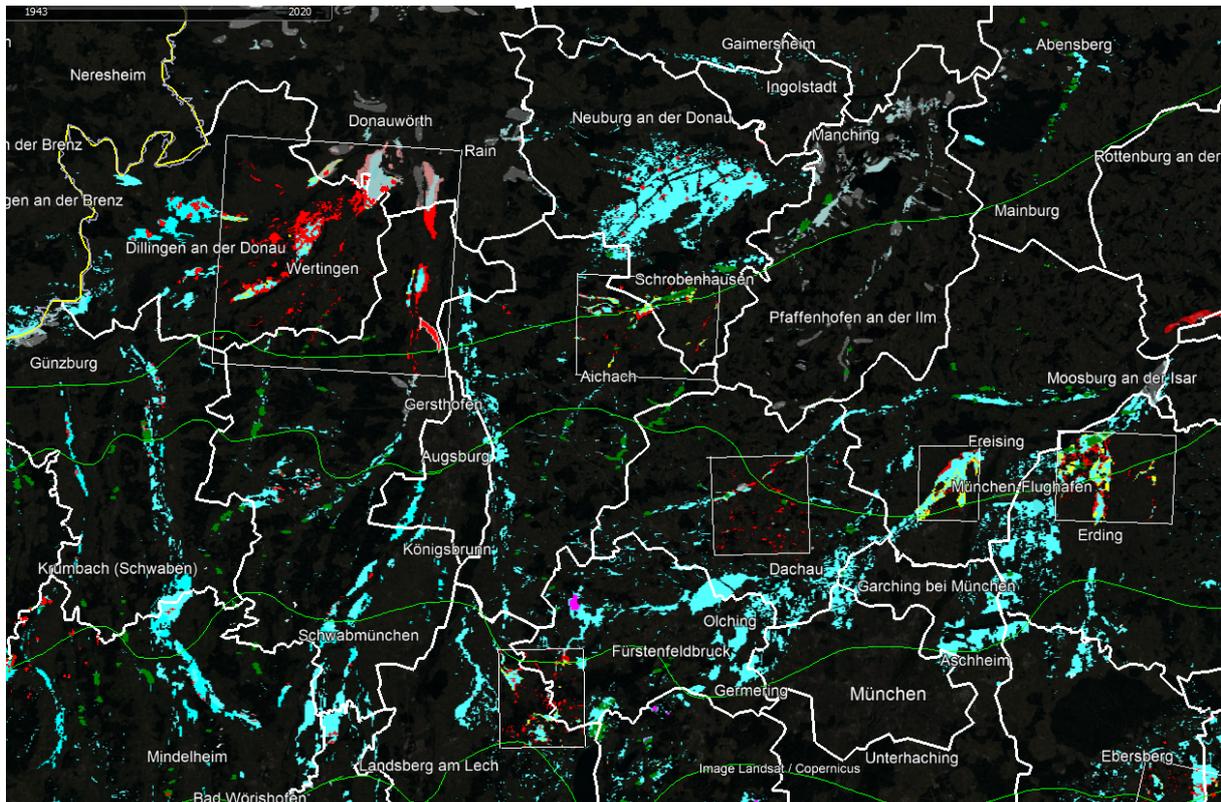
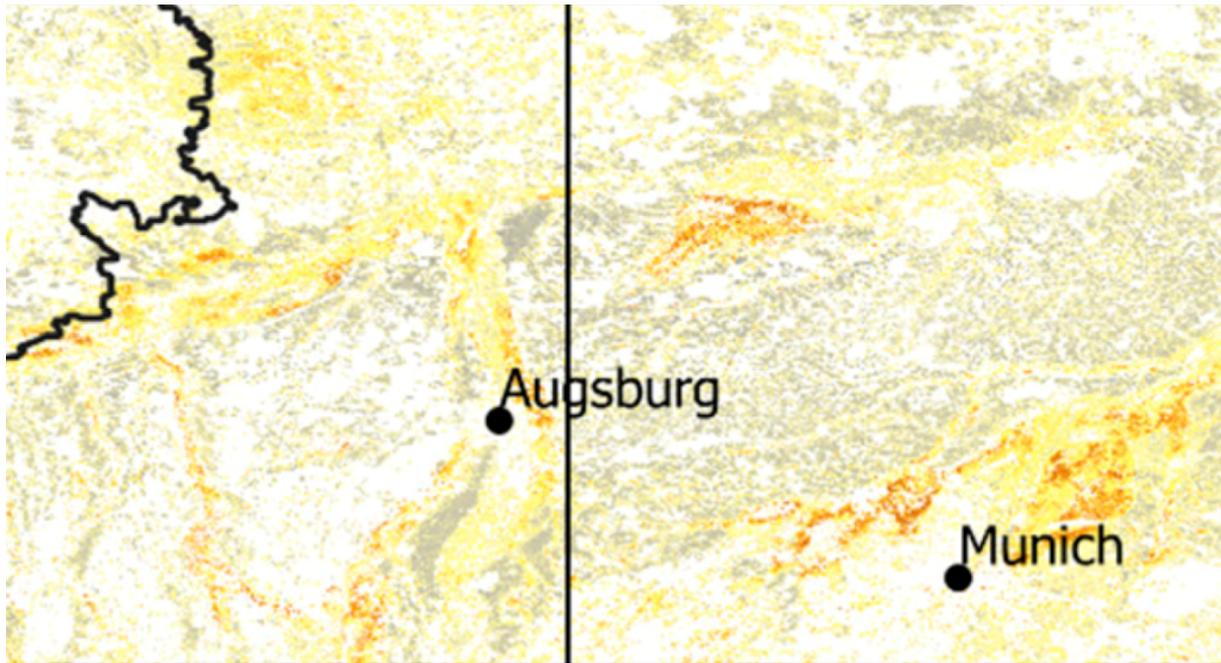


Abbildung A 12: Gute Übereinstimmung zwischen NBK (unten) und SMap-Landsat-Interpretation von ZEPP et al. (2021; oben). Die Farbtöne gelb bis orange markieren Ackerböden mit erhöhten bis sehr hohen Gehalten an organischer Substanz beziehungsweise Kohlenstoff.

A 5 Kartenteil

Der Kartenteil gliedert sich in drei thematische Blöcke:

- Abbildungen A 13–17: neue Moorbodenkarte (NBK; repräsentative Ausschnitte)
- Abbildungen A 18–25: Moorbodenverteilung auf ausgewählten Trainings- und Testarealen (TTA)
- Abbildungen A 26–30: Torfabbauflächen- oder Abtorfungskarte (Ausschnitte)

Die Luftbilder der unten dargestellten Karten stammen, soweit nicht anders angegeben, von GoogleEarth.

Um den Kartenteil überschaubar zu halten, werden pro Groß-Naturraum nur die relativ moorreichsten Regionen und jeweils wenige exemplarische Ausschnitte ausgewählt. Nach der Umwandlung der KMZ-Polygone in ein Shapefile wird das Moorboden-Verbreitungsmodell bayernweit nutz- und einsehbar sein.

Der NBK-Entwurf (Abbildungen A 13–17) war Grundlage der Moorbodenerhebung nach Methode 2 (siehe Haupttext). An dieser Stelle werden repräsentative Ausschnitte für Nordbayern (östliches Oberfranken), Mittelbayern (deutsch-tschechischer Grenzkamm, Niederbayern), das nördliche Südbayern (Münchner Ebene mit Unterbayerischem Hügelland) und das höhere Alpenvorland – Allgäu (Schwaben, Oberbayern) ausgewählt. Für die 2025 anlaufende neue Moorboden-Erfassungskampagne des LfU kann die NBK zumindest als Impuls oder Orientierungshilfe dienen. Unser Flächenmodell ist aber keineswegs vollständig. Zukünftige Feinkartierer werden in Quellmulden, Sickerrinnen und Bachtälchen der Wald- und alpennahen Dauergrünlandbereiche viele kleinere Moor- und Anmoorbereiche finden, die wir „übersehen“ haben. Am wahrscheinlichsten sind erhebliche Nachbesserungen, vor allem im Jungmoränengebiet, in den Voralpen, in Forstgebieten der mittelschwäbischen Riedellandschaft und im ostbayerischen Grundgebirge beziehungsweise Hinteren Bayerischen Wald. Die (Nicht-)Berücksichtigung solcher Flächen ist für den Moor-Emissionskataster Bayern nicht unerheblich, denn der Grundsatz „Kleinvieh macht auch Mist“ gilt auch in moorökologischer Hinsicht.

Unvollständig ist auch die farbliche Differenzierung des NBK-Entwurfs. Zahllose kleinere Hoch- und Zwischenmoorbereiche mussten schon allein aus

Maßstabsgründen mit blauen Nieder- und Anmoorpolygonen vereinigt werden. Umgekehrt gilt das auch für Niedermoorinseln, -ränder und -bänder innerhalb saurer Arm-Moorkomplexe.

Abbildungen A 13–17: repräsentative Ausschnitte der Neuen Bayerischen Moorkarte (NBK)

Legende:

- Blau** = Nieder-, Anmoor- und Abmoorstandorte
- Magenta** = Hochmoorstandorte beziehungsweise saure Arm-Moore
- Orange** = Zwischenmoorstandorte
- Rot** (überlagernd): Torfabbaugebiete
- Weiß und gelbe Linien: Landkreis- und Staatsgrenzen.
- Weiß umrandete Rechtecke: Test- und Trainingsareale der Moorbodenerhebung (TTA; siehe Haupttext).

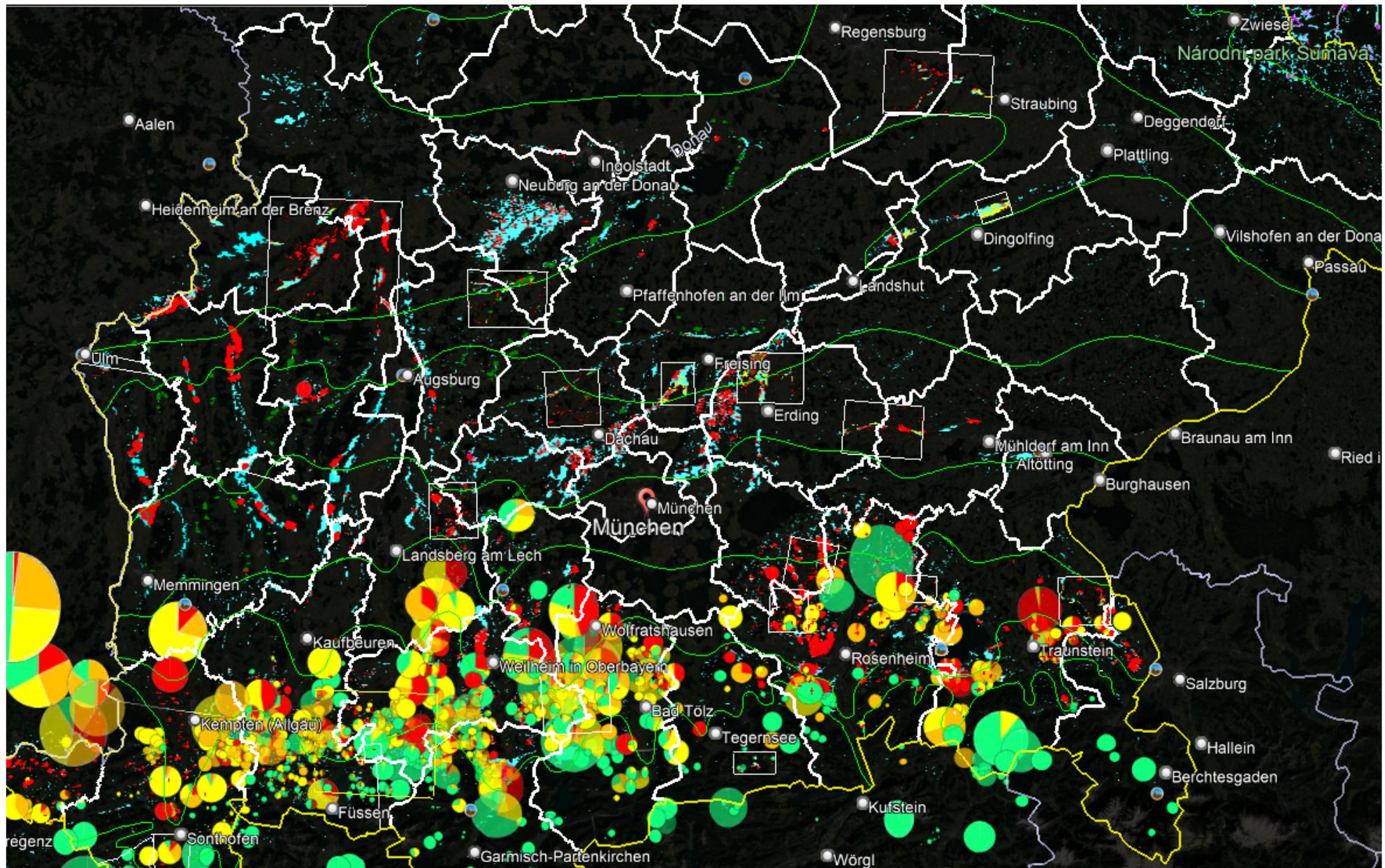


Abbildung A 13: NBK Bayern (Teil Südbayern). Legende siehe Begleittext. Am Alpenrand sind viele Moorbodenflächen durch Tortendiagramme verdeckt, die den Grad des derzeitigen Bergkiefern-Sterbens in den Hochmooren prozentual klassifizieren (rot = absterbende *Pinus rotundata/mugo*-Bestände, orange = sehr stark geschädigt, gelb = stark geschädigt, grün = wenig geschädigt; weitere Erläuterungen hierzu siehe RINGLER 2024a).

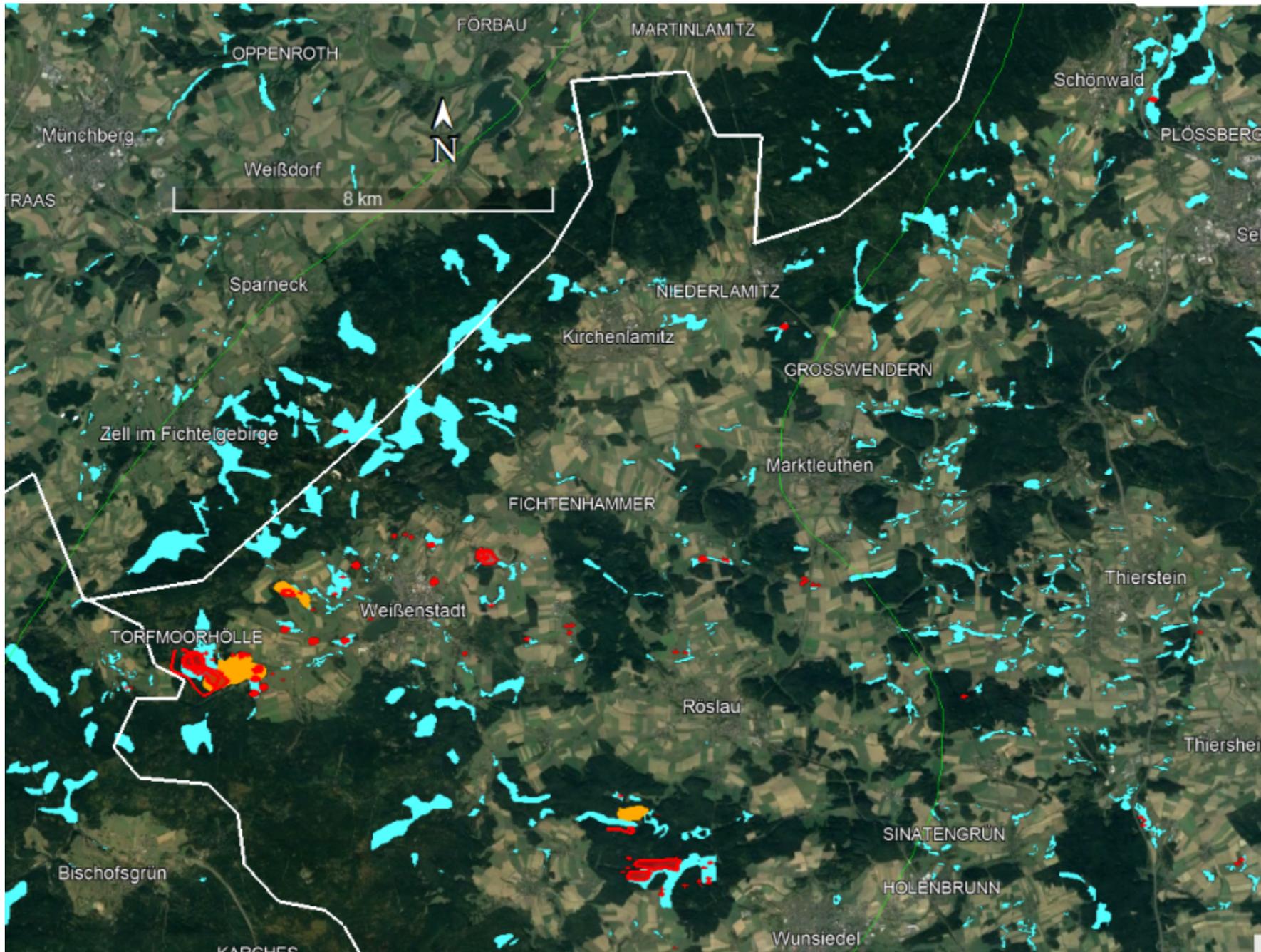


Abbildung A 14: NBK Bayern Ausschnitt Fichtelgebirge (Landkreise WUN, BT, HO). Legende siehe Begleittext.

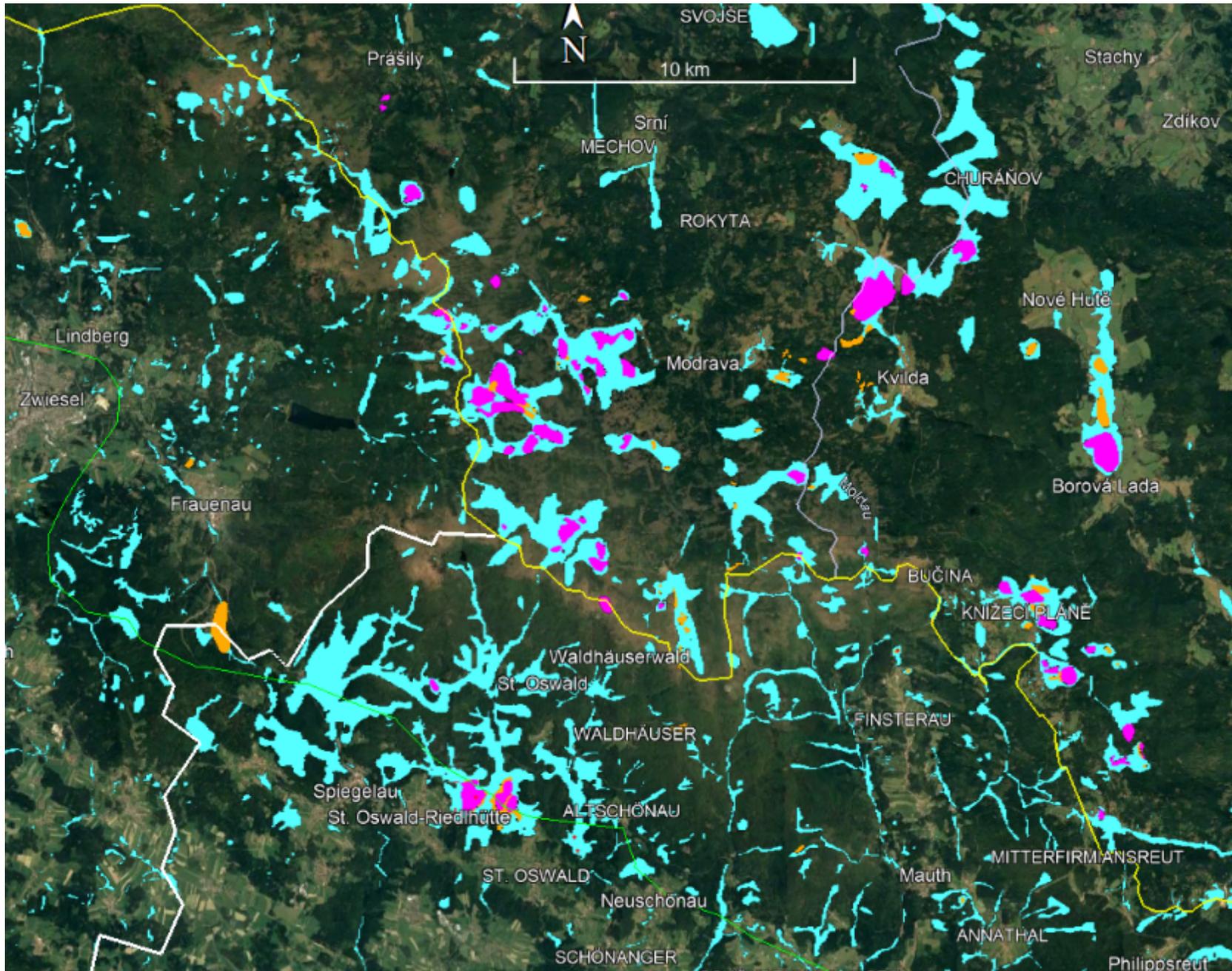


Abbildung A 15: NBK Bayern Ausschnitt Böhmerwald – Grünes Band Europas (Landkreise FRG, REG, tschechische Grenzregion).
 Legende siehe Begleittext.

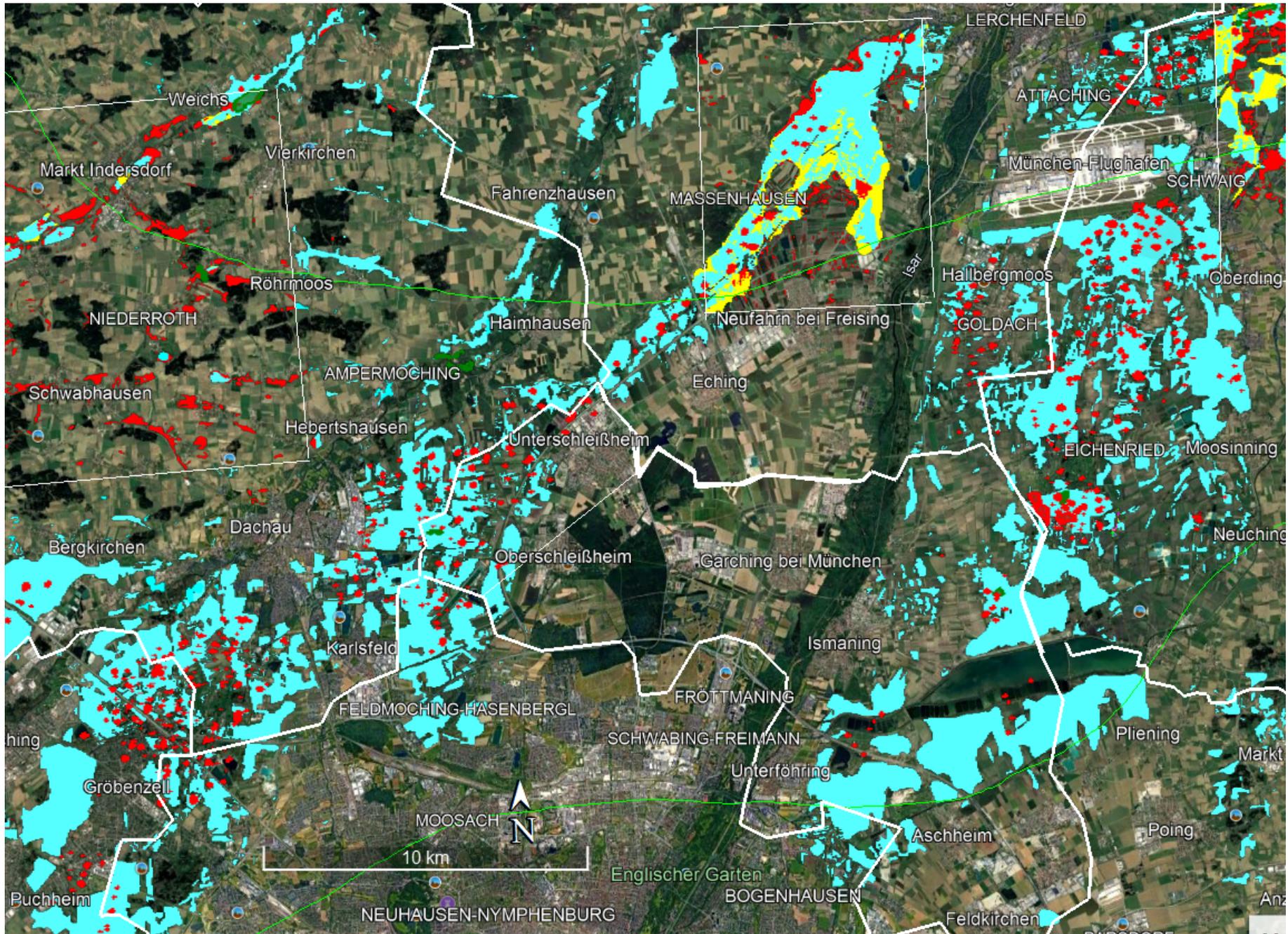


Abbildung A 16: NBK Bayern Raum München – Freising – Erding – Dachau (Landkreise DAH/ED/FFB/FS/M). Legende siehe Begleittext.

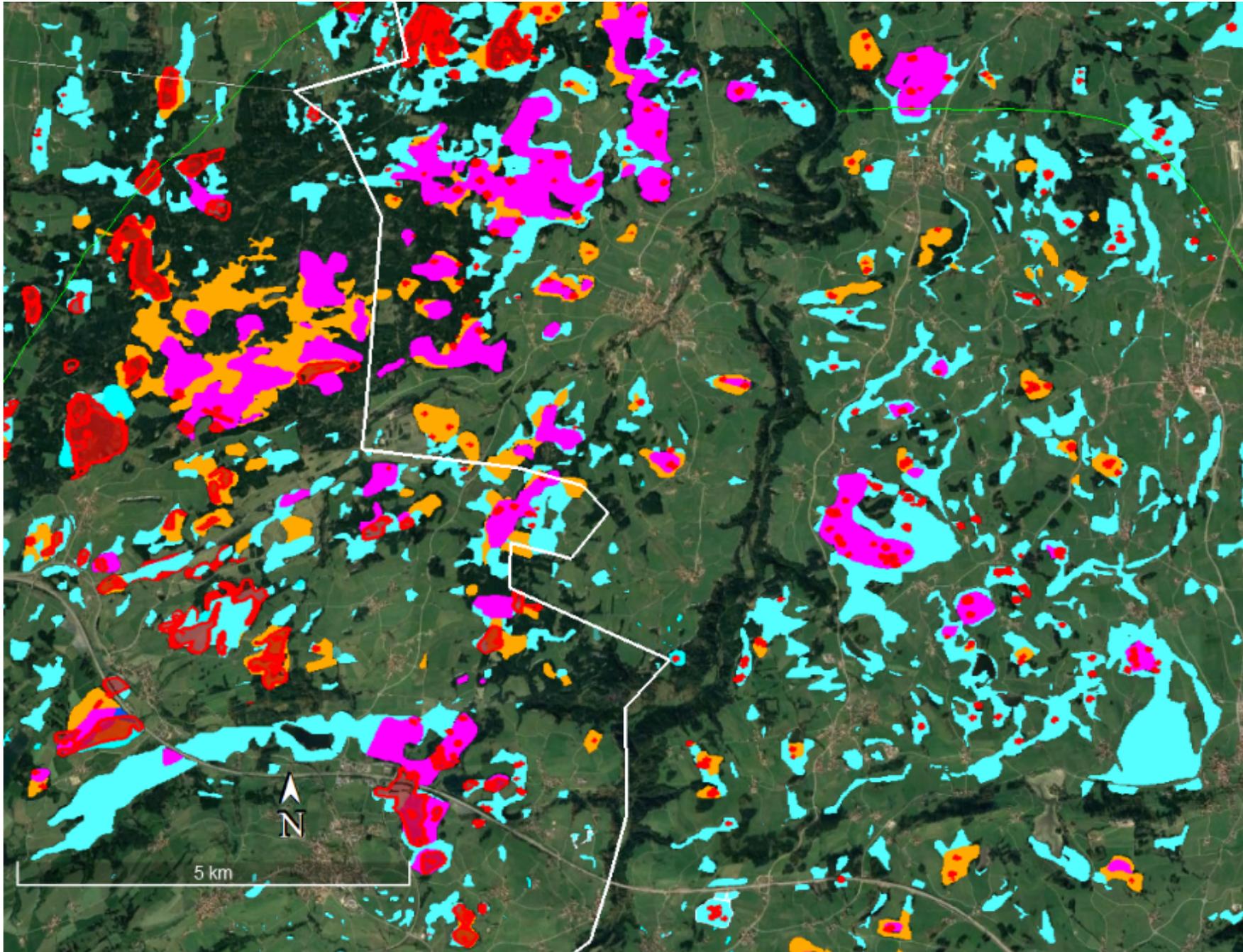


Abbildung A 17: NBK Bayern Raum Ostallgäu – Pfaffenwinkel (Landkreise OAL/WM). Legende siehe Begleittext.

Abbildungen A 18–28: Moorbodenanalyse auf den intensiver untersuchten Testarealen (TTA) mit Differenzanalyse zwischen alter und neuer Moorbodenkarte (MBK/NBK)

Die TTA- Kartierergebnisse sind Grundlage für die Anwendung von Methode 1 der landesweiten Moorbodenflächenermittlung (siehe Haupttext).

Legende:

Blau = Überlappungsbereich zwischen NBK und MBK

Gelb = Heute von uns nicht mehr nachgewiesene Moorböden

Rot = Von uns festgestellte Moorböden, die in der MBK noch nicht enthalten sind

Die im Haupttext bereits abgebildeten TTA werden weggelassen. Die ausgewählten Beispiele illustrieren die extrem unterschiedliche Moorboden-Raumstruktur der verschiedenen Moorregionen und das unterschiedliche Flächenpotenzial des Moor-Klimaschutzes der Landkreise und Naturräume.

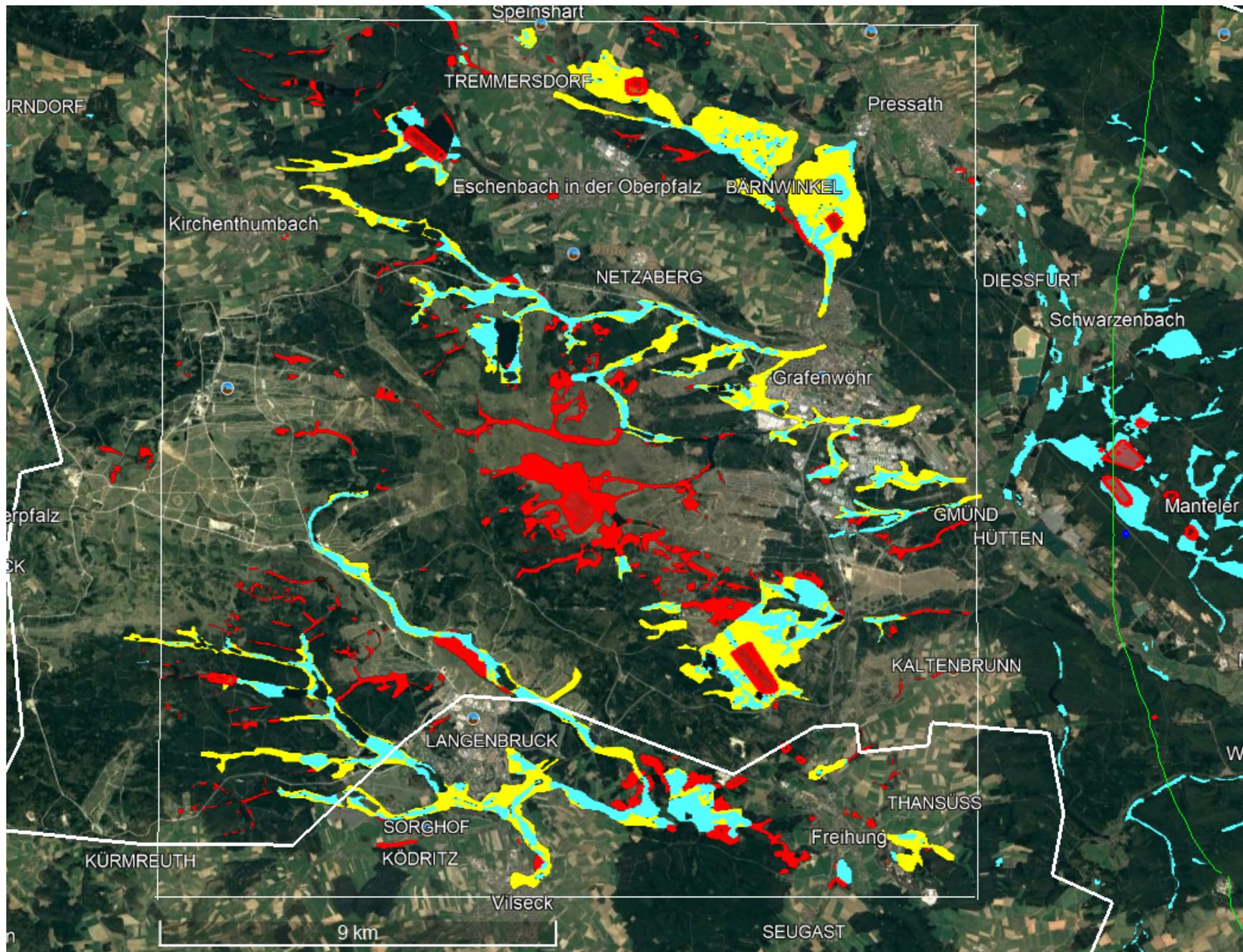


Abbildung A 18: Moorbodenverteilung auf TTA 1 (Grafenwöhr – Eschenbach; Landkreise AS/NEW). Legende siehe Begleittext.

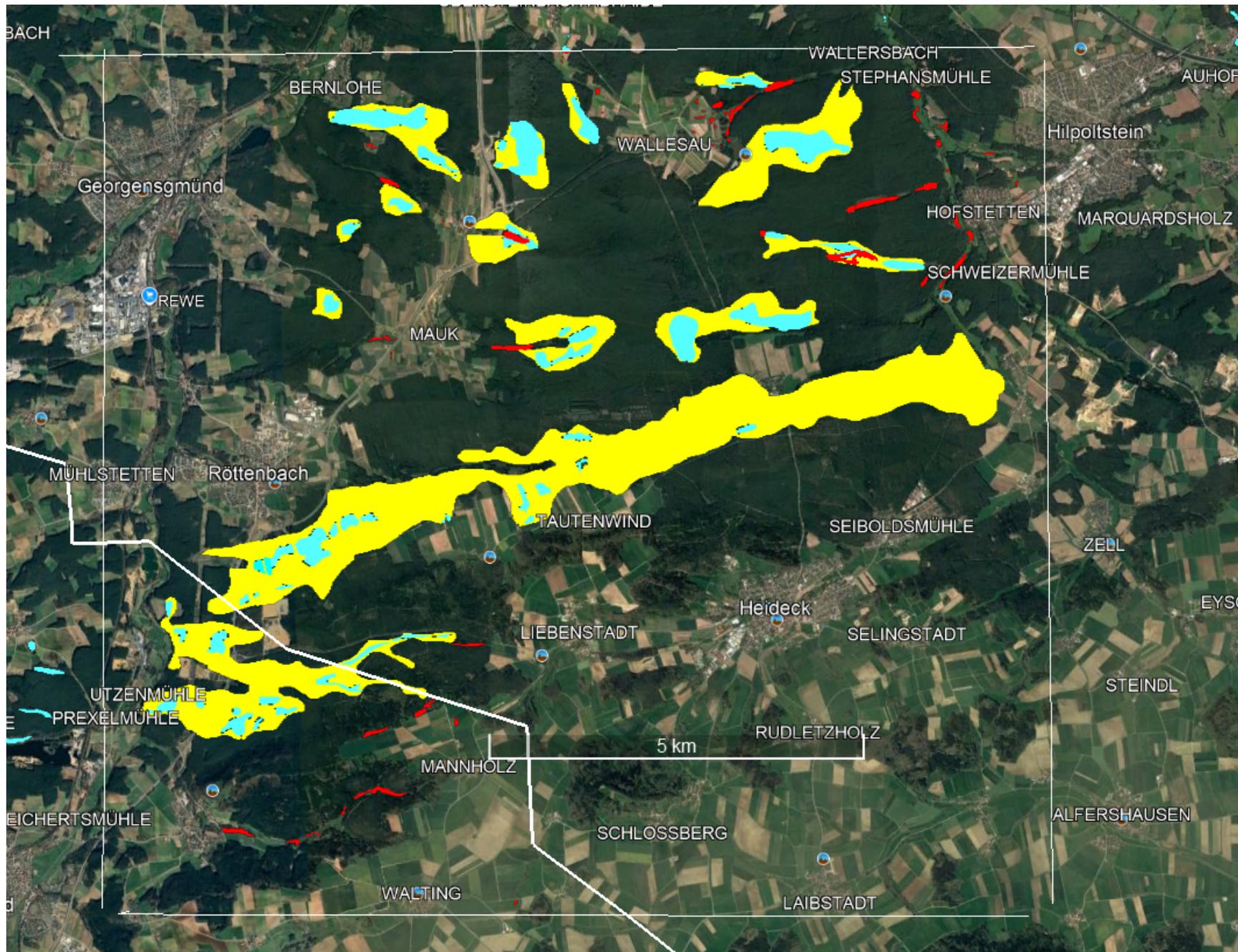


Abbildung A 19: Moorbodenverteilung auf TTA 2 (Röttenbach – Heideck ; Landkreise RH/WUG). Legende siehe Begleittext.

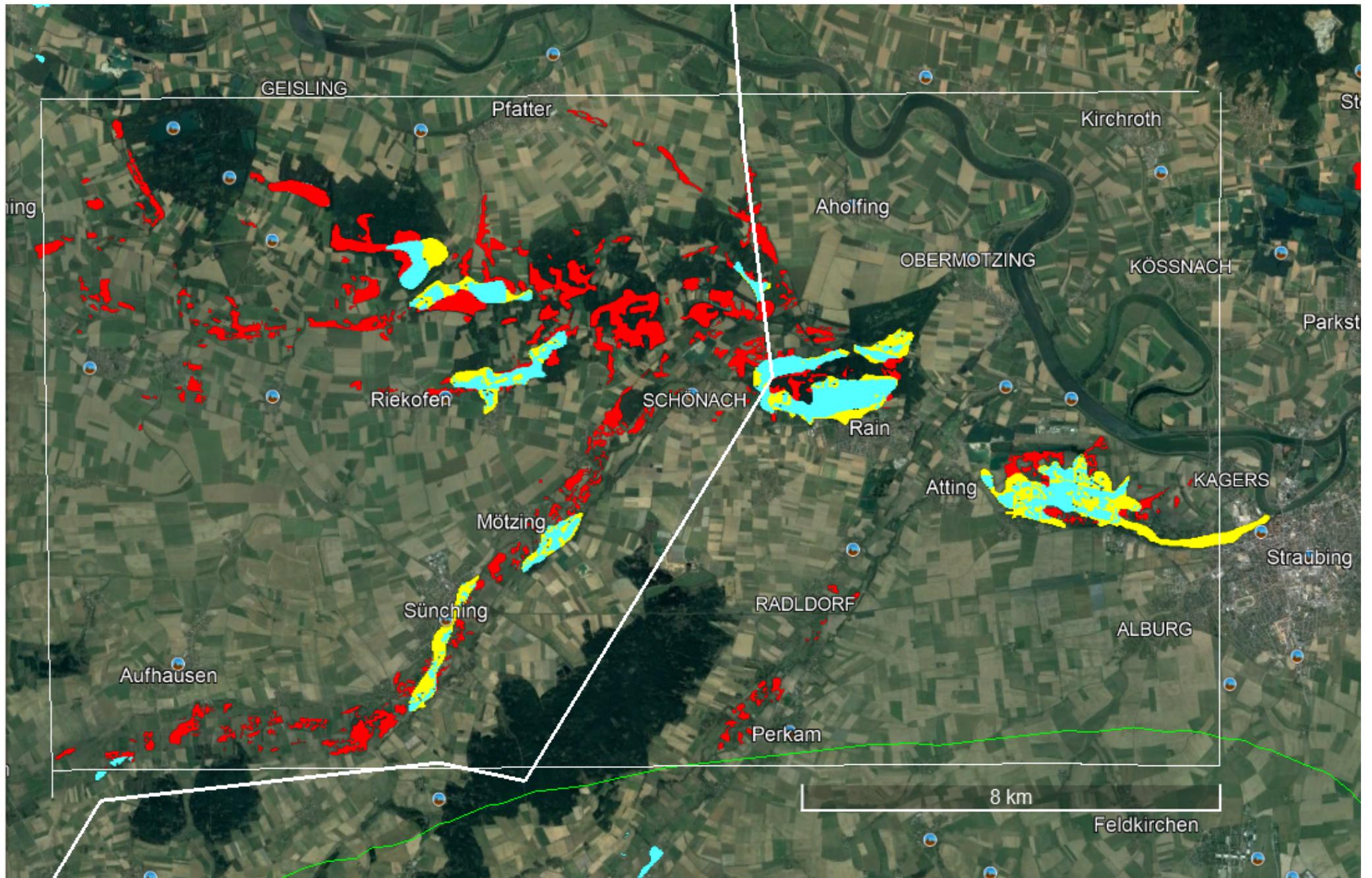


Abbildung A 20: Moorbodenverteilung auf TTA 3 Straubing-Süd (Landkreise R/SR). Legende siehe Begleittext.

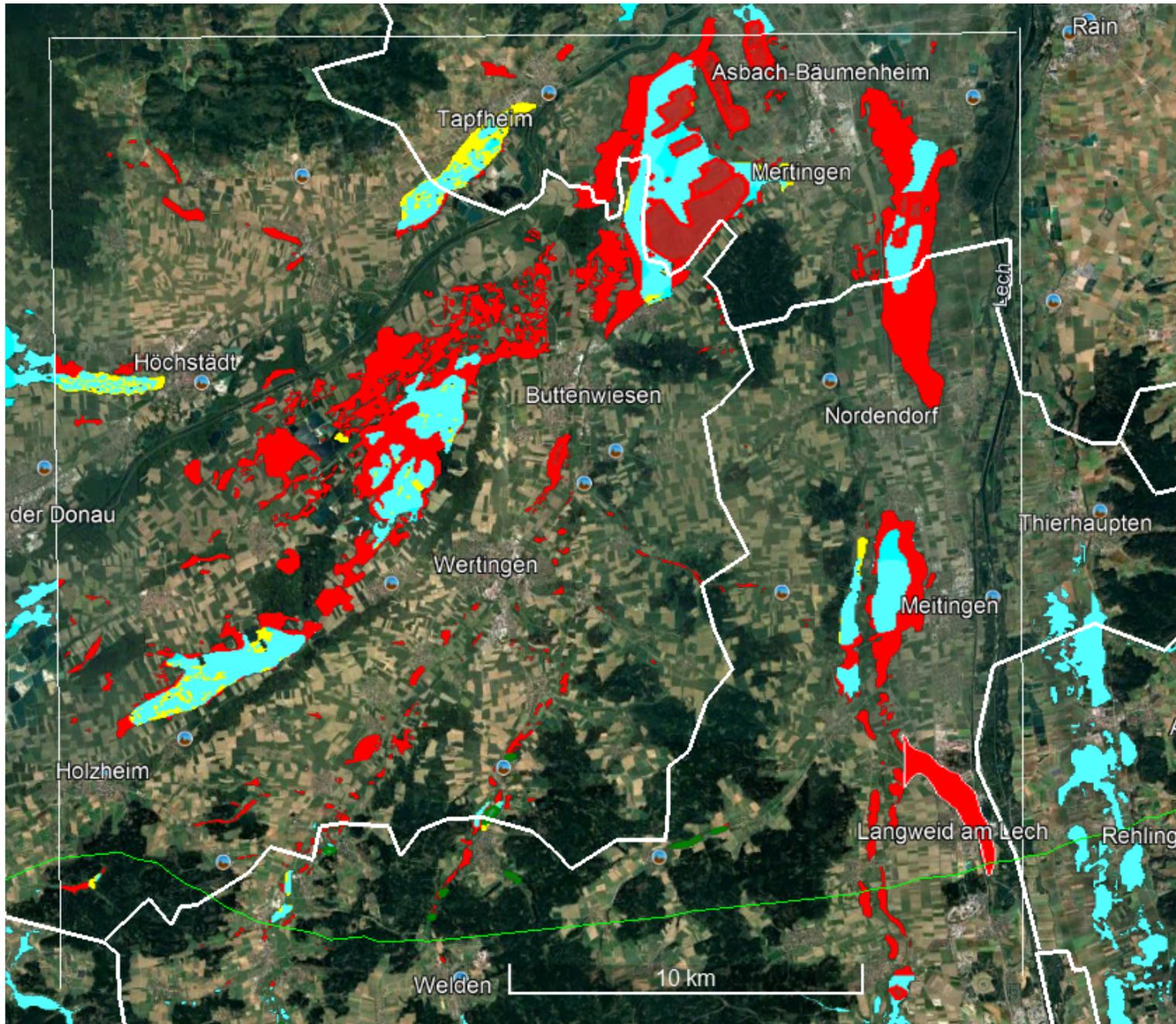


Abbildung A 21: Moorbodenverteilung auf TTA 5 Wertingen (Landkreise DON/GZ). Legende siehe Begleittext.

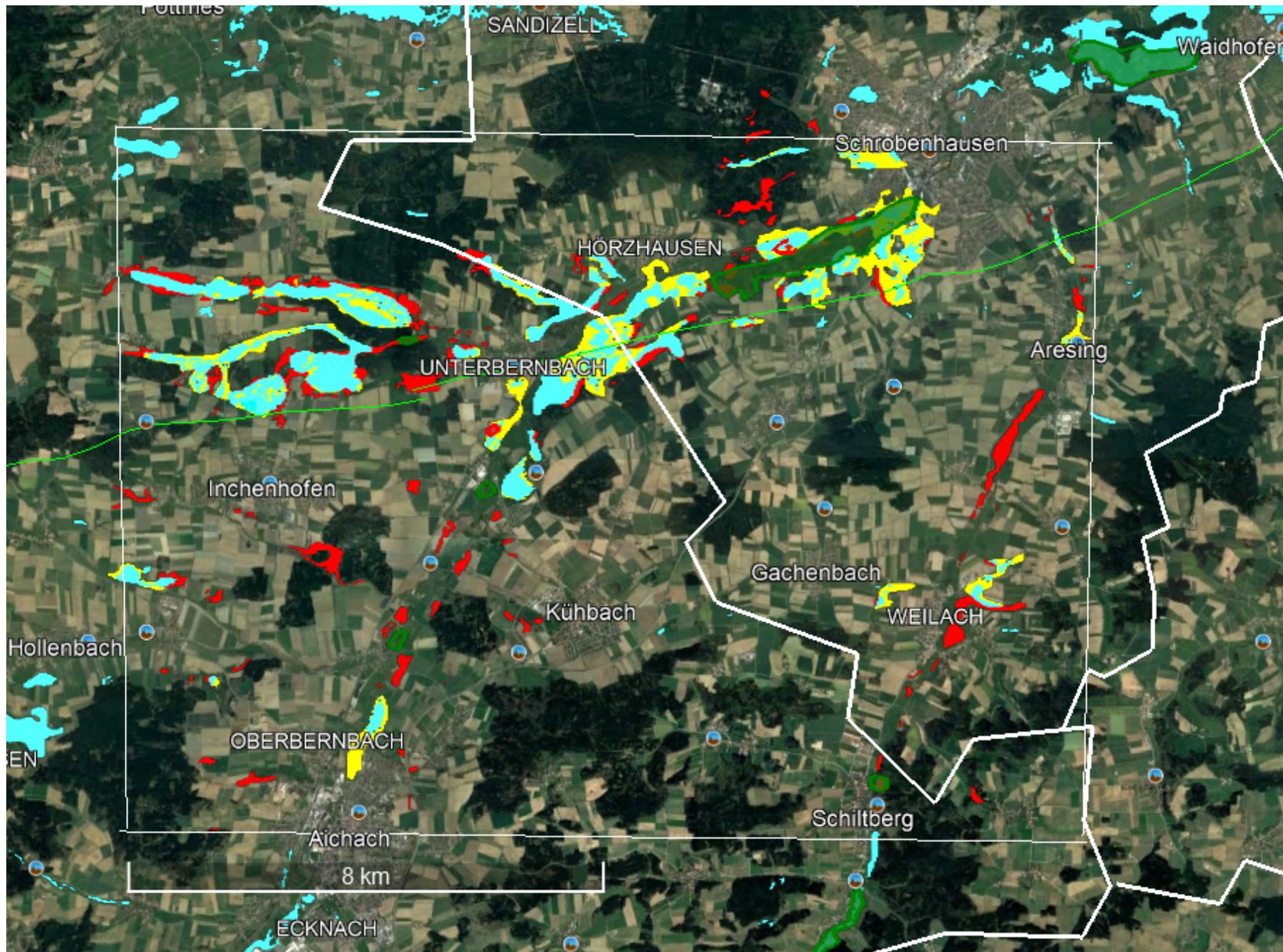


Abbildung A 22: Moorbodenverteilung auf TTA 6 Schrobenhausen (Landkreise AIC/ND). Legende siehe Begleittext.

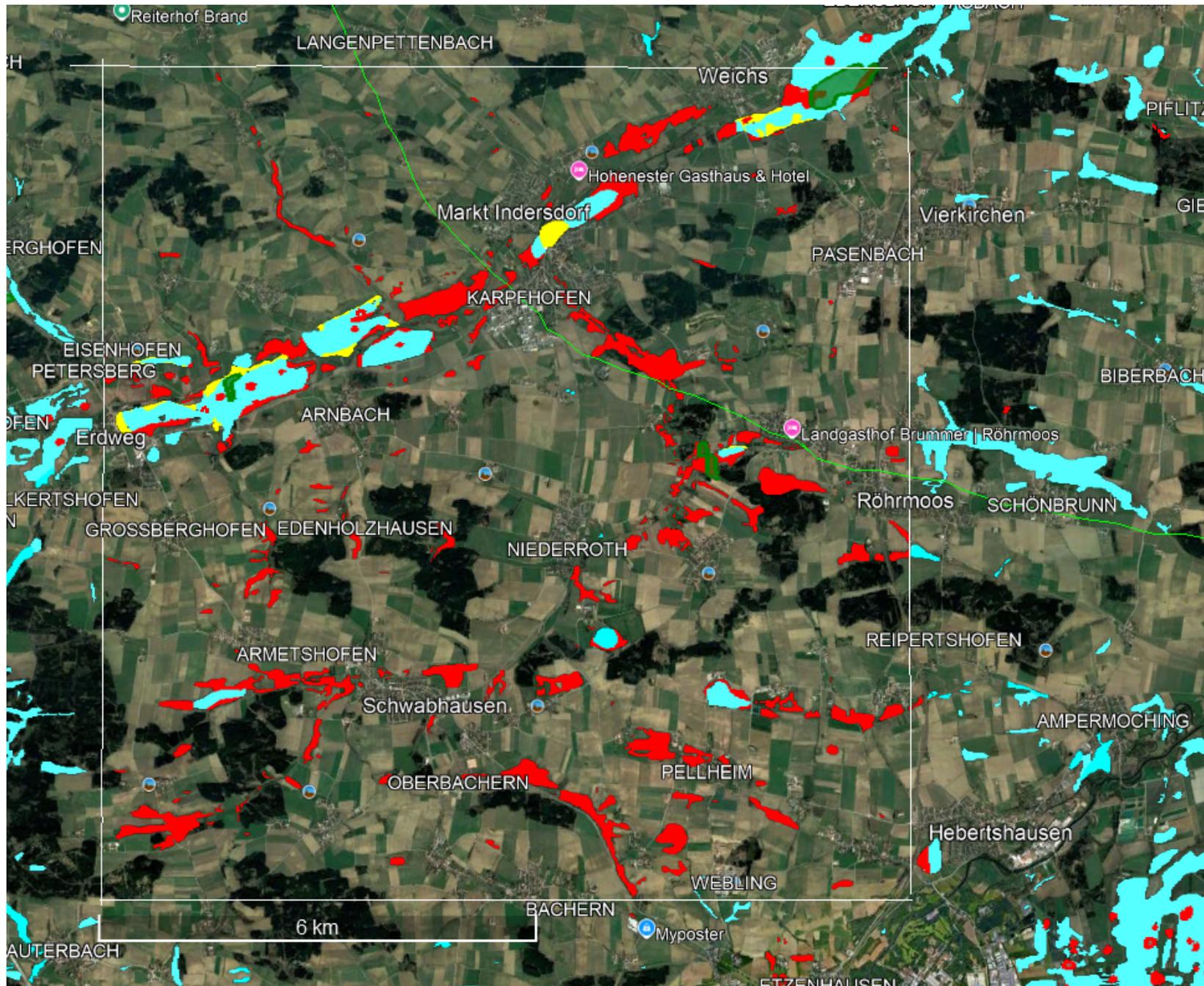


Abbildung A 23: Moorbodenverteilung auf TTA 7 Markt Indersdorf (Landkreis DAH). Legende siehe Begleittext.

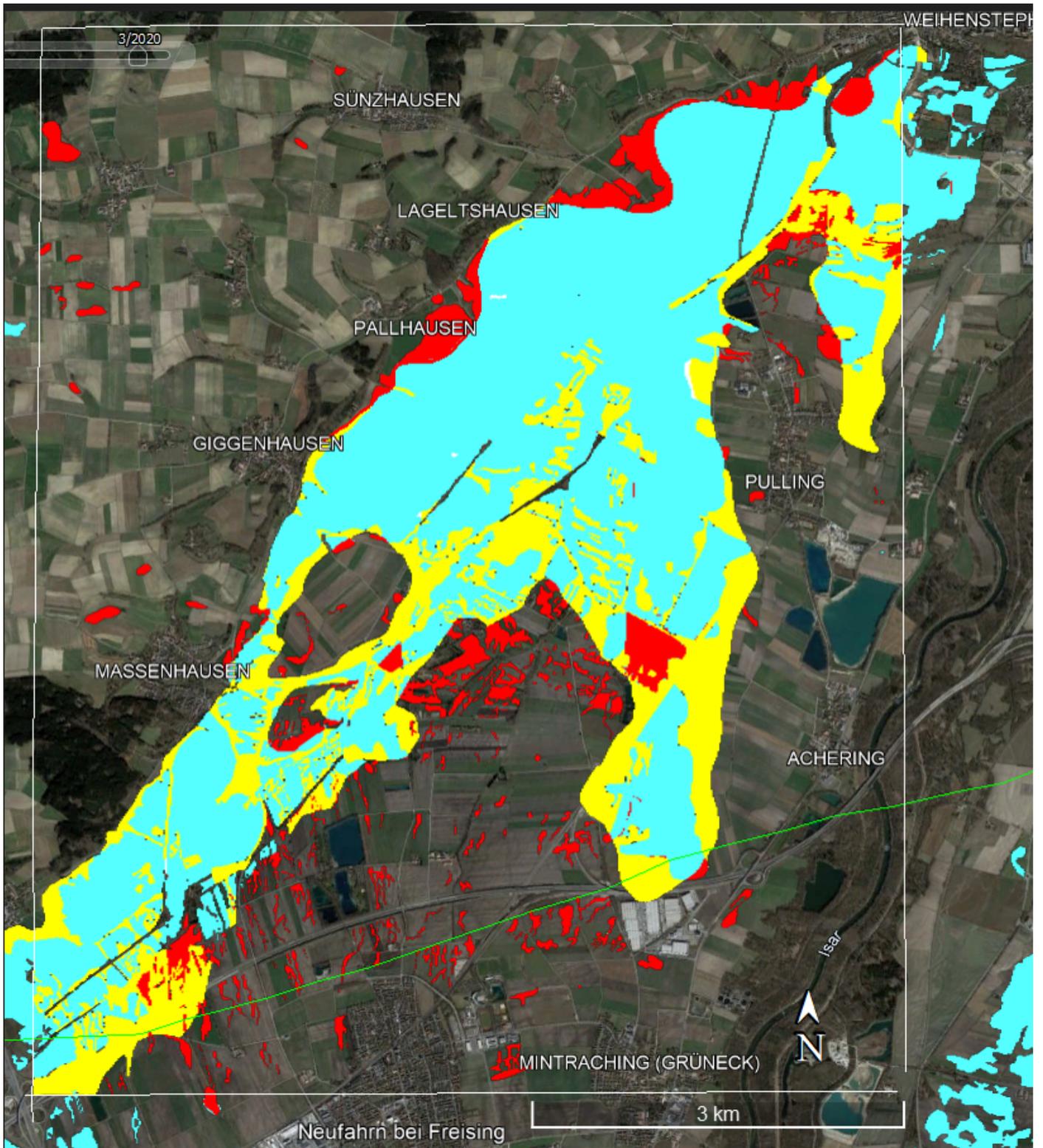


Abbildung A 25: Moorbodenverteilung auf TTA 8 Massenhausen (Freisinger Moos; Landkreis FS). Legende siehe Begleittext.

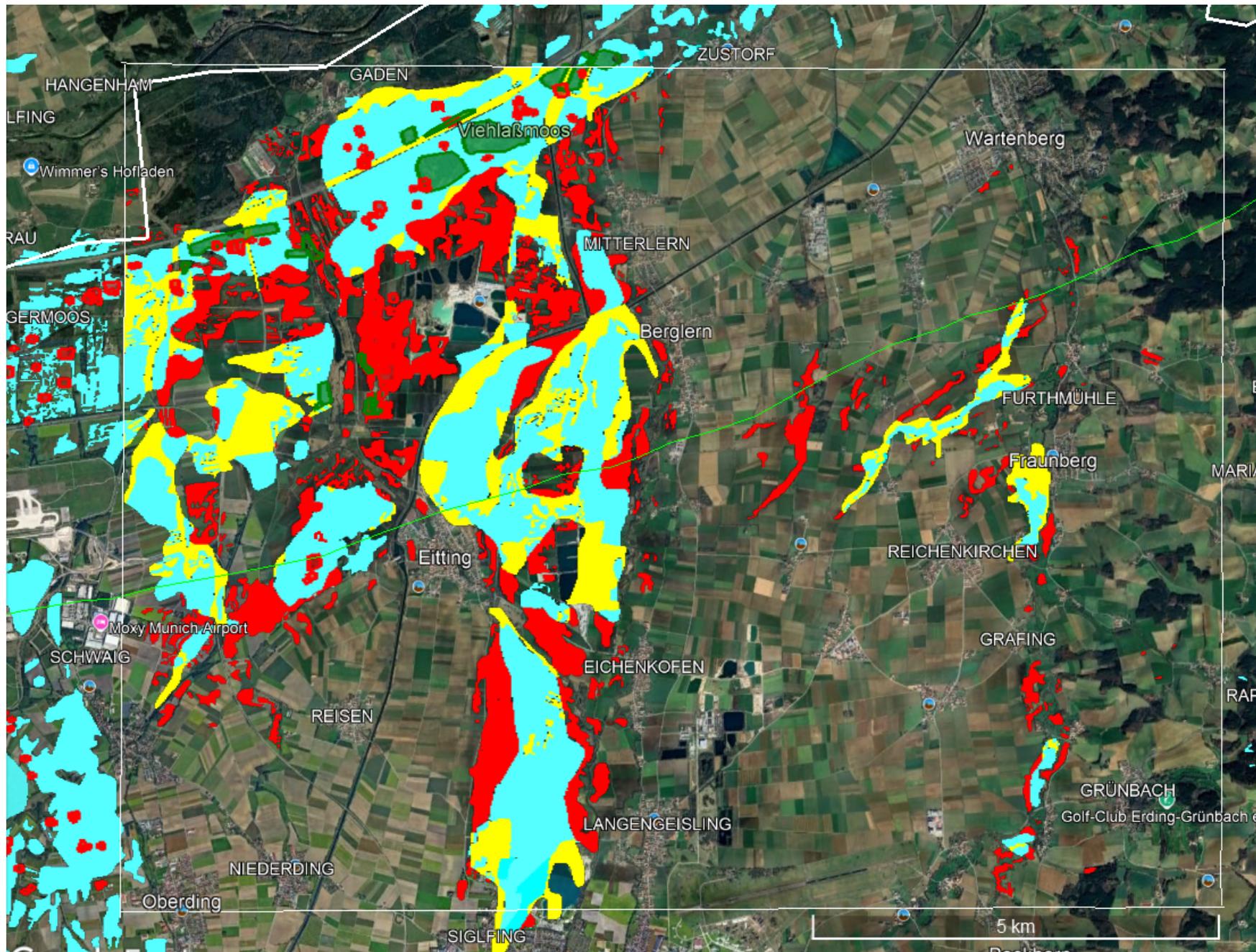


Abbildung A 26: Moorbodenverteilung auf TTA 9 Berglern (Landkreis ED). Legende siehe Begleittext.

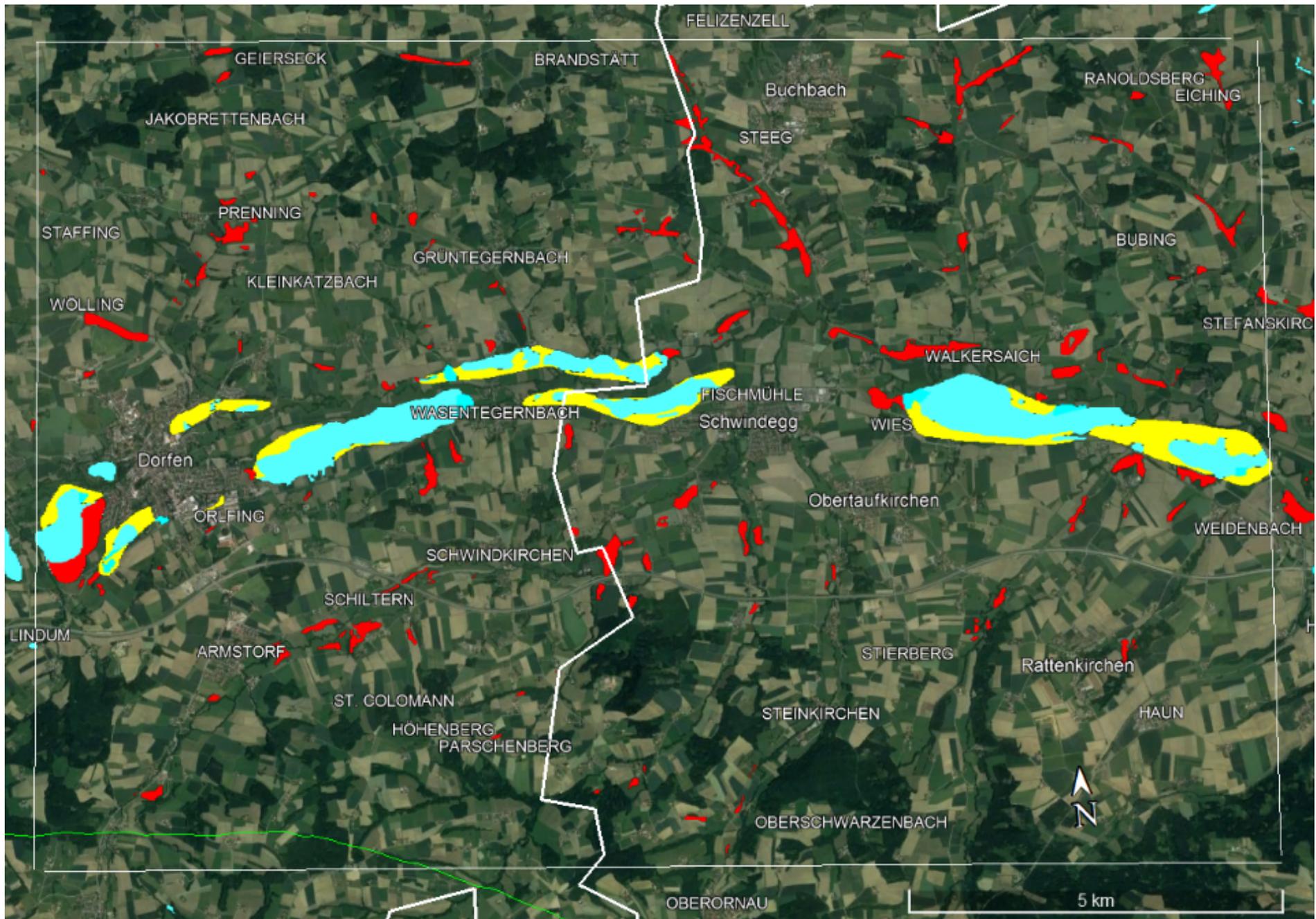


Abbildung A 27: Moorbodenverteilung auf TTA 10 Schwindegg (Landkreise MÜ/ED). Legende siehe Begleittext.

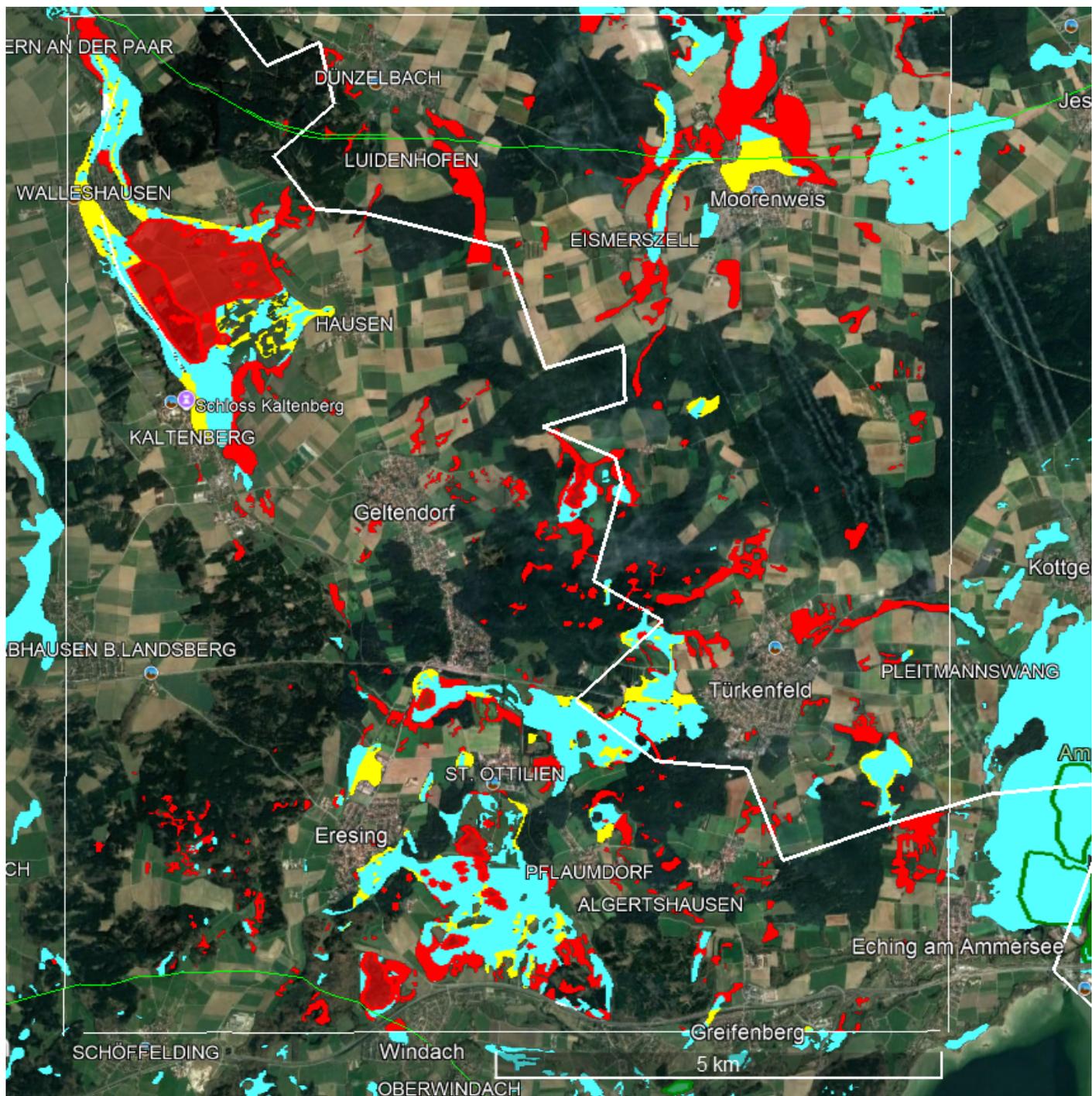


Abbildung A 28: Moorbodenverteilung auf TTA 11 St. Ottilien (Landkeise FFB/LL). Legende siehe Begleittext.

Abbildungen A 29–32: Abtorfungskarte in ausgewählten Beispielen

Nicht alle kleineren Handtorfstiche oder komplett kultivierten Flachabtorfungen sind dargestellt. Kartengrundlage: Bayernatlas. In den Abbildungen 29–31 sind Torfstiche und maschinelle Austorfungen **rot** markiert, in Abbildung 32 dagegen **blau**. Abbildung 32 stellt den Torfabbau in räumliche Relation zu anderen wirtschaftlichen Ansprüchen an die Moore dar.

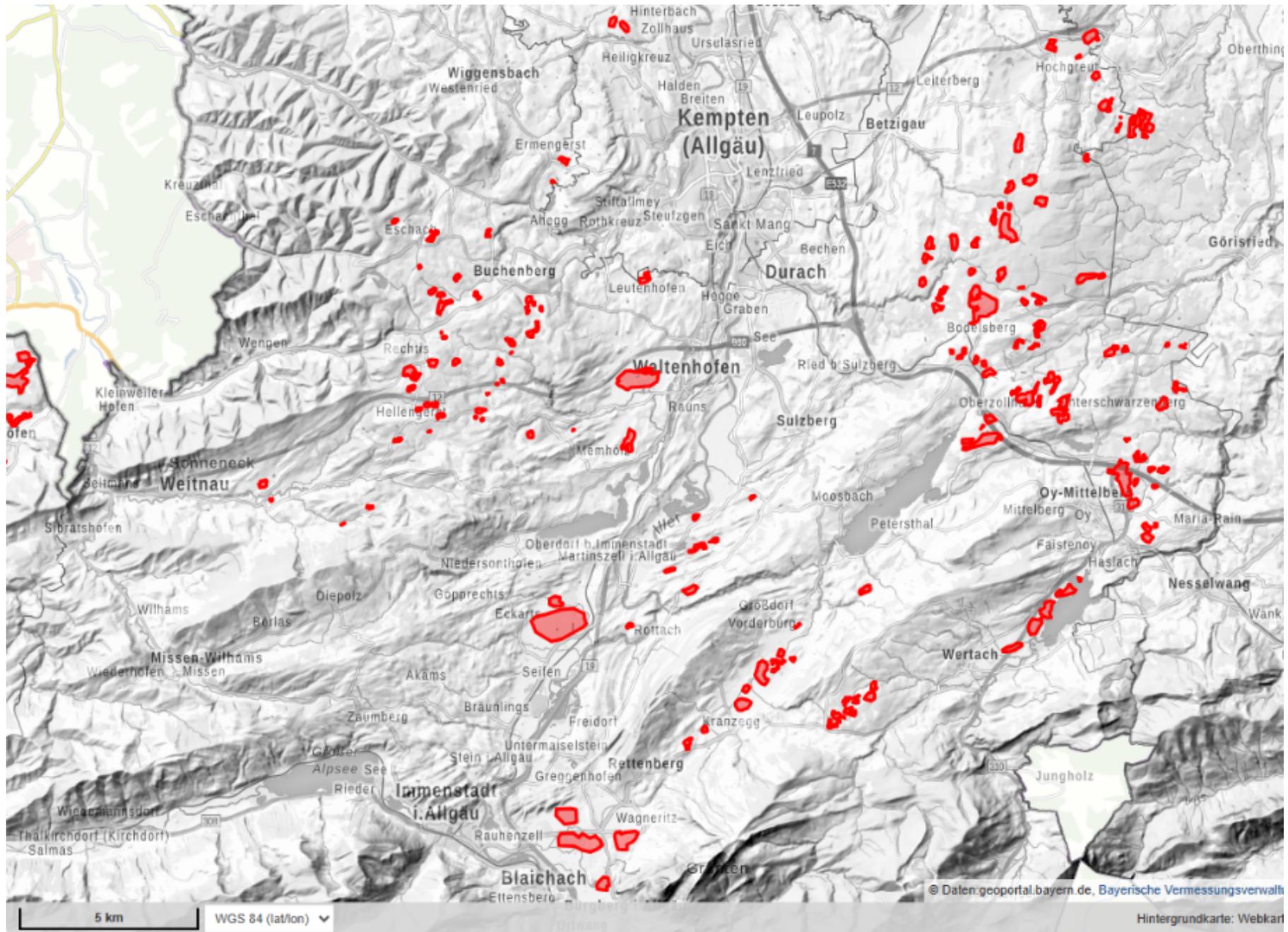


Abbildung A 29: Abtornfungskarte Oberallgäu. Kartengrundlage: Bayern-Atlas.

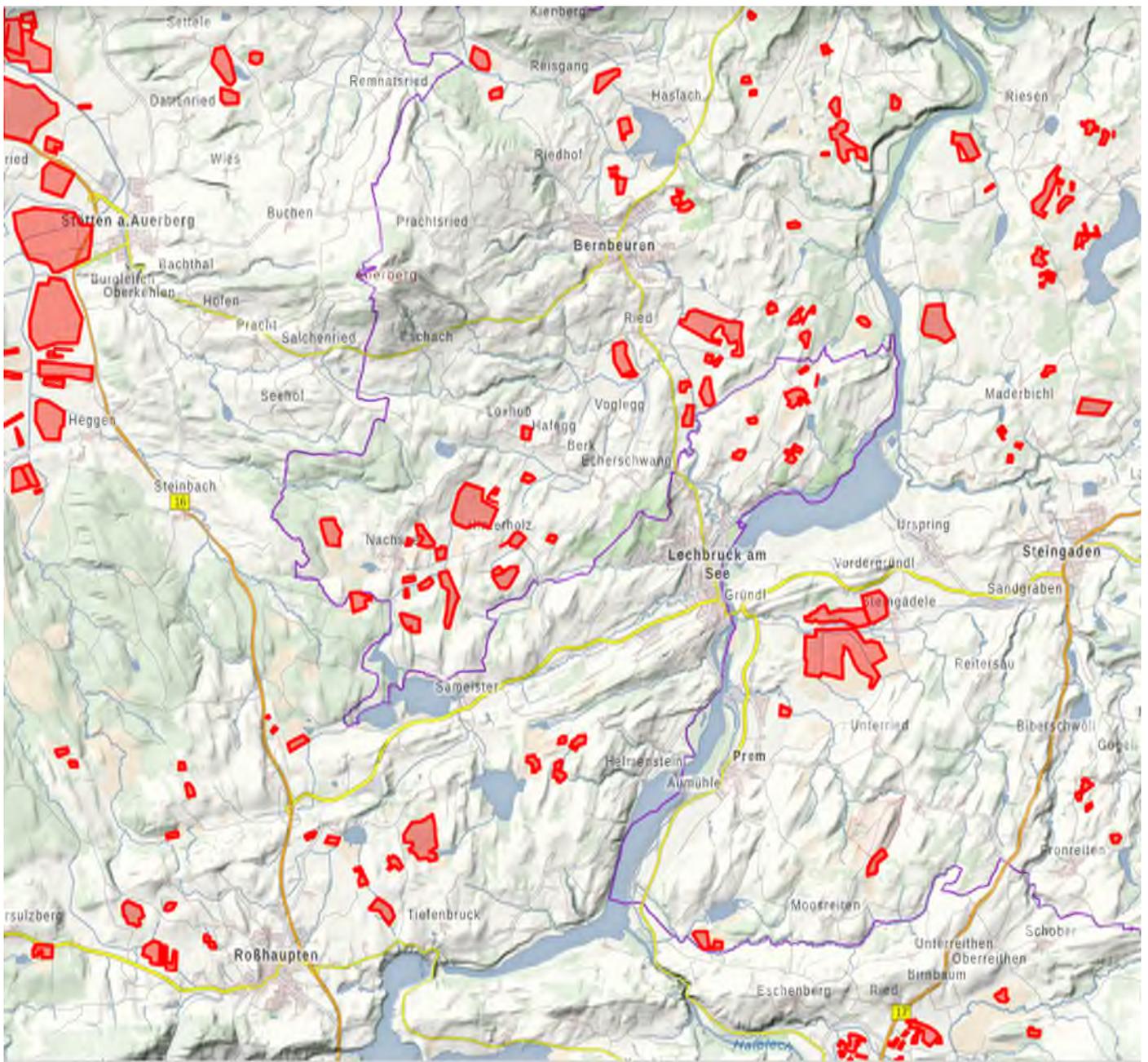


Abbildung A 30: Abtorfungskarte Ostallgäu. Kartengrundlage: Bayern-Atlas.

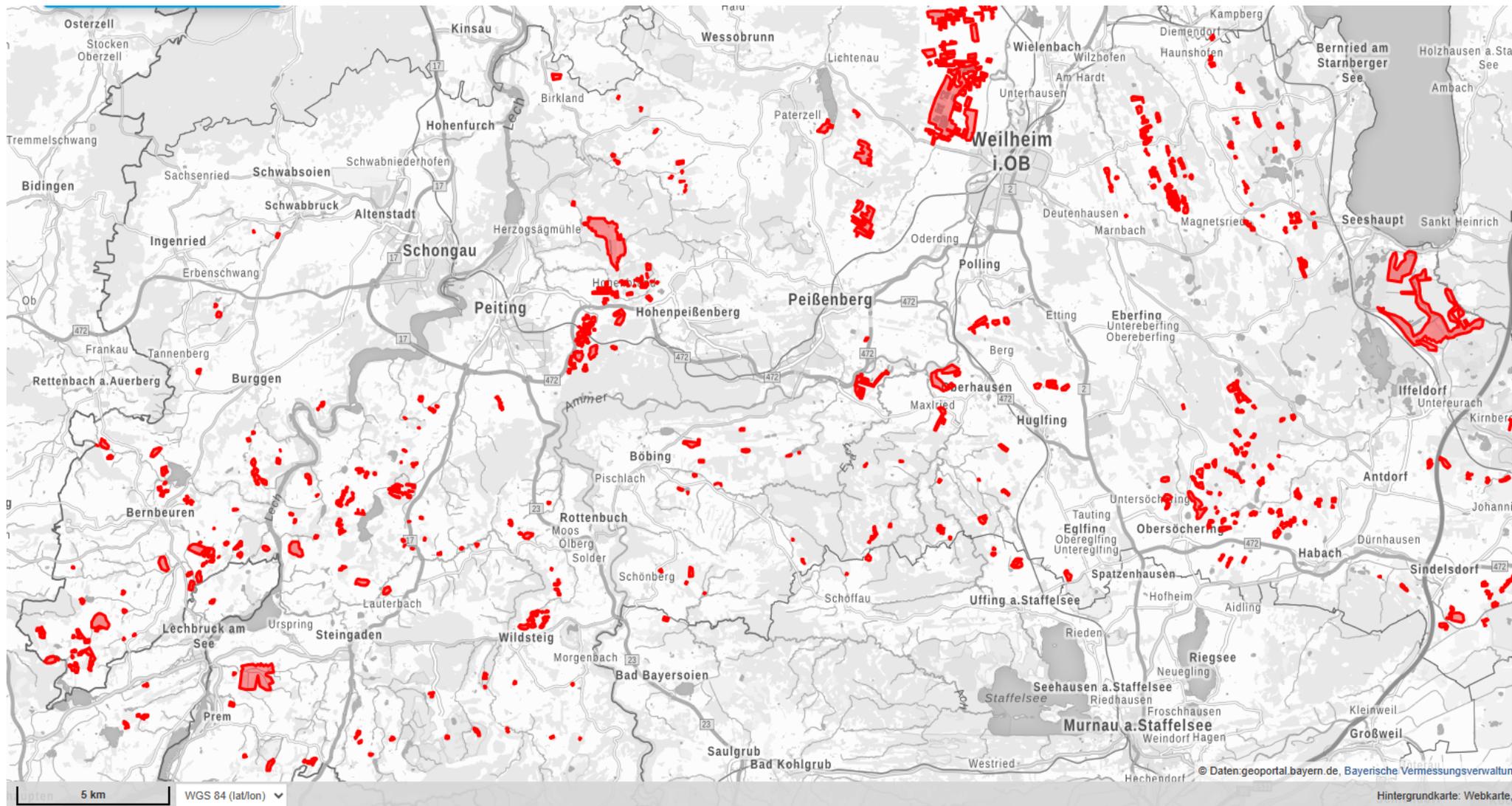


Abbildung A 31: Abtorfungskarte Landkreis Weilheim-Schongau. Angrenzende Landkreise sind nicht dargestellt. Kartengrundlage: Bayern-Atlas.

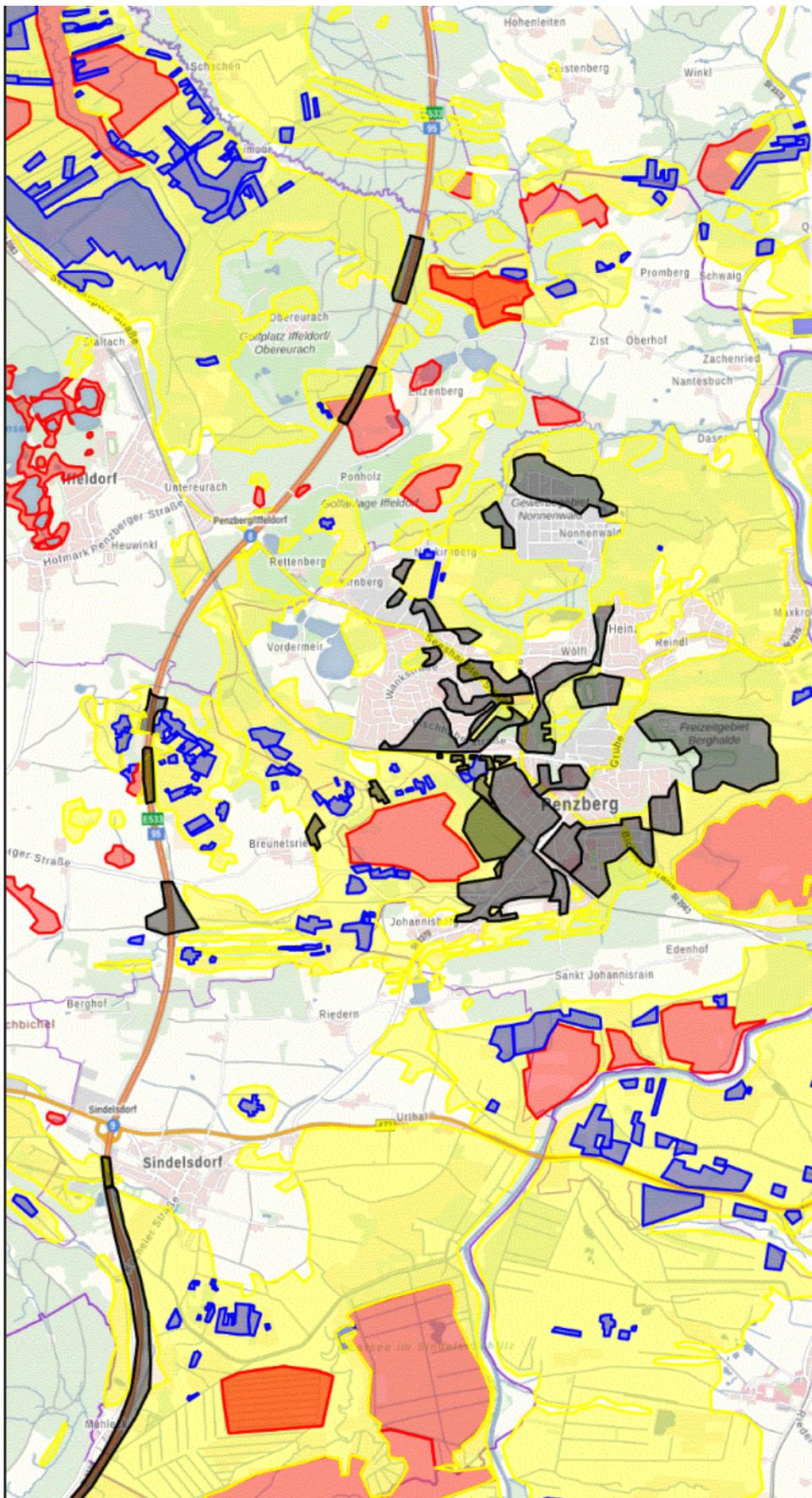


Abbildung A 32: Moorgebiete um Penzberg (Landkreise WM/TÖL): Torfabbaufächen in Flächenrelation zu anderen Moornutzungen.

- Blau = Torfabbaufächen
- Rot = Hydrologisch noch oder wieder intakte Moorflächen
- Gelb = Durch Landnutzung stark beeinträchtigte entwässerte Moorflächen
- Schwarz = Durch Siedlung, Industrie und Verkehrsinfrastruktur zerstörte beziehungsweise überbaute Moorflächen

Literatur

Die Literatur aus diesem Anhang finden Sie im Gesamtliteraturverzeichnis des Artikels.