

# Foodshed München – Bewertung des Einzugsgebiets und der potenziel- len Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln in München.

## Technischer Bericht.



Studie von Dr. José Luis Vicente-Vicente und Dr. Annette Piorr  
im Auftrag des Bundestagsbüros Karl Bär (Bündnis '90/Die Grünen)

Februar 2023

## Index

Zusammenfassung.....	3
Inwieweit können sich Städte nachhaltig aus der Region ernähren? .....	3
Warum und wie wir die mögliche Selbstversorgung für München ermitteln .....	3
Foodshed für München und Region .....	4
1. Erläuterung der Anwendung des MFSS-Modells.....	5
2. Besonderheiten bei der Anwendung des MFSS-Modells auf den Fall München.....	8
3. Bewertung des Angebots (räumliche Analyse).....	9
4. Bewertung der Nachfrage (numerische Analyse).....	13
5. Bewertung der potenziellen Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln im ausgewählten Einzugsgebiet.....	16
6. Analyse der Ergebnisse und Grenzen der Studie.....	21
Wichtigste Ergebnisse .....	21
Beschränkungen der Studie und Vorbehalte bei der Interpretation der Ergebnisse .....	22
7. Implikationen der Ergebnisse: Regionalisierung und Erhöhung der Nachhaltigkeit des Lebensmittelsystems.....	23
Umstellung auf mehr pflanzliche und regionale Ernährung.....	23
Umstellung der Produktionssysteme .....	23
Aufteilung der regionalen Produktion.....	24
Foodshed-Grenzen und Überschneidungen mit anderen Foodsheds.....	26
8. Schlussfolgerungen.....	26
9. Referenzen.....	27
10. Anhang.....	28

## Zusammenfassung

### Inwieweit können sich Städte nachhaltig aus der Region ernähren?

Frisch geerntet, kurz transportiert, nachvollziehbare Herkunft aus der Region, wo Arbeitsplätze gesichert, Landwirtschaft von lokalen Bauern und Bäuerinnen betrieben wird, und damit möglicherweise sogar vielfältigere Agrarlandschaften mit Erholungs- und/ oder Biodiversitätswert geschaffen werden. Eine Vision, die für viele Großstadtregionen in Deutschland und Europa auch aus Nachhaltigkeitsgründen attraktiv ist: Kurze Transportwege sind klimafreundlicher. Ländliche Entwicklung und der Beziehungen zwischen Stadt und Land können gestärkt werden, weil kurze Wertschöpfungsketten positive wirtschaftliche und soziale Auswirkungen vor Ort haben. Lokal ausgerichtete Anbauplanung kann sogar besonders umwelt- und biodiversitätsfreundlich erfolgen, wenn die entstehenden neuen Märkte oder Politik die entsprechenden Rahmenbedingungen schaffen.

Zunächst aber stellen sich wichtige Fragen: Inwieweit ist diese Vision einer re-regionalisierten Landwirtschaft umsetzbar? Wäre es rein theoretisch betrachtet möglich, eine Großstadt, die selbst ja kaum Flächen für die Landwirtschaft bereithält, aus der Region zu ernähren? Wie groß wäre eine solche Region, wenn man berücksichtigt, dass Bodengüte, Betriebsstrukturen, und betriebliche Spezialisierungen vergleichsweise typische und nicht ad hoc veränderbare Rahmenbedingungen darstellen für den Umbau einer Landwirtschaft, die neu entstehende regionale Märkte bedienen will? Und welchen Einfluss haben Verbraucher mit ihrem Ernährungsverhalten? Was würde es z.B. für die mögliche Selbstversorgung einer Region bedeuten, wenn weniger Fleisch konsumiert würde, dessen Erzeugung bekanntermaßen viel mehr Fläche erfordert, als die Erzeugung der gleichen Menge an Proteinen auf pflanzlicher Basis?

### Warum und wie wir die mögliche Selbstversorgung für München ermitteln

Wie in anderen Großstadtregionen etablieren sich in München und seinem Umland zunehmend neue und flexiblere Modelle von Produktion, Organisation und Konsum, die einen stärkeren Bezug zur Region und ihren Akteuren vor Ort aufweisen. Die Politik sieht hier einen wichtigen Ansatzpunkt, geeignete Rahmenbedingungen für gesunde Ernährungsweisen, faire Ernährungsumfelder und nachhaltigere Erzeugung in der Region zu schaffen.

Ein erster Schritt für Diskussionen und politische Prozesse in diese Richtung sind Potenzialstudien, wozu Foodshed-Modellierungen gehören. Sie berechnen das theoretische Einzugsgebiet von Lebensmitteln, also den Flächenumfang der nötig ist, um die BewohnerInnen unter Berücksichtigung ihres Konsumverhaltens an Lebensmitteln verschiedener Produktgruppen aus dem direkten Umfeld zu ernähren. Wobei lokale z.B. Anbaubedingungen, Erträge und landwirtschaftliche, aber auch naturräumliche Strukturen berücksichtigt werden. Szenarien erlauben die Berücksichtigung alternativer Produktionsmethoden, veränderter Ernährungsweisen, der Beibehaltung bestehender Spezialisierung auf Sonderkulturen oder der Wiedervernässung von Mooren.

## Foodshed für München und Region

Die Foodshedmodellierungen dieser Studie zeigen:

- Eine regionale Versorgung innerhalb der räumlichen Grenzen der drei Regierungsbezirke Oberbayern, Niederbayern und Schwaben wäre zur Sicherstellung der Ernährung der Bevölkerung Münchens und der genannten Regionen möglich. Lässt man die für den globalen Markt relevanten Anbauflächen für Hopfen unverändert, kann theoretisch in der Region immer noch mehr produziert als lokal verbraucht werden, sowohl bei rein konventioneller (Selbstversorgungsgrad rd. 160%) als auch bei rein ökologischer Bewirtschaftung (Selbstversorgungsgrad 117%). Das theoretische Nahrungsmitelezugsgebiet um München hätte entsprechend einen Radius von 114km (für konventionelle Produktion) gegenüber 125 km (für ökologische Produktion).
- Die Vermeidung von Lebensmittelabfällen entlang der Wertschöpfungskette (vor und nach der Ernte, bei Aufbereitung, Weiterverarbeitung, Lagerung, Vertrieb und Handel, in Haushalten) birgt weitere signifikante Flächenpotenziale. Weniger Nahrungsmittelabfälle lassen den Foodshed-Radius um bis zu 10 km sinken, und machen Flächenpotenziale frei für entsprechende alternative Nutzungen oder den Naturschutz.
- Ernährungsumstellung ist ein weiterer wirksamer Hebel für die Erhöhung der Flächenproduktivität. Bei einer Halbierung des Verzehrs von Lebensmitteln tierischer Herkunft, einer Verdopplung des Gemüseverzehrs und deutlich erhöhtem Anteil von Hülsenfrüchten und Nüssen in der Ernährung könnte der Selbstversorgungsgrad bei konventionellem Anbau auf 172% und bei ökologischem Anbau auf 135% steigen.
- Die Wiedervernässung ehemaliger Moorflächen wird wegen ihrer Funktion als möglicher Kohlenstoffspeicher als Strategie zum Klimaschutz vielerorts diskutiert. Solche Flächen finden sich auch im Gebiet der drei Regierungsbezirke, die das potenzielle Nahrungseinzugsgebiet für München und Region ausmachen. Sie umfassen etwa 6% der landwirtschaftlichen Nutzfläche und weisen eine überdurchschnittliche Produktivität auf. Würde man diese Flächen aus der Nutzung nehmen und wiedervernässen, blieben die Einbussen am potenziellen Selbstversorgungsgrad im einstelligen Bereich (9,89% bzw. 7,25%).
- Es wäre also möglich, selbst bei Wiedervernässung ehemaliger Moore, die Region aus den eigenen Flächenpotenzialen nachhaltig und divers zu ernähren, und gleichzeitig für den Weltmarkt zu produzieren, im Umfang von 10%-50% der regional abgesetzten Produktmengen (wobei Anbauggebiete für Hopfen im bisherigen Umfang und Markt agieren würden). Bei zusätzlicher Umstellung der Ernährung könnten Moorschutz und gesunde 100% regionale Ernährung sogar noch Exportpotenziale von >25% (ökologisch) - >60% (konventionell) realisieren lassen.
- Für die Interpretation der Ergebnisse dieser Studie ist es wichtig, zu berücksichtigen, dass es sich um theoretische Modellierungen handelt. Die kreisförmige Repräsentation des Flächenbedarfs für das Nahrungsmitelezugsgebiet (Foodshed) in den Abbildungen dieser Studie soll primär einen Eindruck der Größe des möglichen Gebietes für regionale Ernährung vermitteln, wenngleich in der Praxis die Definition von Regionalität bzw. des Einzugsgebietes für unterschiedliche Produktgruppen durchaus Sinn macht.
- Auch ist zu berücksichtigen, dass im Vergleich von konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung der Flächenbedarf (der beim ökologischen Landbau höher ist) lediglich ein relevanter Aspekt ist. Auf den Umstand, dass im konventionellen System mehr Betriebsmittel (z.B. Futtermittel auf Sojabasis) andernorts hergestellt werden und dort ihren Flächenfootprint hinterlassen, häufig verknüpft mit dortigen teils unerwünschten Umweltwirkungen, konnte im Rahmen dieser Studie nicht vertieft eingegangen werden.

## 1. Erläuterung der Anwendung des MFSS-Modells

Die Bewertung der Selbstversorgung mit Lebensmitteln in München wurde unter Anwendung des Metropolitan Foodshed and Self-Sufficiency Scenario (MFSS) Modells (V1.0) durchgeführt (Zasada et al., 2019) (Abbildung 1). Zunächst wurde ein Nahrungsmittelleinzugsgebiet (Foodshed) für München vorgeschlagen. Danach wurde, basierend auf der Corine Land Cover Map (Copernicus Land Monitoring Service, 2018) die gesamte potenziell nutzbare landwirtschaftliche Fläche (LF) im Nahrungsmittelleinzugsgebiet geschätzt. Die folgenden Kategorien wurden als LF ausgewählt: "unbewässerte Ackerflächen", "Obstbäume und Beerenplantagen", "Weiden", "komplexe Anbaumuster", "hauptsächlich landwirtschaftlich genutzte Flächen mit bedeutenden Bereichen natürlicher Vegetation".

Zum anderen wurde der Pro-Kopf-Flächenbedarf für jedes spezifische Nahrungsmittelprodukt berechnet, indem die Erträge in den Flächenbedarf pro kg Endprodukt umgerechnet und die Verzehrsmuster berücksichtigt wurden (FAO, n.d.). Für einheimische pflanzliche Produkte wurden Daten zu regionalen Erträgen verwendet, während für nicht einheimische Produkte Werte aus (Zasada et al., 2019) verwendet wurden. Bei tierischen Produkten wurden die Umrechnungsfaktoren aus (Zasada et al., 2019) unter Verwendung von pflanzlichen Rohstoffen angewandt. Die Umrechnungsfaktoren sind das Ergebnis einer Modellierung unter Berücksichtigung spezifischer Daten zur tierischen Produktion und dem Futterbedarf. Die Umrechnungsfaktoren berücksichtigen auch den Gewichtsverlust, der bei der Verarbeitung von Lebensmitteln nicht nur für die Tierproduktion (z.B. Fleisch, Milch, Eier), sondern auch für Ackerkulturen und Früchte (z.B. Zucker, Getreide, Obst, alkoholische Getränke) eintritt, um das Endprodukt (z.B. Speisenzucker, Milch, Butter, Käse, Fisch) zu erzeugen.

Der Gesamtflächenbedarf pro Kopf ergibt sich also aus der durchschnittlichen Ernährung (FAO, n.d.) und unter Berücksichtigung des produktspezifischen Flächenbedarfs pro Kopf. Dersich daraus ergebende Flächenbedarf wird in acht Szenarien dargestellt, je nach: 1) Produktionssystem (ökologisch vs. konventionell), 2) Ernährung (Business-as-usual vs. Flexitarier) und 3) Lebensmittelabfälle und -verluste. Die acht resultierenden Szenarien sind wie folgt:



Tabelle 1. Beschreibung der im MFSS-Modell bewerteten Szenarien (Zasada et al., 2019).

Szenario	Ernährungsweise	Beschreibung
S1A	Aktuell konventionell	Basislinie
S1B	Aktuell konventionell	Vermeidung von Lebensmittelverlusten bei Produktion, Aufbereitung, Verarbeitung und Vertrieb
S1C	Aktuell konventionell	Vermeidung von Lebensmittelverlusten bei Produktion, Aufbereitung, Verarbeitung, Vertrieb und Abfällen im Haushalt
S2A	Aktuell Bio	
S2B	Aktuell Bio	Vermeidung von Lebensmittelverlusten bei Produktion, Aufbereitung, Verarbeitung und Vertrieb
S2C	Aktuell Bio	Vermeidung von Lebensmittelverlusten bei Produktion, Aufbereitung, Verarbeitung, Vertrieb und Abfällen im Haushalt
S3	Flexitarier konventionell*	
S4	Flexitarisch Bio*	

\*Die flexitarische Ernährung beinhaltet eine Verringerung des Verzehrs von tierischen Produkten um 50%, eine Erhöhung des Verzehrs von Gemüse (x 2), eine Erhöhung des Verzehrs von Nüssen (x 5) und eine Erhöhung des Verzehrs von Hülsenfrüchten (x 32)

Für das Produktionssystem stammen die Werte aus verschiedenen Studien und Meta-Analysen, bei denen das Referenzsystem die konventionelle Produktion war. Für die Erstellung der Szenarien zu Lebensmittelverlusten und -abfällen wurden fünf Stufen von Lebensmittelverlusten und -abfällen aus (Zasada et al., 2019) unterschieden: 1) verringerte Produktionsleistung durch Krankheit und Tod von Tieren in der landwirtschaftlichen Produktion und mechanische Beschädigung und Ausschuss während der Ernte; 2) Ausschuss und Beschädigung während der Nacherntebehandlung, der Lagerung und des Transports und 3) Ineffizienz bei der Verarbeitung und Verpackung (z.B. durch technisches Versagen und Über- oder Unterproduktion); 4) Verluste und Abfälle im Groß- und Einzelhandel und im Vertriebssystem (Wertminderung oder Verderb; und innerhalb der Haushalte und der Gastronomie); und 5) Abfälle beim Endverbraucher zu Hause oder beim Essen im Restaurant. Es wurde davon ausgegangen, dass auf jeder Stufe ein bestimmter Anteil an Lebensmitteln vermeidbar verloren geht und somit der Flächenbedarf steigt, wohingegen der Flächenbedarf sinkt, wenn Lebensmittelverluste und -verschwendung vermieden werden.

Der produktspezifische Flächenbedarf pro Kopf wird berechnet, indem die Hektarerträge in Flächenbedarf pro kg Endprodukt nach folgender Gleichung umgerechnet werden:

$$A_{cap} = A_0 * \beta_{conv} * \beta_{org} * \beta_{Loss.prod} * \beta_{Waste.cons} * \beta_{local} \quad (1)$$

Dabei ist  $A_0$  die Rohproduktion,  $\beta_{conv}$  und  $\beta_{org}$  die Konventionsfaktoren für die konventionellen und die ökologischen Produktionssysteme. Andererseits wird die potenzielle Flächeneinsparung durch die Vermeidung von Nahrungsmittelverlusten und -verschwendung in der landwirtschaftlichen Produktion, der Nachernte, der Verarbeitung und dem Vertrieb sowie im Haushaltskonsum und der Gastronomie durch die Faktoren  $\beta_{Loss.prod}$  bzw.  $\beta_{Waste.cons}$  berücksichtigt. Schließlich wird der Anteil der heimischen Produktion mit dem Faktor  $\beta_{local}$  berücksichtigt.

Die Nachfrage für die Gesamtregion  $A_{agg}$ , wird geschätzt, indem der Flächenbedarf pro Kopf  $A_{cap}$  auf die Gesamtbevölkerungszahlen des Bezirks und der Region hochgerechnet wird:

$$A_{agg} = A_{cap} * N_{reg.pop} \quad (2)$$

Im MFSS-Modell wird der aggregierte landwirtschaftliche Flächenbedarf für einen bestimmten Regierungsbezirk oder für die gesamte Region durch einen Kreis mit einem Mittelpunkt des Polygons innerhalb der Verwaltungsgrenze dargestellt. Der aggregierte Flächenbedarf für das gesamte Einzugsgebiet wird also durch einen Radius ( $r_{FS}$ ) definiert und durch die folgenden Gleichungen (3-4) berechnet:

$$A_{FS} = \frac{A_{UAA.reg}}{A_{total.reg}} * (A_{agg} + A_{total.distr.} - A_{UAA.distr.}) \quad (3)$$

$$r_{FS} = \sqrt{\frac{A_{FS}}{\pi}} \quad (4)$$

Für die räumliche Darstellung des Flächenbedarfs werden zwei Faktoren berücksichtigt: i) die verfügbare landwirtschaftliche Fläche innerhalb ( $A_{UAA.distr.}$ ) und ii) außerhalb der Bezirksgrenzen. Für die räumliche Modellierung der gesamten Region (d.h. Foodshed Area, AFS) muss der aggregierte Flächenbedarf ( $A_{agg}$ ) die Fläche innerhalb des Distrikts ( $A_{total.distr.}$ ) berücksichtigen, die nicht für die landwirtschaftliche Produktion genutzt werden kann (z.B. Wälder, Wasserflächen, Siedlungen), und wird daher letztendlich erhöht. Wenn der Flächenbedarf höher ist als die LF im Distrikt, werden benachbarte Gebiete berücksichtigt. Die verfügbare regionale Fläche wird als Anteil der landwirtschaftlichen Fläche der Region dargestellt ( $A_{UAA.reg} / \text{Gesamt}_{reg}$ ), was die benötigte Foodshed-Fläche (AFS) erhöht und als Grundlage für die Berechnung des Radius des Flächenbedarfs ( $r_{FS}$ ) verwendet wird.

Auf der anderen Seite ist der Selbstversorgungsgrad auf der Ebene der Regierungsbezirke und des gesamten Einzugsgebiets der andere wichtige Indikator für die regionale Lebensmittelplanung, der bewertet wurde. Wir verstehen Selbstversorgung als die Fähigkeit eines bestimmten Gebiets innerhalb seiner physischen Grenzen (Morris, 1987), den heimischen Nahrungsmittelbedarf der Bevölkerung zu decken (Timmons et al., 2008). Der Selbstversorgungsgrad wird im MFSS-Modell als das Verhältnis zwischen der aggregierten Flächennachfrage ( $A_{agg}$ )

und der verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche ( $A_{UAA,distr}$ ) ausgedrückt. Ein Selbstversorgungsgrad von 100% wäre demnach erreicht, wenn die gesamte Flächennachfrage für die Nahrungsmittelproduktion innerhalb der Bezirks- oder Regionalgrenzen gedeckt werden kann. Somit wären Lebensmittelimporte erforderlich, wenn der Selbstversorgungsgrad unter 100% liegt, während Exporte möglich sind, wenn der Selbstversorgungsgrad über 100% liegt. Die Analyse der räumlichen Verteilung des Selbstversorgungsgrades für einzelne Regierungsbezirke gibt Aufschluss über die Möglichkeit, den Nahrungsmittelbedarf der Bevölkerung innerhalb der Regierungsbezirke durch die ansässige Landwirtschaft zu decken.

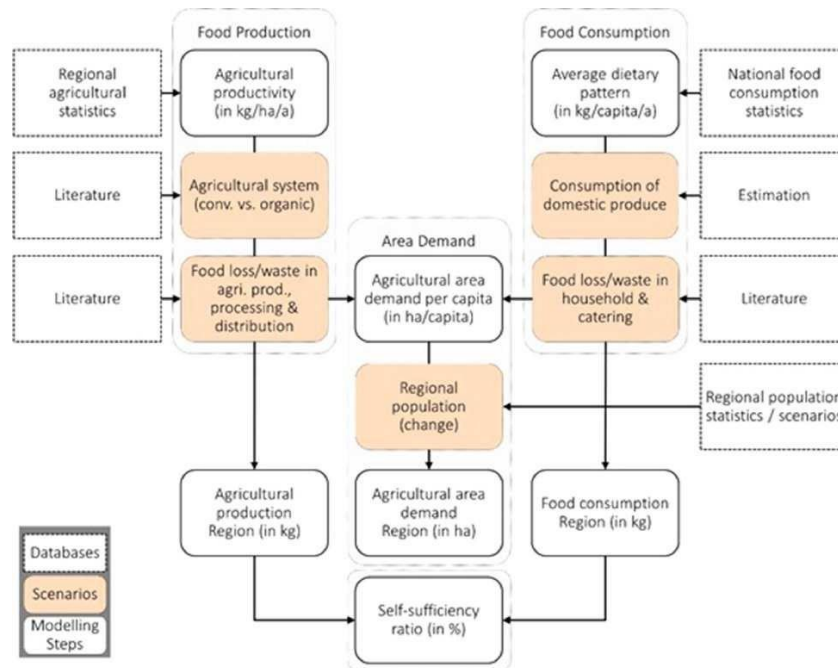


Abbildung 1. Grafische Beschreibung des MFSS-Modellierungsansatzes, der Datenbasis und der Szenarioelemente (Zasada et al., 2019).

## 2. Besonderheiten bei der Anwendung des MFSS-Modells für München

Die Anwendung des MFSS-Modells für München erforderte einige spezifische Änderungen in der Art und Weise, wie das MFSS-Modell angewendet wird, damit bei der Bewertung die besonderen Bedingungen des Gebiets berücksichtigt werden können.

- Aufgrund seiner sozioökonomischen Bedeutung für das Gebiet wurde Hopfen nicht in die LF aufgenommen. Das heißt, alle Gebiete, in denen derzeit Hopfen angebaut wird, wurden von der Bewertung ausgeschlossen.
- Bewertung einer regionalen und nachhaltigen Ernährung (Flexitarier). Wir haben eine spezielle Ernährungsweise berücksichtigt, die eine Reduzierung des Konsums von tierischen Produkten und eine Erhöhung des Konsums von pflanzlichen Produkten vorsieht. Diese Ernährungsweise wurde unter der Annahme einer vollständig konventionellen und einer vollständig biologischen Produktion bewertet. Diese Ernährungsweise



ist eine Anpassung von (Walthall et al., 2022) und ist ein Zusatz zu den sechs "generischen" Szenarien, die im MFSS-Modell enthalten sind.

- Aufgrund der Bedeutung der Erhaltung von Mooregebieten wurden die neun zuvor beschriebenen Szenarien mit und ohne Berücksichtigung von als Moorstandort kartierten Gebieten als LF durchgeführt, so dass insgesamt sechzehn Szenarien entwickelt wurden.

Außerdem wurden zusätzliche Informationen aufgenommen, um die Auswirkungen der Ergebnisse der Modellierung zu untersuchen:

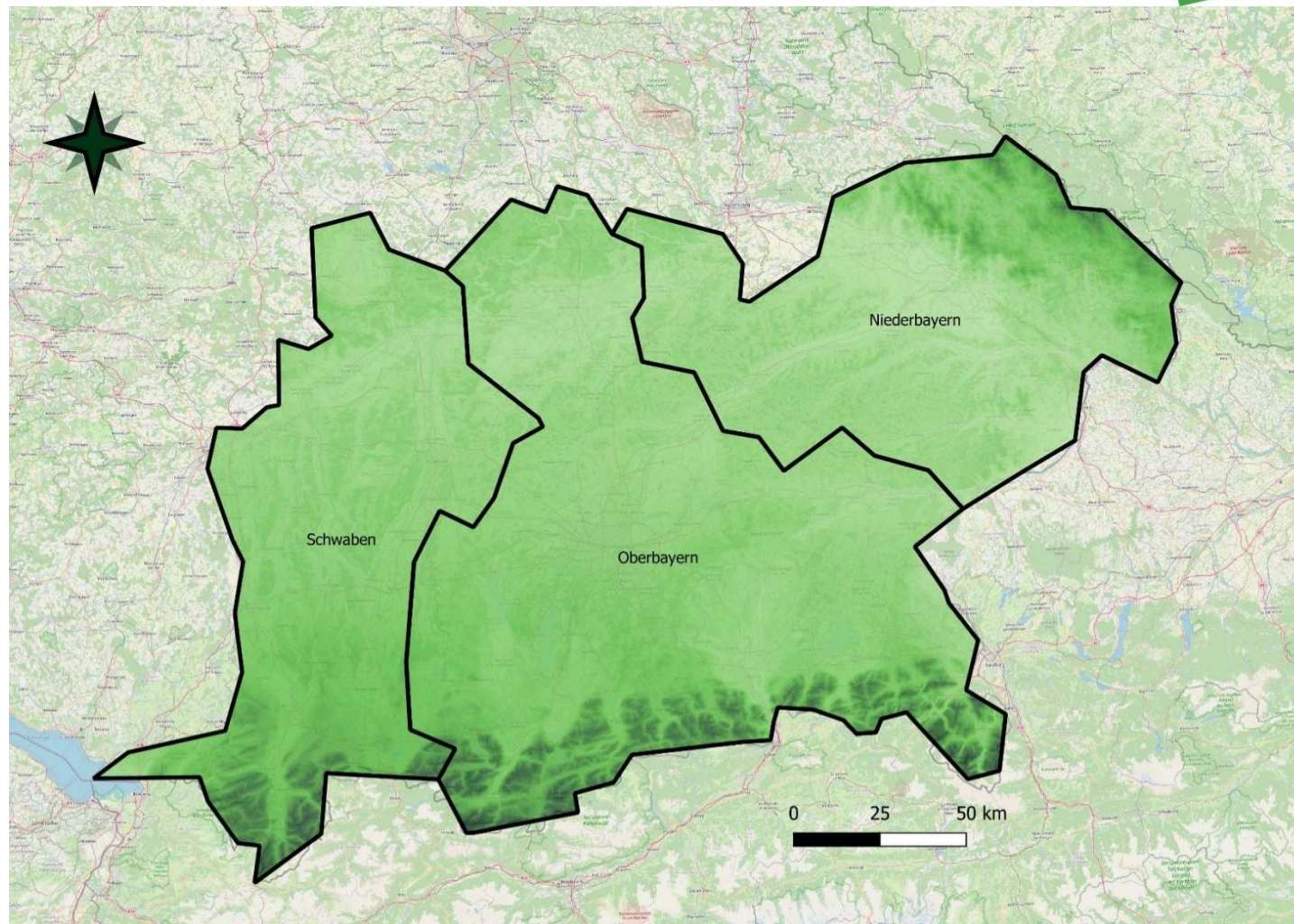
- Karte der Bodenqualität, basierend auf dem Soil Quality Rating (SQR) für Deutschland (Mueller et al., 2007). Die Böden in dem Gebiet wurden anhand der SQR-Werte in fünf Kategorien eingeteilt: sehr schlecht, schlecht, mäßig, hoch und sehr hoch.

### 3. Bewertung des Angebots (Erzeugung, räumliche Analyse)

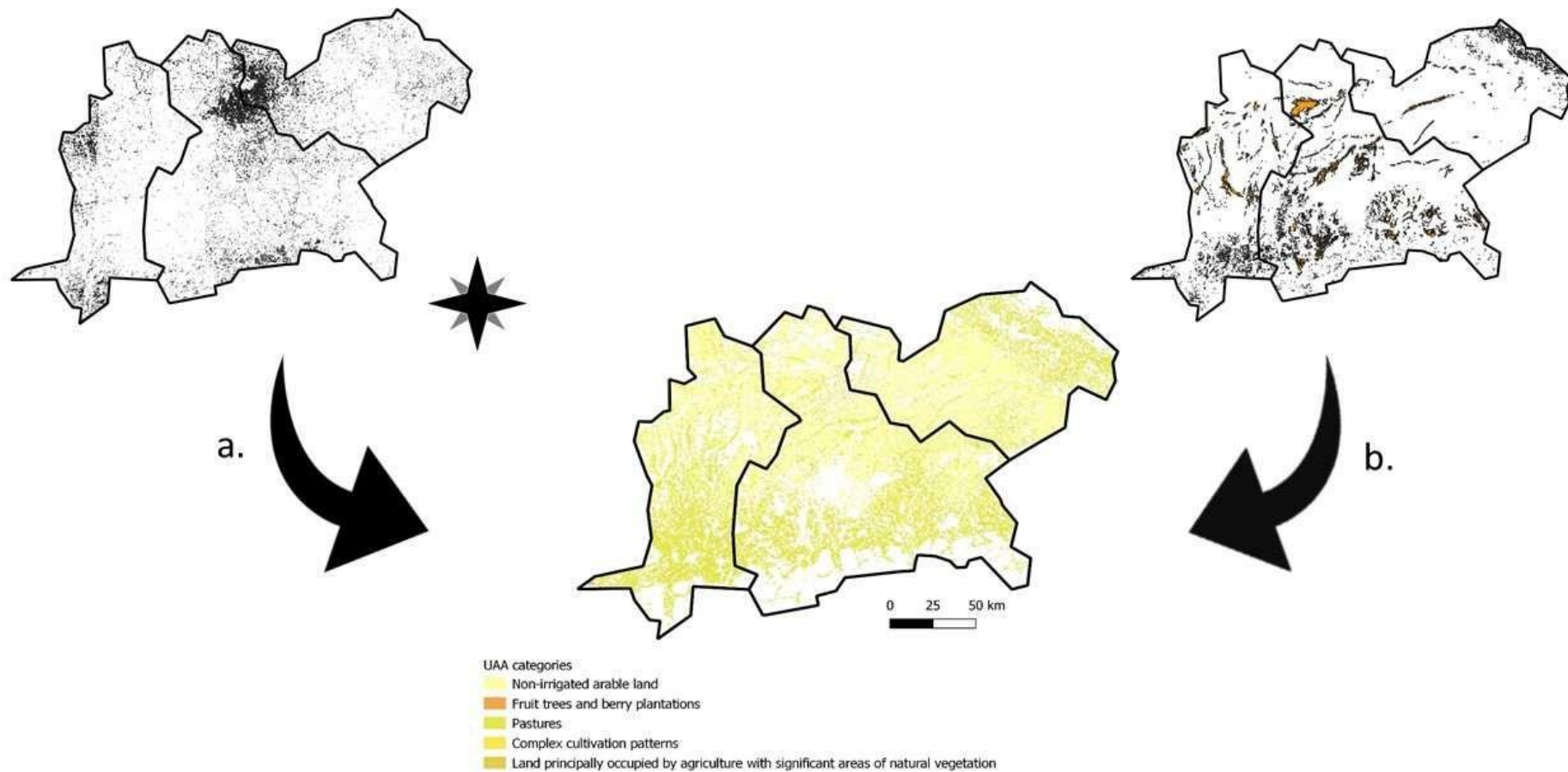
Drei *Regierungsbezirke* wurden für die Bewertung ausgewählt: DE\_21 (Oberbayern), DE\_22 (Niederbayern) und DE\_27 (Schwaben) (Karte 1). In den drei Gebieten leben insgesamt 7.900.663 Einwohner auf einer Fläche von rund 3.785.300 ha.

Die landwirtschaftlich nutzbare Fläche (LF) (Karte 2) wurde anhand der Corine Land Cover Karte (2018) geschätzt (Copernicus Land Monitoring Service, 2018) und wählte als LF die folgenden Kategorien aus: "unbewässertes Ackerland", "Obstbäume und Beerenplantagen", "Weiden", "komplexe Anbaumuster", "hauptsächlich landwirtschaftlich genutzte Flächen mit bedeutenden Bereichen natürlicher Vegetation". Außerdem wurde, wie in Abschnitt 2 dargestellt, das gesamte Anbaugebiet für Hopfen aus der Bewertung herausgenommen (Karte 2.a). Auch wurden alle anderen Landnutzungen wie natürliche Ökosysteme, Wälder und natürliches Grasland ausgeschlossen.

Hinsichtlich der Berücksichtigung von Moorstandorten (Karte 2.b) wurden also zwei Szenarien erstellt: Eine LF, die Mooregebiete als landwirtschaftliche Fläche einschließt, und ein weiteres Szenario, bei dem die Mooregebiete erhalten bleiben (d.h. sie sind nicht Teil der LF). Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, beläuft sich die geschätzte LF einschließlich der Mooregebiete auf insgesamt 2.090.532 ha, was 55% der Gesamtfläche entspricht und unter Berücksichtigung der Bevölkerung eine Gesamtfläche von 2.646 qm/Kopf bedeuten würde. Bei Ausschluss der Mooregebiete sinken diese Zahlen leicht auf insgesamt 1.961.147 ha LF (52% der Gesamtfläche) und 2.482 qm/Kopf.



**Karte 1.** Für die Stadt München vorgeschlagenes Nahrungsmiteleinzugsgebiet (Foodshed). Das Einzugsgebiet wird von drei Regierungsbezirken gebildet: Schwaben, Oberbayern und Niederbayern. Die grüne Farbe zeigt die Höhenlage an, wobei sich die dunkelgrüne Farbe auf hohe Höhenlagen bezieht (max. Wert von 2938m.ü.M.), während die hellgrüne Farbe niedrigere Höhenlagen anzeigt (min. Wert von 251m.ü.M.).



**Karte 2.** Landwirtschaftlich nutzbare Fläche (LF), geschätzt aus den ausgewählten Kategorien der Corine Land Cover Map (2018) (mittlere Karte) nach Abzug der für Hopfen genutzten Fläche (a) (Karte oben links). Es wurden zwei Gruppen von Szenarien erstellt, die die Einbeziehung oder Nicht-Einbeziehung von Mooregebieten in die LF berücksichtigen (b) (Karte rechts oben).

Tabelle 2. Landwirtschaftlich nutzbare Fläche (LF) in jedem Regierungsbezirk. Sie enthält den Anteil der LF an der Gesamtfläche und die LF/Kopf pro ha und pro qm. Die Ergebnisse werden für die beiden Gruppen von Szenarien mit (Szenario 1) und ohne (Szenario 2) Moorgebiete gezeigt.

Szenario 1 (Moorgebiete als UAA eingeschlossen)							
Regierungsbezirk	Bevölkerung (2019)	Gesamtfläche (ha)	UAA (ha)	Anteil der UAA an der Gesamtfläche	UAA/Kopf (ha)	UAA/Kopf (qm)	
DE_21	Oberbayern	4729243	1752900	878577	0.50	0.1858	1858
DE_22	Niederbayern	1253441	1033000	611138	0.59	0.4876	4876
DE_27	Schwaben	1917979	999400	600817	0.60	0.3133	3133
<b>Region</b>	<b>INSGESAMT</b>	<b>7900663</b>	<b>3785300</b>	<b>2090532</b>	<b>0.55</b>	<b>0.2646</b>	<b>2646</b>
Szenario 2 (ohne Moorgebiete)							
			UAA (ha)	Anteil der UAA an der Gesamtfläche	UAA/Kopf (ha)	UAA/Kopf (qm)	
			798987	0.46	0.1689	1689	
			599262	0.58	0.4781	4781	
			562898	0.56	0.2935	2935	
			<b>1961147</b>	<b>0.52</b>	<b>0.2482</b>	<b>2482</b>	



#### 4. Bewertung der Nachfrage (numerische Analyse)

Die Daten zum Nahrungsmittelverbrauch (kg/Kopf/Jahr) wurden von der FAO übernommen, insbesondere aus den Nahrungsmittelbilanzen von FAOSTAT (FAO, n.d.). Es handelt sich um die neuesten für Deutschland verfügbaren Daten aus dem Jahr 2019 (Tabelle 3).

Tabelle 3. Konventionelle und flexitarische Ernährung (kg/Kopf/Jahr) und geschätzte Erträge (t/ha/Jahr) (Dateninput in das MFSS-Modell). Die konventionelle Ernährung entspricht Angaben der FAO, bei der flexitarischen Ernährung würden Anpassungen (wie in Tab.1 erläutert) umgesetzt, wobei Gemüse und Obst gruppiert wurden, um die Bewertung zu erleichtern.

Produkt	Verbrauch konventionell	Flexibler Konsum	Erträge
Legehühner (Eier)	12.03	6.02	
Geflügelfleisch	18.01	9.01	
Schweinefleisch	42.21	21.11	
Fischfleisch (von Zuchtfischen)	12.63	6.32	
Milch für Molkereiprodukte	228.81	114.41	
Rindvieh	14.49	7.25	
Milch und Fleisch von Schafen und Ziegen	0.82	0.41	
Getreide (Reis, Mehl, Brot und andere Getreideprodukte)	134.96	134.96	8.74
Ölsaaten (Pflanzenfett)	16.78	16.78	4.01
Kartoffeln & Süßkartoffeln	64.54	64.54	46.33
Zucker (Zuckerrüben, Zuckerrohr)	36.72	36.72	92.52
Tomate	13.85	-	315.70
Gemüse	65.72	176.96	36.67
Hülsenfrüchte (Bohnen, Erbsen, andere)	1.77	57.07	3.81
Zwiebeln	8.91	-	44.97
Äpfel	18.97	-	34.28
Früchte aus gemäßigten Regionen	17.48	75.48	9.61
Weintrauben	11.17	-	
Zitrusfrüchte und andere tropische Früchte	16.24	-	
Banane	11.62	-	
Nüsse	5.18	25.90	
Tee	0.37	0.37	
Kaffee	6.08	6.08	
Wein	19.72	19.72	
Bier	85.95	85.95	
<b>GESAMT</b>	<b>865.03</b>	<b>865.03</b>	

Zur Schätzung des Flächenbedarfs pro Kilogramm Produkt (qm /kg) wurden statistische Daten zu den Erträgen in der Region (Bayerisches Landesamt für Statistik, 2021a, 2021b, 2021c) für die regionalen pflanzlichen Produkte verwendet (Tabelle 3), während der Flächenbedarf für die tierischen und tropischen pflanzlichen Produkte anhand der Werte aus dem MFSS-Modell geschätzt wurde (Zasada et al., 2019). Da das Modell im Vergleich zu den statistischen Daten mit einer geringeren Anzahl von Lebensmittelkategorien arbeitet, mussten die Daten zu den



Erträgen gruppiert werden (z.B. Gemüse). Zu diesem Zweck wurde ein gewichteter Durchschnitt der Erträge unter Berücksichtigung der unterschiedlichen aktuellen Anbauflächen der einzelnen Pflanzenarten berechnet. Wenn verfügbar, wurden diese Daten spezifisch für jeden Regierungsbezirk verwendet. Sofern es nicht möglich war, die Erträge auf dieser Ebene zu berücksichtigen, wurden Daten für Bayern verwendet.

Demgemäß wurde der Flächenbedarf für die dargestellten Produktgruppen aus der Berücksichtigung der Nahrungsmittelverbrauchs und der Erträge berechnet. Die Ergebnisse des Flächenbedarfs für die verschiedenen Produktgruppen und die Gesamtwerte für jede Ernährungsweise und jedes Szenario sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4. Flächenbedarf pro Kopf (qm/Kopf) für die acht im Modell enthaltenen Szenarien.

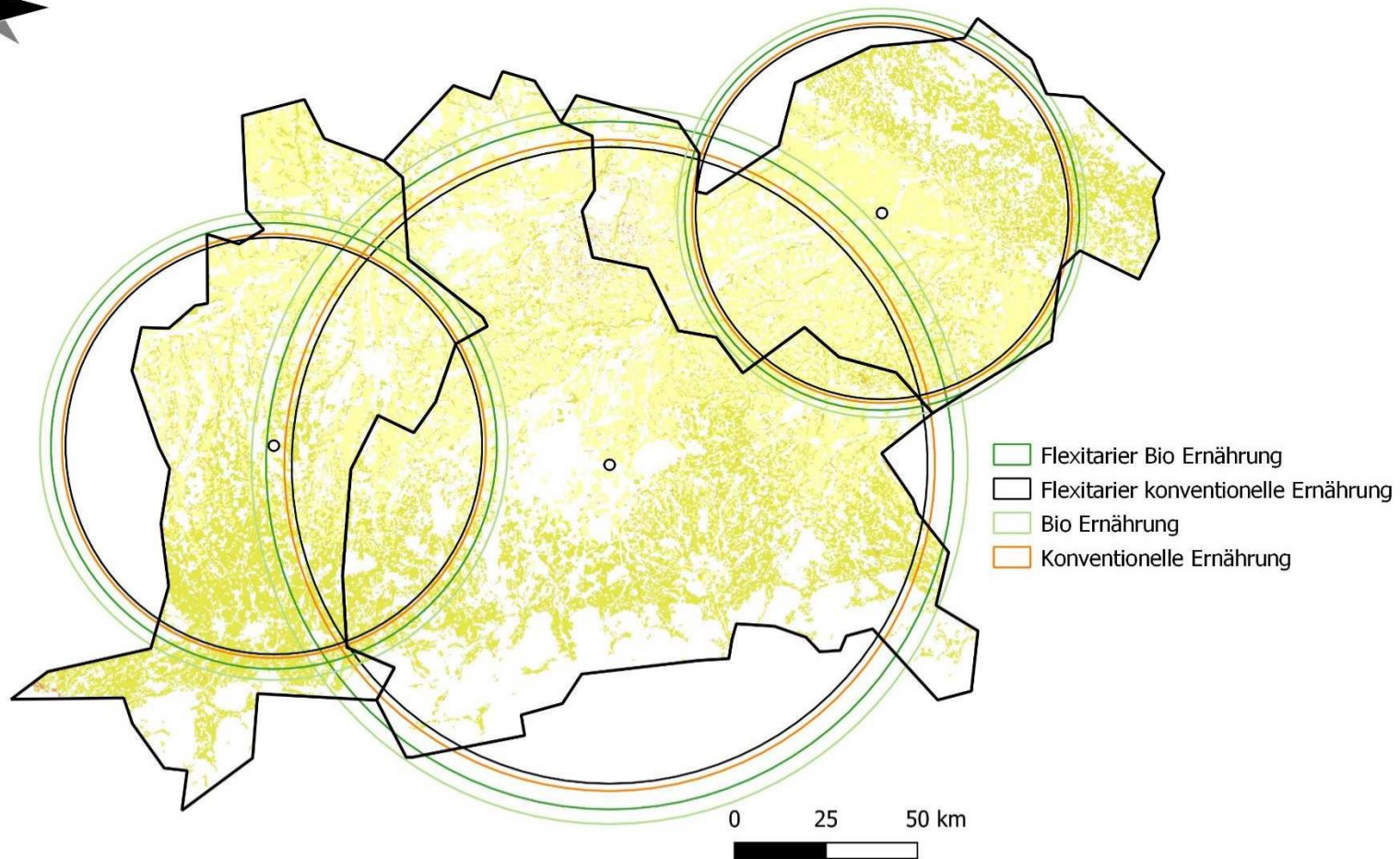
Produkt	Szenario S1A	Szenario S1B	Szenario S1C	Szenario S2A	Szenario S2B	Szenario S2C	Szenario S3	Szenario S4
Legehühner (Eier)	57.74	50.93	45.89	86.62	76.40	68.83	28.87	43.31
Geflügelfleisch	81.05	71.49	64.40	145.88	128.67	115.92	40.52	72.94
Schweinefleisch	299.69	264.34	238.14	425.56	375.36	338.16	149.85	212.78
Fischfleisch (von Zuchtfischen)	34.87	27.45	24.73	41.57	32.72	29.48	17.44	20.78
Milch für Molkereiprodukte	366.10	346.05	323.42	479.59	453.33	423.67	183.05	239.79
Rindvieh	197.06	173.82	156.59	299.54	264.20	238.02	98.53	149.77
Milch und Fleisch von Schafen und Ziegen	8.20	7.23	6.52	12.46	10.99	9.90	4.10	6.23
Getreide (Reis, Mehl, Brot und andere Getreideprodukte)	154.40	129.73	103.78	195.45	164.21	131.37	154.40	195.45
Ölsaaten (Pflanzenfett)	41.83	35.50	34.14	56.52	47.97	46.13	41.83	56.52
Kartoffeln & Süßkartoffeln	13.93	8.65	7.40	19.90	12.36	10.57	13.93	19.90
Zucker (Zuckerrüben, Zuckerrohr)	3.97	3.07	2.60	3.78	2.92	2.47	3.97	3.78
Tomate	0.44	0.31	0.26	0.54	0.38	0.32		
Gemüse	17.92	12.68	10.65	23.28	16.46	13.84	48.26	62.67
Hülsenfrüchte (Bohnen, Erbsen, andere)	4.64	3.28	2.76	5.27	3.73	3.13	149.61	170.01
Zwiebeln	1.98	1.40	1.18	2.57	1.82	1.53		
Äpfel	5.53	3.91	3.29	8.02	5.67	4.77		
Früchte aus gemäßigten Regionen	18.18	12.86	10.81	23.31	16.49	13.86	78.51	100.65
Weintrauben	9.79	6.92	5.82	12.55	8.88	7.46		
Zitrusfrüchte und andere tropische Früchte	17.29	11.88	9.99	22.17	15.24	12.80		
Banane	5.69	3.91	3.29	7.30	5.01	4.21		
Nüsse	51.80	35.59	29.91	55.70	38.27	32.16	259.00	278.49
Tee	1.61	1.19	1.10	2.87	2.12	1.96	1.61	2.87
Kaffee	72.38	53.49	49.30	78.67	58.14	53.59	72.38	78.67
Wein	40.24	29.74	27.41	51.60	38.13	35.14	40.24	51.60
Bier	150.25	126.24	100.99	197.70	166.11	132.89	150.25	197.70
<b>Gesamtflächenbedarf pro Kopf (qm/Kopf)</b>	<b>1656.61</b>	<b>1421.68</b>	<b>1264.34</b>	<b>2258.42</b>	<b>1945.61</b>	<b>1732.19</b>	<b>1536.35</b>	<b>1963.94</b>

## 5. Bewertung der potenziellen Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln im ausgewählten Einzugsgebiet

Die Tabellen 5 und 6 zeigen eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Flächenbedarfs, der potenziellen Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln und des Radius für die drei Regierungsbezirke und für das gesamte Nahrungsmitelezugsgebiet (Foodshed), ohne bzw. mit Mooregebieten als UAA. Der Radius wird in den Karten 3 und 4 für die Szenarien S1A (derzeitige konventionelle Ernährung), S2A (derzeitige ökologische Ernährung), S3 (flexitarische konventionelle Ernährung) und S4 (flexitarische ökologische Ernährung) ohne Mooregebiete als UAA grafisch dargestellt. Während Karte 3 die Ergebnisse für die drei Regierungsbezirke zeigt, zeigt Karte 4 die aggregierten Ergebnisse für die gesamte Foodshed. Es ist zu beachten, dass der Radius eine theoretische Darstellung der Fläche ist, die benötigt wird, um 100% des Nahrungsmittelbedarfs zu decken.

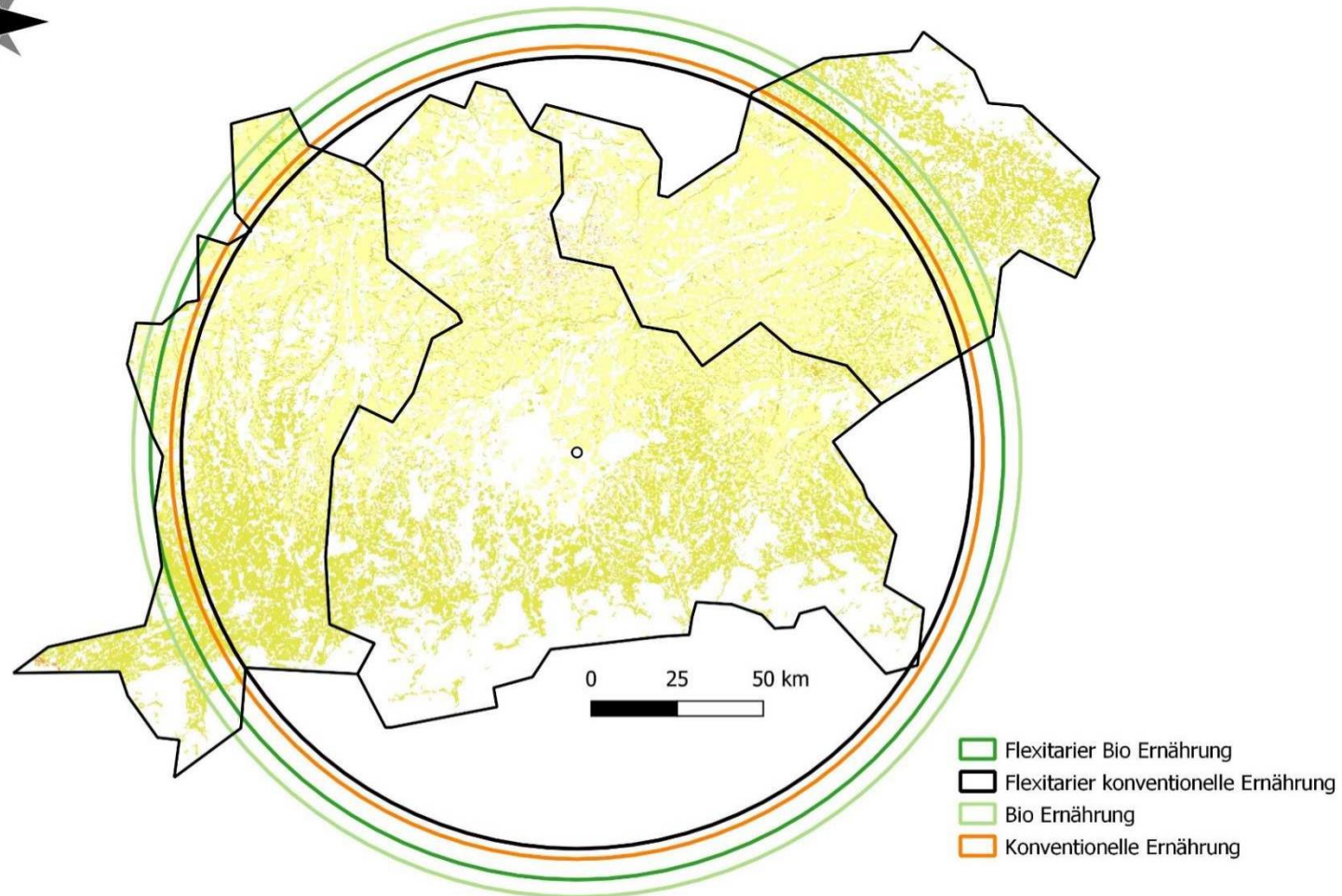
Tabelle 5. Ergebnisse ohne Moorgebiete als potenzielle LF.

	Flächenbedarf (ha)							
	Szenario S1A	Szenario S1B	Szenario S1C	Szenario S2A	Szenario S2B	Szenario S2C	Szenario S3	Szenario S4
Oberbayern	783449	672348	597939	1068064	920127	819193	726579	928793
Niederbayern	207646	178199	158478	283080	243871	217119	192573	246168
Schwaben	317733	272676	242499	433161	373164	332230	294669	376679
<b>Region INSGESAMT</b>	<b>1308828</b>	<b>1123223</b>	<b>998916</b>	<b>1784305</b>	<b>1537162</b>	<b>1368541</b>	<b>1213821</b>	<b>1551640</b>
Flächenbedarf (qm/Kopf)	<b>1657</b>	<b>1422</b>	<b>1264</b>	<b>2258</b>	<b>1946</b>	<b>1732</b>	<b>1536</b>	<b>1964</b>
	Selbstversorgung (%)							
	Szenario S1A	Szenario S1B	Szenario S1C	Szenario S2A	Szenario S2B	Szenario S2C	Szenario S3	Szenario S4
Oberbayern	102%	119%	134%	75%	87%	98%	110%	86%
Niederbayern	289%	336%	378%	212%	246%	276%	311%	243%
Schwaben	177%	206%	232%	130%	151%	169%	191%	149%
<b>Region INSGESAMT</b>	<b>150%</b>	<b>175%</b>	<b>196%</b>	<b>110%</b>	<b>128%</b>	<b>143%</b>	<b>162%</b>	<b>126%</b>
	Radius (Km)							
	Szenario S1A	Szenario S1B	Szenario S1C	Szenario S2A	Szenario S2B	Szenario S2C	Szenario S3	Szenario S4
Oberbayern	89	85	82	98	93	90	87	94
Niederbayern	52	50	49	56	54	52	51	54
Schwaben	58	55	54	64	61	59	57	61
<b>Region INSGESAMT</b>	<b>118</b>	<b>113</b>	<b>109</b>	<b>129</b>	<b>123</b>	<b>119</b>	<b>115</b>	<b>124</b>



**Karte 3.** Radien der ausgewählten vier Ernährungsweisen (S1A = konventionell, S2A = ökologisch, S3 = flexitarisch konventionell, S4 = flexitarisch ökologisch) für die drei Regierungsbezirke. Die Karte zeigt auch die als LF ausgewählten Bodenbedeckungskategorien (siehe Karte 2), wobei Moorgebiete als LF ausgeschlossen sind.





**Karte 4.** Radien der vier ausgewählten Ernährungsweisen (S1A = konventionell, S2A = ökologisch, S3 = flexibel konventionell, S4 = flexibel ökologisch) für das gesamte Nahrungsmittelleinzugsgebiet (Foodshed). Die Karte zeigt auch die als LF ausgewählten Bodenbedeckungskategorien (siehe Karte 2), wobei Moorgebiete als LF ausgeschlossen sind.

Tabelle 6. Ergebnisse unter Einbeziehung von Mooregebieten als potenzielle LF.

	Flächenbedarf (ha)							
	Szenario S1A	Szenario S1B	Szenario S1C	Szenario S2A	Szenario S2B	Szenario S2C	Szenario S3	Szenario S4
Oberbayern	783449	672348	597939	1068064	920127	819193	726579	928793
Niederbayern	207646	178199	158478	283080	243871	217119	192573	246168
Schwaben	317733	272676	242499	433161	373164	332230	294669	376679
<b>Region INSGESAMT</b>	<b>1308828</b>	<b>1123223</b>	<b>998916</b>	<b>1784305</b>	<b>1537162</b>	<b>1368541</b>	<b>1213821</b>	<b>1551640</b>
Flächenbedarf (in qm/Kopf)	<b>1657</b>	<b>1422</b>	<b>1264</b>	<b>2258</b>	<b>1946</b>	<b>1732</b>	<b>1536</b>	<b>1964</b>
	Selbstversorgung (%)							
	Szenario S1A	Szenario S1B	Szenario S1C	Szenario S2A	Szenario S2B	Szenario S2C	Szenario S3	Szenario S4
Oberbayern	112%	131%	147%	82%	95%	107%	121%	95%
Niederbayern	294%	343%	386%	216%	251%	281%	317%	248%
Schwaben	189%	220%	248%	139%	161%	181%	204%	160%
<b>Region INSGESAMT</b>	<b>160%</b>	<b>186%</b>	<b>209%</b>	<b>117%</b>	<b>136%</b>	<b>153%</b>	<b>172%</b>	<b>135%</b>
	Radius (Km)							
	Szenario S1A	Szenario S1B	Szenario S1C	Szenario S2A	Szenario S2B	Szenario S2C	Szenario S3	Szenario S4
Oberbayern	85	82	79	95	90	87	83	90
Niederbayern	50	49	47	55	52	51	50	53
Schwaben	56	53	52	61	58	56	54	59
<b>Region INSGESAMT</b>	<b>114</b>	<b>109</b>	<b>106</b>	<b>125</b>	<b>119</b>	<b>115</b>	<b>111</b>	<b>120</b>

## 6. Analyse der Ergebnisse und Grenzen der Studie

### Wichtigste Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die landwirtschaftlich nutzbare Fläche (LF) in allen Szenarien ausreichen würde, um die Nachfrage zu decken. Der geschätzte potenzielle Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln wäre in allen Fällen höher als 100%. Allerdings gibt es Unterschiede zwischen den drei Regierungsbezirken. Die niedrigste potenzielle Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln wurde in Oberbayern erreicht, was auf die höhere Bevölkerungsdichte zurückzuführen ist. In bestimmten Szenarien, wie z.B. den ökologischen Szenarien, erreicht die potenzielle Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln in Oberbayern Werte unter 100%, was bedeutet, dass das Gebiet nicht autark sein könnte. Bezieht man jedoch die beiden anderen Regierungsbezirke mit ein, wird das gesamte Einzugsgebiet in allen Szenarien potenziell nahrungsmittelautark. Während Schwaben mittlere Werte erreicht, werden in Niederbayern die höchsten Werte erzielt.

Betrachtet man die Unterschiede zwischen den Szenarien, so wird erwartungsgemäß in den konventionellen Szenarien (S1 und S3) die höchste potenzielle Nahrungsmittelselbstversorgung erreicht. Dies ist nicht überraschend, da das Modell für die ökologische Produktion (Szenarien S2 und S4) einen höheren Flächenbedarf veranschlagt. Die Verringerung der Lebensmittelverluste bei der Ernte und Verarbeitung (SB-Szenarien) und der Lebensmittelverschwendung in den Haushalten (SC-Szenarien) würde jedoch zu einer erheblichen Steigerung der potenziellen Selbstversorgung mit Lebensmitteln führen. Dies zeigt sich in den Werten des Flächenbedarfs pro Kopf (d.h. des Land-Fußabdrucks). In den Bio-Szenarien (S2) beispielsweise würde der Rückgang des Flächenbedarfs bei der Vermeidung von Lebensmittelverlusten und -abfällen mehr als 500 qm/Kopf/Jahr betragen, was einen Anstieg der potenziellen Selbstversorgung mit Lebensmitteln um 40-50 % bedeuten würde.

Eine andere Möglichkeit, den Land-Fußabdruck zu verkleinern, besteht darin, den Konsum von tierischen Produkten um 50 % zu reduzieren und durch pflanzliche Produkte zu ersetzen (flexitarische Ernährung). Dies würde die potenzielle Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln um 10 - 20 % erhöhen. Die höchste Steigerung wird in den Bio-Szenarien aufgrund ihres höheren Flächenbedarfs erzielt. Wichtig ist, dass im Gegensatz zur konventionellen Ernährung die flexitarische Ernährung - mit Ausnahme einiger spezifischer Produkte - mit einem regionalen Verbrauch vereinbar wäre.

Was die Einbeziehung von Moorgebieten als landwirtschaftliche Nutzfläche betrifft, so schätzt das Modell, dass bei Ausschluss von Moorgebieten als landwirtschaftliche Nutzfläche der Flächenbedarf um etwa 10 % sinken würde und dies einen Rückgang der LF/Kopf von 164 qm bedeuten würde (Tabelle 2). Diese Ergebnisse berücksichtigen nur die Moorgebiete, die sich in den als landwirtschaftlich nutzbar kategorisierten Gebieten befinden, die etwa 3 % der gesamten LF ausmachen (Tabelle 2).

Die Verteilung der verschiedenen Kategorien, die der LF entsprechen, ist jedoch nicht einheitlich. Die beiden wichtigsten Bodenbedeckungen sind eindeutig unbewässerte Ackerböden und Weiden (Karte 2), und ihre Verteilung hängt mit der Geomorphologie des Gebiets zusammen (Karte 1). Während unbewässerte Ackerflächen typischerweise in flachen, niedrig gelegenen Gebieten zu finden sind, treten Weiden in höheren Lagen und Hanglagen auf (Karte 2).

## Beschränkungen der Studie und Vorbehalte bei der Interpretation der Ergebnisse

Die Studie ist eine Modellstudie und hat daher einige Einschränkungen. Es ist zwar nicht das Ziel dieser Studie, alle aufzuzeigen (siehe (Zasada et al., 2019) für weitere Informationen dazu), jedoch ist es wichtig, diejenigen hervorzuheben, die für die korrekte Interpretation der Ergebnisse besonders relevant sind.

- Die Szenarien gehen nicht explizit auf die Regionalisierung von Ernährungsmustern ein. Der größte Teil des Flächenbedarfs, der sich aus den Szenarien S1 und S2 (aktuelle Ernährung) ergibt, wird derzeit nicht regional bereitgestellt, sondern in anderen Regionen und Ländern. Daher beziehen sich die numerischen und räumlichen Ergebnisse dieser Szenarien auf den "virtuellen" Land-Fußabdruck und die potenzielle Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln. Nichtsdestotrotz sind die flexitarischen Szenarien vielseitig genug, um (mit Ausnahme einiger spezifischer Nahrungsmittel) als regionalfreundliche Szenarien interpretiert zu werden, bei denen der Konsum von tierischen Produkten um 50% reduziert und durch eine Zunahme von regionalem Gemüse, Hülsenfrüchten und Nüssen kompensiert wird. Für tierische Produkte würde dies bedeuten, dass das Tierfutter aus regionaler Produktion stammte (d.h. Weiden und zugekaufte Futtermittel aus regionalen Quellen).
- Der Maßstab der Studie bezieht sich nicht auf die NUTS\_3-Ebene (Landkreis). Dies ist auf die Heterogenität der Böden und der Landschaften in den Gebieten zurückzuführen. Da das MFSS-Modell nicht zwischen den verschiedenen Bodenbedeckungen, die als LF gelten, unterscheidet, hätte die Analyse auf NUTS\_3-Ebene zu Fehlinterpretationen der Ergebnisse führen können. Sollte also in Zukunft eine Analyse auf der Ebene der Landkreise erforderlich sein, wäre eine eingehende Modellierungsanwendung erforderlich. Um dennoch einen Einblick in den Beitrag der einzelnen Landkreise zur gesamten LF zu geben, wird auf den Anhang zu dieser Studie verwiesen, wo die Lage der Mooregebiete, die Bodenqualität und die Bodenbedeckungseigenschaften in den Grenzen der Landkreise dargestellt sind (siehe Anhang).
- Bei der Studie handelt es sich um eine quantitative Modellierung zur Lebensmittelversorgung, bei der sich die potenzielle Selbstversorgung mit Lebensmitteln aus der Bewertung der Ernährungsgewohnheiten und der LF ergibt. Das bedeutet, dass das Modell die Anbauflächen nicht räumlich bestimmten Produkten oder Gruppen von Nahrungsmitteln zuordnet, da hierfür eine eingehendere Studie erforderlich wäre, die die Perspektive der regionalen Interessengruppen und die spezifischen biophysikalischen

Bedingungen berücksichtigt und einbezieht (Vicente-Vicente et al., 2021; Walthall et al., 2022).

- Schließlich beinhaltet das Modell keine Bewertung der Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit. Das heißt, es wird nur der Flächenbedarf (d.h. der Fußabdruck für Lebensmittel) bewertet. Daher sollte ein größerer Flächenbedarf nicht direkt mit einer negativen Umweltauswirkung in Verbindung gebracht werden. In dieser Studie sollte lediglich die Umstellung von konventionellem auf ökologischen Anbau als positiver Umwelteffekt interpretiert werden. Es gibt viele Ökosystemleistungen, die sich aus den verschiedenen Szenarien ergeben, die in dieser Studie nicht berücksichtigt werden, wie z.B. Fernkopplungseffekte (sog. Telecoupling, d.h. Umweltauswirkungen eines nicht-regionalen Ernährungssystems das anderen Orten als denen des Konsums, nämlich den Produktionsorten), hinsichtlich Treibhausgasemissionen, Biodiversität oder die Erhaltung bzw. Wiederbelebung von kulturellem und traditionellem Wissen und Praktiken.

## 7. Implikationen der Ergebnisse: Regionalisierung und Erhöhung der Nachhaltigkeit des Lebensmittelsystems

### Umstellung auf mehr pflanzliche und regionale Ernährung

Die Studie zeigt, dass eine flexitarische Ernährung mit einem hohen Grad an Regionalisierung in beiden Szenarien, dem konventionellen (S3) und dem ökologischen (S4), einen Land-Fußabdruck von weniger als 2000 qm /Kopf/Jahr haben würde. Obwohl die Szenarien S3 und S4 die Vermeidung von Lebensmittelverlusten und -abfällen nicht berücksichtigen, würde die potenzielle Verringerung des Land-Fußabdrucks bei Betrachtung der Ergebnisse der Szenarien S1 und S2 B und C bis zu 25% betragen. Daher wäre die Kombination von mehr pflanzlichen, regional angepassten und organischen Lebensmittelabfällen in den Haushalten möglich, ohne die gesamte LF zu überschreiten. Sie könnten also von der gesamten Bevölkerung des Gebiets angenommen werden und es gäbe immer noch Flächen, die für andere Zwecke genutzt werden könnten (z.B. Export, Hopfen, Bioenergiepflanzen), die bei einer Reduzierung der Lebensmittelabfälle in den Haushalten zunehmen würden.

### Umstellung der Produktionssysteme

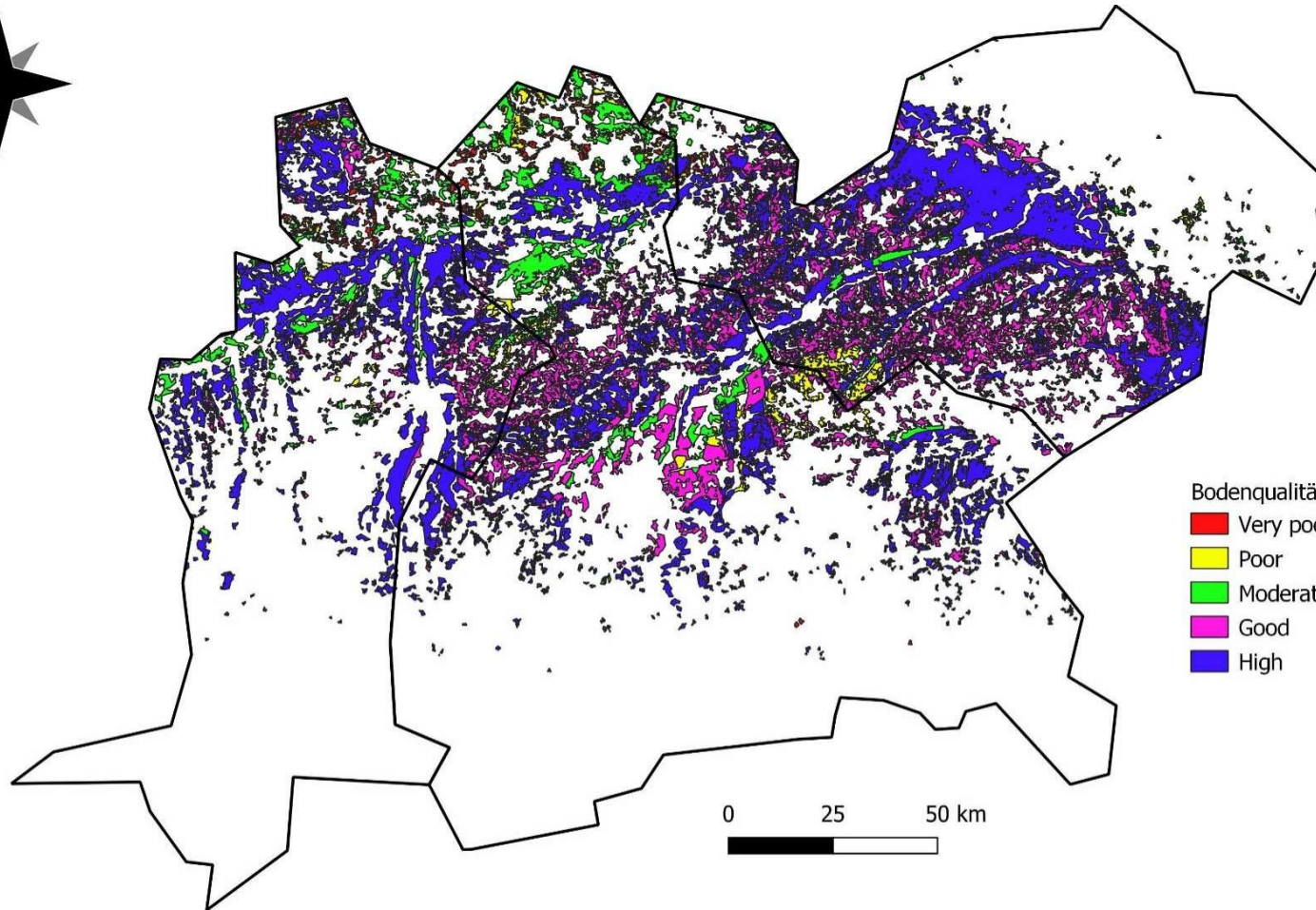
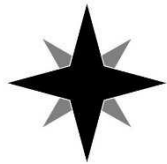
Die ökologische Produktion (d.h. der Verzicht auf synthetische anorganische Düngemittel und Pestizide bei pflanzlichen Produkten und Umsetzung einer extensiven Viehhaltung) im gesamten Nahrungsmittelleinzugsgebiet (Foodshed) wäre in allen Szenarien möglich, trotz der Vergrößerung des Flächenbedarfs aufgrund der geschätzten geringeren Produktivität. Dieser Kompromiss könnte teilweise durch eine Verringerung der Lebensmittelverluste bei der Nacherte und Verarbeitung kompensiert werden.



Das Modell verwendet Standardwerte, um den Rückgang der Produktivität in verschiedenen ökologischen Systemen abzuschätzen. Eine Umstellung der Ernährung auf einen regionaleren Verbrauch würde jedoch eine Diversifizierung der Kulturen erfordern. Daher wären verschiedene komplexe, diversifizierte Anbausysteme erforderlich, wie z.B. Mehrfachanbau (Mischkulturen, Zwischenfrüchte, Fruchtfolgen), Agroforstwirtschaft und die Integration der einer flächengebundenen Tierhaltung (z.B. Weidehaltung, silvopastorale Systeme). Darüber hinaus sollte diese Zunahme der Komplexität mit einer Änderung der Praktiken zur Erhaltung der Böden (z.B. reduzierte und keine Bodenbearbeitung, Deckfrüchte, Einsatz organischer Betriebsmittel), der biologischen Vielfalt (z.B. systematische Einbeziehung von Landschaftselementen wie Blühstreifen, Hecken, Erhaltung von Flächen mit natürlicher Vegetation) und der Kultur (z.B. Wiederbelebung traditioneller Praktiken auf der Grundlage lokalen Wissens) einhergehen. Die systematische Anwendung dieser Praktiken wird üblicherweise als Agrarökologie bezeichnet, und die Umstellung auf eine nachhaltigere und regionalere Ernährung würde agrarökologische Praktiken erfordern.

### Räumliche Verteilung der regionalen Produktion

Wie bereits hervorgehoben wurde, basiert diese Studie auf einer quantitativen Modellierungsanwendung für Lebensmittel und berücksichtigt daher nicht die räumliche Verteilung der Feldfrüchte. Die Böden der Anbauflächen (d.h. ohne Weiden) in der Region sind jedoch nicht homogen und von unterschiedlicher Qualität oder Fruchtbarkeit. Um zu einem regionalisierten Lebensmittelsystem überzugehen und die Produktivität der Kulturen zu maximieren, müssen die unterschiedliche Bodenqualität und die Anforderungen an die Bodenfruchtbarkeit der verschiedenen Kulturen berücksichtigt werden. Die Böden mit der höchsten Qualität befinden sich vor allem im Nordosten (Niederbayern), während die Böden mit schlechter und mittlerer Qualität vor allem in den zentralen nördlichen Gebieten des Nahrungsmitelezugsgebiets (Foodshed) zu finden sind. Im Gegenteil, wie bereits gezeigt wurde, sollte die extensive Viehhaltung vorrangig in Gebieten betrieben werden, die sich als Weideflächen eignen und eine relativ geringe Bodenqualität aufweisen, d.h. hauptsächlich in zwei Gebieten: Nord-Ost und Süd.



Bodenqualität  
■ Very poor  
■ Poor  
■ Moderate  
■ Good  
■ High

**Karte 5.** Bodenqualität im Einzugsgebiet. Daten entnommen und angepasst aus (Mueller et al., 2007)

## Foodshed-Grenzen und Überschneidungen mit anderen Foodsheds

Die Ergebnisse zeigen, dass selbst die drei Regierungsbezirke für sich genommen autark sein könnten oder der Autarkie sehr nahe kommen. Jede Bezirksregion hat andere Boden- und Klimabedingungen und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass nicht alle Produkte in jeder Bezirksregion regional erzeugt werden können.

Andererseits ist es, auch wenn sich diese Studie nur auf München konzentriert, wichtig, bei der Bewertung von Nahrungsmittelseinzugsgebieten die landwirtschaftliche und bevölkerungspolitische Dynamik der umliegenden Gebiete zu berücksichtigen. Wenn z.B. die Bevölkerungsdichte einer nahegelegenen Region sehr hoch ist und eine relativ niedrige LF aufweist, dann könnte es sein, dass sich ihr Einzugsgebiet mit dem hier untersuchten überschneidet. Außerdem könnte es sein, dass einige Produkte nicht innerhalb der Grenzen des Münchner Einzugsgebiets hergestellt werden können und daher aus nahe gelegenen Gebieten stammen sollten.

Auch wenn diese Diskussion sehr komplex ist und bei der Bewertung von Foodsheds immer noch ein zu lösendes Problem darstellt, ist es wichtig, sie bei der Interpretation der Ergebnisse und der Bewertung von Foodsheds in nahegelegenen Gebieten im Hinterkopf zu behalten.

Darüber hinaus sollte die Analyse der regionalen Einzugsgebiete nicht als Vorschlag für völlig unabhängige regionale Lebensmittelsysteme gesehen werden, sondern als ein Schritt hin zu einer stärkeren Regionalisierung und Nachhaltigkeit des Lebensmittelsystems, bei dem die regionalen Einzugsgebiete durchlässig sind und so den Austausch von Lebensmitteln zwischen den Regionen ermöglichen und fördern und einen Teil der Produktion für den globalen Markt erhalten.

## 8. Schlussfolgerungen

- Der Flächenbedarf (d.h. der Land-Fußabdruck) pro Kopf bei konventioneller Ernährung lag bei 1657 qm/Kopf, während der Wert für die ökologische Ernährung bei 2258 qm/Kopf lag. Bei der flexitarischen Ernährung waren die Werte niedriger (1536 bzw. 1964 qm/Kopffür die konventionelle bzw. ökologische Ernährung). In allen Fällen war also der Flächenbedarf pro Kopf geringer als die verfügbare landwirtschaftliche Fläche pro Kopf in dem Gebiet. Stets war der Flächenbedarf der ökologischen Szenarien höher als die Werte der konventionellen.
- Folglich haben die drei Regierungsbezirke, die für München als Foodshed ausgewählt wurden, das Potenzial, sich mit Nahrungsmitteln selbst zu versorgen. Während Oberbayern die niedrigsten Werte erreicht, würde Schwaben mittlere Werte erreichen, während Niederbayern das höchste Selbstversorgungspotenzial aufweist. Räumlich zeigt sich dies im Radius des für die Bedarfsdeckung benötigten Gebietes, der bei 100 - 130 km liegen würde.

- Der Ausschluss von Mooregebieten als landwirtschaftliche Nutzfläche würde die potenzielle Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln um 10% verringern, da die landwirtschaftliche Nutzfläche von 2646 auf 2482 qm/Kopf sinken würde. Die Erhaltung von Mooregebieten wäre also mit dem Erreichen hoher Werte für die Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln vereinbar.
- Die Minimierung von Nahrungsmittelverlusten und -abfällen würde eine Verringerung des Flächenbedarfs um bis zu 25 % bedeuten, wodurch sich die potenzielle Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln um 40-50 % erhöhen würde.
- Eine flexitarische Ernährung, die auf einer Verringerung des Verzehrs von tierischen Produkten um 50 % und einer Erhöhung des Verzehrs von Gemüse, Hülsenfrüchten und Nüssen auf der Grundlage einer biologischen/extensiven Landwirtschaft basiert, könnte an die spezifischen regionalen Bedingungen angepasst werden und wäre mit dem Anbau von Produkten mit nicht regionaler Bestimmung vereinbar.
- Die Einführung dieser Ernährungsweise würde jedoch den Übergang zu einem diversifizierteren und komplexeren landwirtschaftlichen System in diesem Gebiet bedeuten. Dieses diversifizierte System sollte auf der Erhaltung der Böden, der biologischen Vielfalt und der kulturellen Aspekte basieren.
- Das Gebiet, das als Nahrungsmittelleinzugsgebiet (Foodshed) ausgewählt wurde, ist jedoch nicht homogen und obwohl die potenzielle Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln höher als 100% ist, sollte die Bodenqualität berücksichtigt werden, um die Pflanzenproduktivität zu maximieren.
- Schließlich sollte man, obwohl die Foodsheds potenziell nahrungsausark sein könnten, Überschneidungen mit nahegelegenen Foodsheds und die Durchlässigkeit mit anderen Foodsheds berücksichtigen. Foodsheds sollten nicht als unabhängige und isolierte Gebiete betrachtet werden, sondern als Teil eines Systems mit Überschneidungen und Austausch mit anderen Foodsheds und in einem globalen Kontext.

## 9. Referenzen

Bayerisches Landesamt für Statistik. (2021a). *Statistische Berichte: Anbau von Gemüse Erdbeeren und strauchbeeren Bayern 2020*. Bayerisches Landesamt für Statistik.

Bayerisches Landesamt für Statistik. (2021b). *Statistische Berichte: Ernte der Feldfrüchte und des Grünlandes in Bayern 2020*. Bayerisches Landesamt für Statistik.

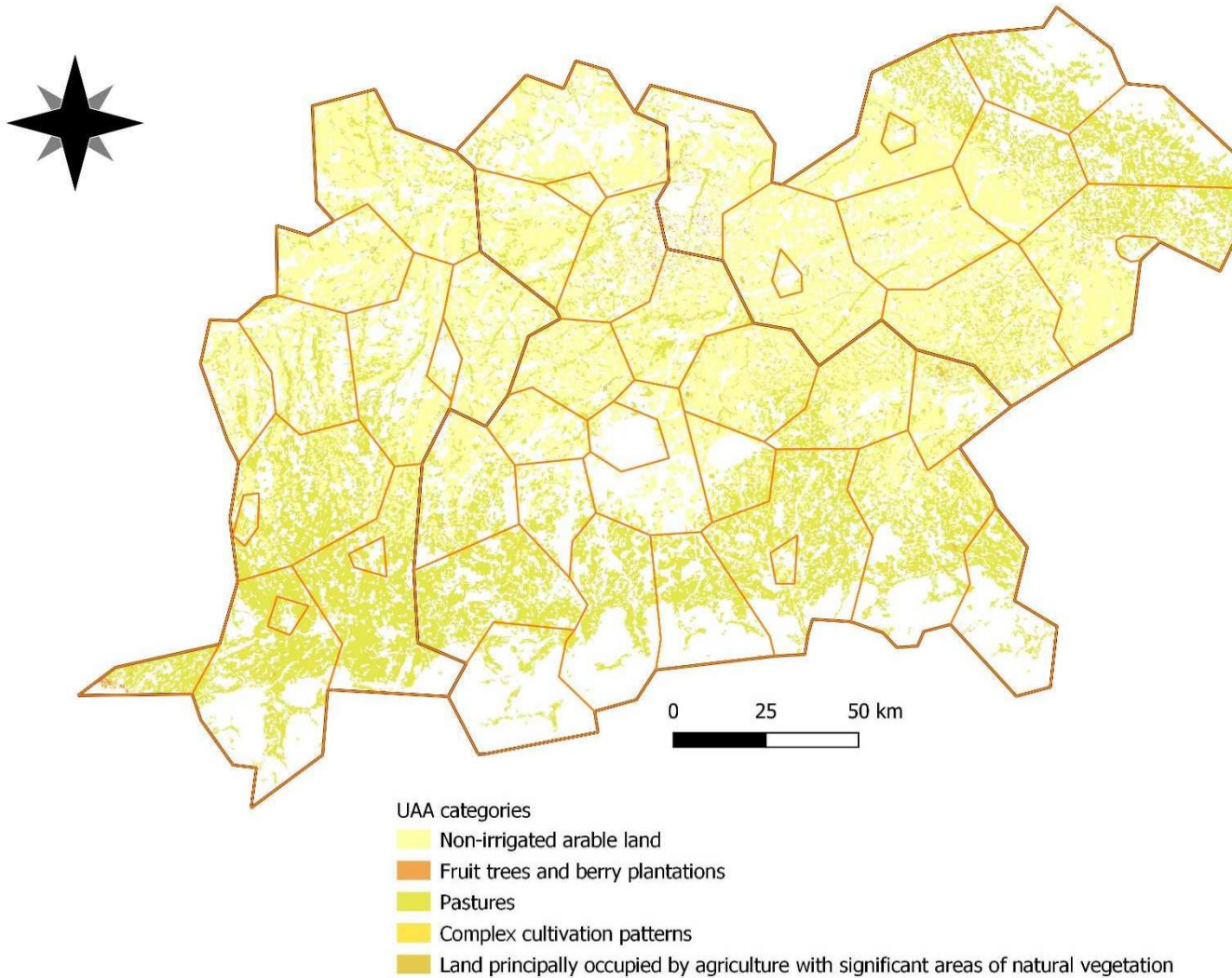
- Bayerisches Landesamt für Statistik. (2021c). *Statistische Berichte: Obsternte in Bayern 2020*.  
Bayerisches Landesamt für Statistik.
- Copernicus Land Monitoring Service. (2018). *Corine Land Cover 2018 (Vektor)-Version 20*.  
<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>
- FAO. (n.d.). *Nahrungsmittelverbrauch pro Kopf*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>
- Morris, D. (1987). Gesunde Städte: Selbstständige Städte. *Gesundheitsförderung International*, 2(2).
- Müller, L., Schindler, U., Behrendt, A., Eulenstein, F., & Dannowski, R. (2007). *Das Müncheberg Soil Quality Rating (SQR)*. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF).
- Timmons, D., Wang, Q., & Lass, D. (2008). Lokale Lebensmittel: Schätzung der Kapazität. *Journal of Extension*, 48, 88-95.
- Vicente-Vicente, J. L., Sanz-Sanz, E., Napoléone, C., Moulery, M., & Piorr, A. (2021). Foodshed, Agricultural Diversification and Self-Sufficiency Assessment: Beyond the Isotropic Circle Foodshed-A Case Study from Avignon (Frankreich). *Landwirtschaft*, 11(2), 143.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture11020143>
- Walthall, B., Haarhoff, L., & Vicente, J. L. V. (2022). *Perspektiven für ein regionales Ernährungssystem*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7271504>
- Zasada, I., Schmutz, U., Wascher, D., Kneafsey, M., Corsi, S., Mazzocchi, C., Boyce, P., Doernberg, A., Sali, G., & Piorr, A. (2019). City , Culture and Society Food beyond the city - Analysis foodsheds and self-sufficiency for different food system scenarios in European metropolitan regions. *Stadt, Kultur und Gesellschaft*, 16(März 2017), 25-35.  
<https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.06.002>

## 10. Anhang

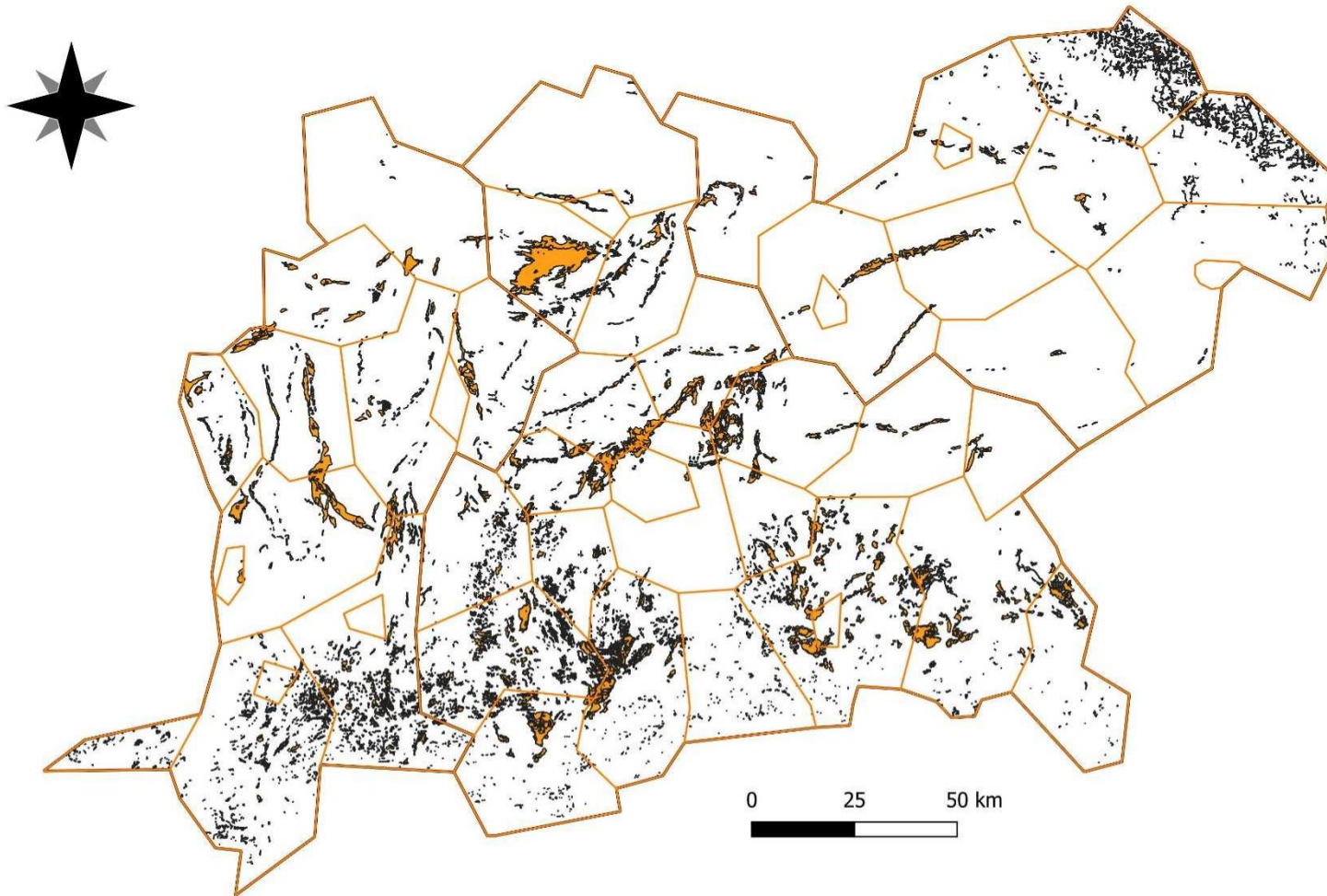
Die folgenden Karten zeigen die Verteilung der als landwirtschaftliche Fläche ausgewählten Bodenbedeckungen, die verschiedenen Bodenqualitätskategorien und die Lage der Moorgebiete unter Darstellung der Grenzen der Landkreise (NUTS\_3).





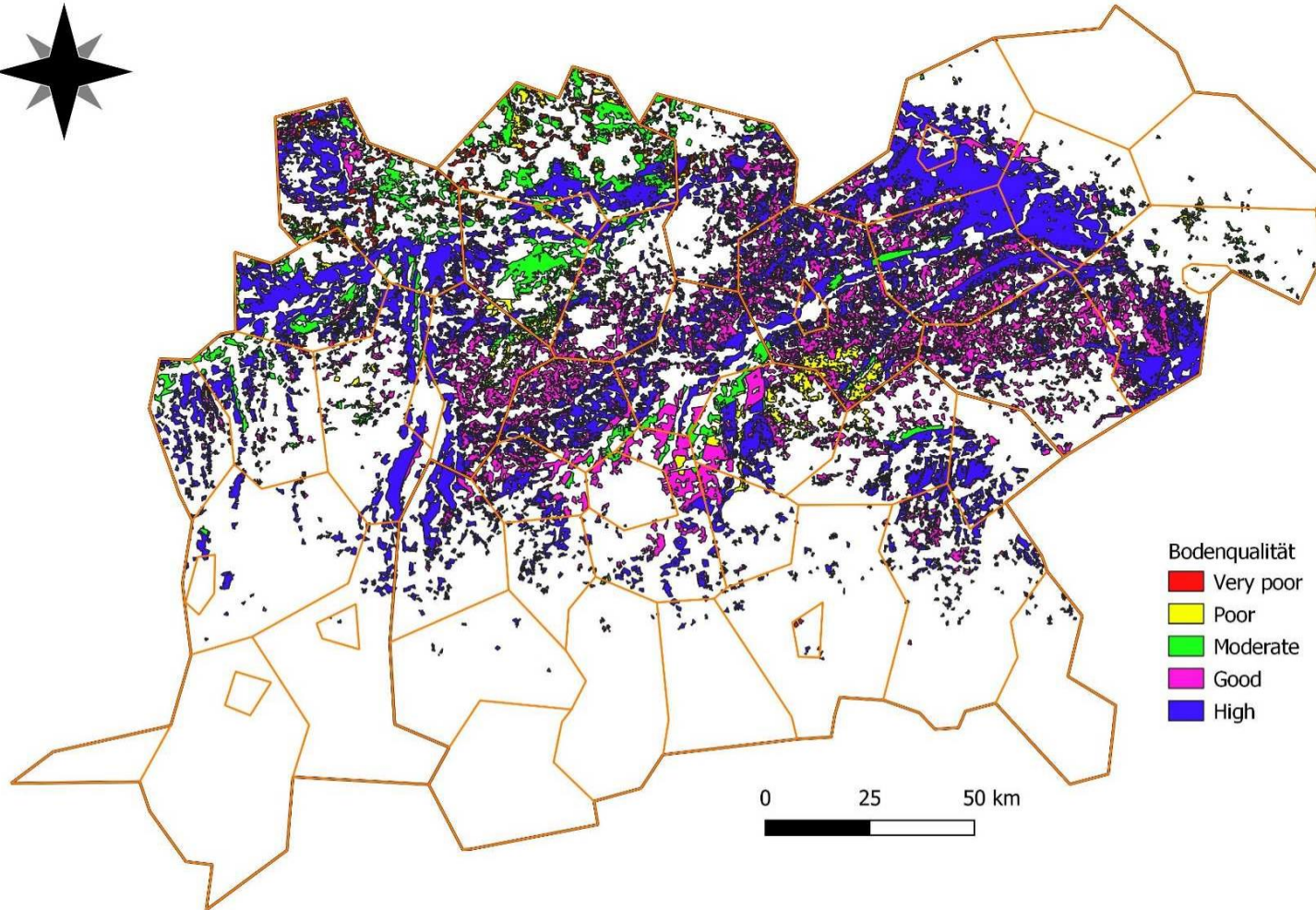
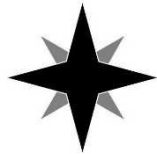


Karte Anhang 2. Landwirtschaftlich nutzbare Fläche im Nahrungsmiteleinzugsgebiet (Foodshed) unter Berücksichtigung der NUTS\_3 Verwaltungsgrenzen.



Karte Anhang 3. Derzeitige Moorflächen im Nahrungsmiteleinzugsgebiet (Foodshed) unter Berücksichtigung der NUTS\_3 Verwaltungsgrenzen.





Karte Anhang 4. Bodenqualität im Nahrungsmiteleinzugsgebiet (Foodshed) unter Berücksichtigung der NUTS\_3 Verwaltungsgrenzen.