

(19)



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

(11)

N° de publication :

LU500138

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(21)

N° de dépôt: LU500138

(51)

Int. Cl.:

G06K 9/00, G06F 17/18

(22)

Date de dépôt: 07/05/2021

(30)

Priorité:

19/06/2020 CN 202010567384.0

(72)

Inventeur(s):

ZANG Xiaoguang – Chine, SONG Xiangyun – Chine, CUI
Dejie – Chine, LIU Xinwei – Chine

(43)

Date de mise à disposition du public: 20/12/2021

(74)

Mandataire(s):

Patent42 SA – 4081 Esch-sur-Alzette (Luxembourg)

(73)

Titulaire(s):

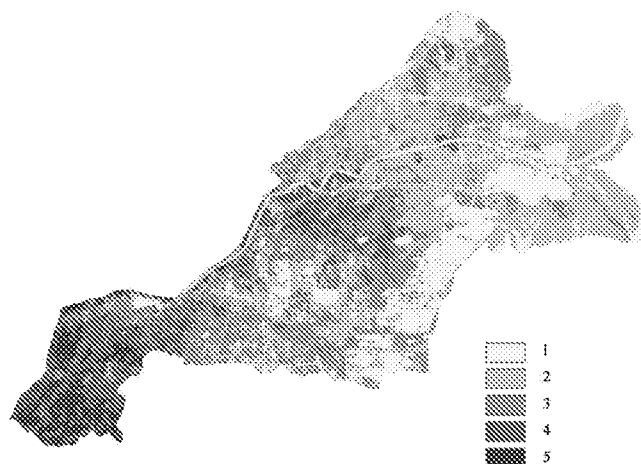
QINGDAO AGRICULTURAL UNIVERSITY –
266109 Qingdao City, Shandong Province (Chine)

(54)

Landsat8-basierte Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses.

(57)

Dieses Patent erfindet ein Verfahren zur Inversion des Bodensalzgehalts basierend auf Landsat8-Fernerkundungsbildern in den folgenden Schritten. Schritt 1: Sammlung und Erwerbung von Bodensalzgehaltsdaten; Schritt 2: Erwerbung und Verarbeitung von Fernerkundungsbilddaten; Schritt 3: Auslesen und Berechnen der Reflexionsdaten der jeweiligen Frequenzbänder der Landsat8 OLI-Bilder; Schritt 4: Korrelationsanalyse des fernerkundeten Reflexionsgrads und des transformierten fernerkundeten Reflexionsgrads mit dem Bodensalzgehalt, nachdem die entsprechenden $\lg(R)$ - und $1/R$ -Änderungen für jedes Wellenband durchgeführt wurden, und vorläufiges Screening der empfindlichen Wellenbänder; Schritt 5: Durchführen einer multiplen linearen Regressionsanalyse von $1/R$, $\lg(R)$ des Reflexionsgrads jeder Frequenzbande mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt, wodurch ein Regressionsmodell erstellt wird; Schritt 6: Anwendung des oben erstellten besten Prognosemodells auf Landsat8-Fernerkundungsbilder eines typischen Untersuchungsgebiets im Delta des Gelben Flusses, wobei Landsat8-basierte Ferninversionskarten des Bodensalzgehalts erstellt werden. Diese Erfindung verwendet das Inversionsmodell, um den Bodensalzgehalt zu invertieren und eine deskriptive statistische Analyse durchzuführen, und vergleicht es mit dem gemessenen Bodensalzgehalt. Fig.1



BESCHREIBUNG

Landsat8-basierte Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses

Technische Bereiche

Diese Erfindung bezieht sich auf ein Inversionsverfahren, insbesondere auf ein Landsat8-basiertes Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses.

Hintergrundtechnik

Bei der Bodenversalzung handelt es sich um ein Phänomen der Salzakkumulation in ariden und semiariden Gebieten aufgrund der Anhebung des Grundwasserspiegels und der Verdunstung von der Bodenwasseroberfläche, die größer ist als die Grundwasserneubildung. Die Versalzung des Bodens ist in China ernsthaft, und die Fläche des salzhaltigen Bodens beträgt etwa 1,0x10⁸ha, von denen der restliche salzhaltige Boden mit bis zu 45% am höchsten, der moderne salzhaltige Boden am zweithäufigsten und der oberflächliche salzhaltige Boden am geringsten ist. Darunter befinden sich küstennahe salzhaltige Böden hauptsächlich im östlichen Teil Chinas und im Küstenbereich des Südchinesischen Meeres, mit einer Küstenlinie von mehr als 18,000 km Länge, die sich über 24 Grad von Süden nach Norden erstreckt.

Das Delta des Gelben Flusses ist ein typisches Küstenversalzungsgebiet, und der Bodensalzgehalt ist die Hauptursache für die Einschränkung des Getreideertrags und der Getreidequalität in der Region. Daher ist die rechtzeitige und genaue Ermittlung des

Bodensalzgehalts äußerst wichtig, um die Bodenqualität zu verbessern, den Getreideertrag in der Region zu steigern, das Einkommen der Landwirte zu erhöhen und eine nachhaltige Entwicklung der regionalen Landwirtschaft zu erreichen.

Traditionell wurden Informationen über den Bodensalzgehalt hauptsächlich im Feld durch Erhebungsmethoden gesammelt. Mit der Entwicklung und Anwendung der Fernerkundungstechnologie hat die Extraktion des Salzgehalts mittels Fernerkundungstechnologie eine qualitative Klassifizierung des Bodensalzgehalts auf der Basis von Satellitenbildern erfahren und sich zu einer quantitativen Schätzung des Bodensalzgehalts auf der Basis von hyperspektralen und bodennahen multispektralen Bildern entwickelt. Zhang Tongrui et al. führten Korrelations- und Regressionsanalysen durch, indem sie gemessene Hyperspektraldaten und OLI-Bilddaten in diesem Untersuchungsgebiet miteinander kombinierten, und wählten schließlich das optimale Modell als lineares Modell mit SAVI als abhängiger Variable aus, das den Bodensalzgehalt in Winterweizenanbaugebieten in der Region des Gelben Flussdeltas genauer und zeitnah ermitteln kann; Maimaimaiti · Shawuti benutzte auch die gleiche Methode der Kombination von WorldView-2-Bildern und gemessenen Hyperspektraldaten, um den Bodensalzgehalt des Keliya-Flussgebiets in Xinjiang mit Hilfe der partiellen Kleinstquadrat-Regression bzw. der BP-Neuronalnetz-Methode quantitativ zu invertieren, wobei das R^2 des mit dem BP-Neuronalnetz-Modell erstellten Modells bei 0,851 lag, wodurch der Bodensalzgehalt in der Region genauer geschätzt und vorhergesagt werden konnte; Zhao Gengxing et al. erstellten Fernerkundungs-Inversionsmodelle für den Bodensalzgehalt in der Delta-Region des Gelben Flusses, indem sie multispektrale OLI- und hyperspektrale HSI-Bilder mit Hilfe

von multipler linearer Regression, partieller Kleinstquadrat-Regression, neuronalem BP-Netzwerk, Support-Vektor-Maschine bzw. Random-Forest-Methoden fusionierten. Durch den Vergleich der Studie wurde festgestellt, dass das durch die BP-Methode des neuronalen Netzwerks konstruierte Modell die höchste Genauigkeit hatte, das Modell R^2 war so hoch wie 0,966, und das Modell konnte den Bodensalzgehalt in der Region rechtzeitig und genau ermitteln. Da es sich jedoch um ein Dark-Box-Modell handelt, kann die Formel nicht genau geschrieben werden, und es ist für Forscher schwierig, sich auf diese Modellart zu beziehen.

Auf der Grundlage der obigen Analyse besteht ein Mangel an Fernerkundungs-Inversionsmodellen, die alle Landnutzungsarten und Anbaupflanzen abdecken und für die Delta-Region des Gelben Flusses einfach zu bedienen sind.

Inhalt der Erfindung

Um die oben genannten Probleme zu lösen, bietet die vorliegende Erfindung eine auf Landsat8 basierende Inversionsmethode für den Bodensalzgehalt in größeren Maßstäben im Delta des Gelben Flusses, die Landsat8 OLI-Bilder und den im Labor ermittelten Bodensalzgehalt als Datenquellen verwendet, ein Modell zur Schätzung des Bodensalzgehalts in der Region des Gelben Flussdeltas unter Verwendung mathematischer und statistischer Analysemethoden aufstellt und empfindliche Frequenzbänder und das beste Inversionsmodell für den Bodensalzgehalt untersucht. Dies bietet eine gewisse technische Unterstützung für die rechtzeitige und genaue Erfassung des Bodensalzgehalts in der Region in der Zukunft und stellt eine Grundlage für das Management, die Vorbeugung und Kontrolle des Bodensalzgehalts und die nachhaltige Entwicklung in der Delta-Region des Gelben Flusses

dar.

Diese Erfindung wird durch die folgenden technischen Lösungen erreicht, um eine auf Landsat8 basierende Inversionsmethode für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses bereitzustellen. Die speziellen Schritte sind wie folgt:

Schritt 1: Sammlung und Erwerbung von Bodensalzgehaltsdaten; Schritt 2: Erwerbung und Verarbeitung von Fernerkundungsbilddaten;

Schritt 3: Auslese und Berechnung der Reflexionsdaten für die jeweiligen Frequenzbänder aus Landsat8 OLI-Bildern mit der Software ArcGIS10.0; Schritt 4: Vorläufiges Screening empfindlicher Frequenzbänder durch entsprechende $\lg(R)$ - und $1/R$ -Änderungen für jedes Frequenzband, gefolgt von einer Korrelationsanalyse des fernerkundeten Reflexionsgrads und des transformierten fernerkundeten Reflexionsgrads mit dem jeweiligen Salzgehalt des Bodens mittels SPSS-Software; Schritt 5: Multiple lineare Regressionsanalyse von $1/R$, $\lg(R)$ für jede Bandenreflexion mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt mittels SPSS-Software, um ein Regressionsmodell zu erstellen und zu testen, ob die Reflexionsänderung der einzelnen Bandenwerte mit dem Bodensalzgehalt modelliert werden kann;

Schritt 6: Erstellung von Fernerkundungs-Inversionsmodellen des Bodensalzgehalts für log-transformierte bzw. invers-transformierte Fernerkundungs-Bilddaten zum Vergleich des nach dieser einzigen Methode erstellten Fernerkundungs-Bilddatenmodells mit dem Fernerkundungs-Bilddatenmodell, das nach dem Mischen der beiden

Methoden-Transformationen erstellt wurde, und zur Analyse der Auswirkungen der verschiedenen Datentransformationen auf die Modellgenauigkeit;

Schritt 7: Das oben erstellte beste Prognosemodell wurde auf Landsat8-Fernerkundungsbilder des Untersuchungsgebiets angewendet, wodurch Landsat8-Fernerkundungs-Inversionskarten des Bodensalzgehalts erstellt wurden.

Insbesondere für Schritt 1 müssen Faktoren wie Bodentyp, Vegetationstyp und die Art der Landnutzung im Untersuchungsgebiet berücksichtigt werden, damit die Probenahmestellen die tatsächlichen Bedingungen im Untersuchungsgebiet genau wiedergeben. Dies wird speziell durch die folgenden Methoden erreicht: Schritt 1.1: Zunächst wurde ein Rasterlayout erstellt und an die Landnutzungsart sowie den Straßenzugang angepasst. Insgesamt wurden 86 Probenahmestellen angelegt, und um jede Probenahmestelle herum wurden 3-6 Flecken Boden mit einer Schaufel in der Tiefe von 0-20 cm gesammelt und gründlich gemischt. Dann wurden 1 kg bis 2 kg in Plastikbeutel gefüllt, beschriftet und die Koordinaten der Probenahmestellen, der Zeitpunkt der Probenahme, die Wetterbedingungen, die Landnutzungsart und der Bepflanzungstyp aufgezeichnet;

Schritt 1.2: Die gesammelten Bodenproben wurden in Innenräumen getrocknet. Nach dem Trocknen wurden die Graswurzeln ausgewählt und die Bodenproben wurden gemahlen und durch ein 1mm-Sieb gegeben. Zur Aufbewahrung für spätere Experimente wurden sie in Weithalsgläsern konserviert;

Schritt 1.3: Der in Schritt 1.2 erhaltene Boden wurde mit der Leitfähigkeits-Methode

bestimmt. Dies wurde wie folgt durchgeführt: Eine entsprechende Menge an Bodenprobe und destilliertem Wasser wurde gemäß dem Gewichtsverhältnis Boden-Wasser von 1:5 in ein Glasreagenzglas gefüllt und 5 Minuten lang geschüttelt. Anschließend wurde das Filtrat filtriert und die Leitfähigkeit mit einem Leitfähigkeitsmessgerät gemessen. Nachdem die Leitfähigkeit bestimmt wurde, wurden die Daten zur Bodensalinität durch Umrechnung der Formel entsprechend der Beziehung zwischen Leitfähigkeit und Bodensalinität ermittelt. Die spezifische Umrechnungsformel lautete wie folgt:

$S = 3,047EC_{1:5} - 0,493$ ($r = 0,981^{**}$, $p < 0,001$). In der Formel bezieht sich S auf den Bodensalzgehalt, g/kg; $EC_{1:5}$ bezieht sich auf das Boden-Wasser-Verhältnis von 1:5, die Sickerwasserleitfähigkeit, ms/c.

Insbesondere wird der genannte Schritt 2 durch das folgende Verfahren erreicht: Es wurden OLI-Daten des Satelliten Landsat8, die das Untersuchungsgebiet abdeckten, von der NASA-Website bezogen und anhand der topografischen Karte von Kenli County geometrisch korrigiert, wobei ein quadratisches polynomiales Korrekturmodell und die Methode des „Nearest Neighbor Image Resampling“ verwendet wurden, um den Fehler auf ein Bildelement zu begrenzen. Diese Arbeit wurde mit der Software Envi 5.1 durchgeführt, mit der die Vektorgrenzen des Untersuchungsgebiets von der Abteilung für die Verwaltung natürlicher Ressourcen erhalten wurden. Die korrigierten Fernerkundungsbilder wurden in der ArcGIS 10.0 Plattformsoftware beschnitten, um die Fernerkundungsbilder des Untersuchungsgebiets von Kenli County zu beschneiden.

Insbesondere wird der genannte Schritt 3 durch das folgende Verfahren erreicht: Der

Schlüssel in diesem Schritt ist die Auslese des Spektralwertes des Fernerkundungsbildes, der dem Bodenprobenpunkt entspricht. In der Software ArcGIS10.0 wird die Funktion „extrct value to point“ verwendet, um den dem Bodenprobenpunkt entsprechenden Rasterwert jedes Frequenzbandes des Bildes anhand der Koordinatenposition des Probenpunktes als den dem Bodenprobenpunkt entsprechenden Fernerkundungsreflexionsgrad zu ermitteln.

Insbesondere besteht der Hauptzweck von Schritt 4 darin, zu analysieren und zu filtern, welche Fernerkundungsbänder oder transformierten Bandspektralwerte Form und Bodensalzgehalt eine enge Korrelation aufweisen. Die Korrelationsanalyse ergab, dass die Korrelation zwischen den Spektralwerten der einzelnen Bänder und dem Salzgehalt gering ist, was darauf hindeutet, dass die Fernerkundungsspektralwerte der unveränderten einzelnen Bänder weniger empfindlich auf den Bodensalzgehalt reagieren. Daher ist es notwendig, entsprechende mathematische Änderungen an den fernerkundeten Spektralwerten vorzunehmen, einschließlich der inversen Variation($1/R$), der logarithmischen Variation($\lg R$). Die Korrelationsanalyse der transformierten Bandenspektren mit dem Bodensalzgehalt zeigt, dass die Korrelation verbessert wird und ein äußerst signifikanter Zusammenhang zwischen Fernerkundungsdaten und Bodensalzgehalt besteht. Dies wurde durch die folgenden Verfahren erreicht:

Schritt 4.1: Die entsprechende mathematische Transformation der fernerkundeten Spektralwerte der extrahierten Probepunkte, einschließlich inverser Variation, logarithmischer Variation, unter Verwendung von ArcGIS 10.0;

Schritt 4.2: Die SPSS-Software wurde verwendet, um Korrelationen zwischen dem

Bodensalzgehalt der Probenahmestellen und den Spektralwerten der Frequenzbänder und den transformierten Spektralformen zu erhalten. Der Korrelationskoeffizient wurde verwendet, um die Nähe zwischen zwei oder zwei oder mehr Variablengruppen mit Korrelation zu messen, und der Korrelationskoeffizient wurde mit der einfachen Korrelationskoeffizienten-Methode von „Pearson“ verwendet. Je größer die absolute Zahl des Korrelationskoeffizienten ist, desto stärker ist die Korrelation. Das heißt, je näher der Korrelationskoeffizient an 1 oder -1 liegt, desto stärker ist die Korrelation; je näher der Korrelationskoeffizient an 0 liegt, desto schwächer ist die Korrelation.

Insbesondere wird der genannte Schritt 5 durch das folgende Verfahren erreicht:

Schritt 5.1: Basierend auf den Fernerkundungsvariablen, die in Schritt 4 gescreent wurden, wurde eine multiple lineare Regressionsanalyse von $1/R$, $\lg(R)$ der Reflexion in jedem Frequenzband mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt mittels SPSS-Software durchgeführt, um ein Regressionsmodell zu erstellen.

Schritt 5.2: Um das erstellte Modell zu testen, wurde zuerst der Test auf Homogenität der Varianz (d.h. F-Test) durchgeführt, und wenn $\text{sig} < 0,01$ ist, bedeutet dies, dass der Test bestanden wurde und für die Regressionsanalyse gültig ist. Dann wird der Präzisionstest durchgeführt, um die Präzision und Stabilität des Modells zu prüfen, um später ein Modell mit besserer Präzision und Stabilität auszuwählen. Um die Genauigkeit der Gleichung zu testen, werden der Determinationskoeffizient (d. h. R^2) und die mittlere quadratische Abweichung (d. h. RMSE) verwendet. Je größer R^2 und je kleiner RMSE, desto höher ist die Genauigkeit des Modells und desto besser ist die Stabilität.

Insbesondere wird der genannte Schritt 6 durch das folgende Verfahren erreicht:

Schritt 6.1: Die empfindlichen Fernerkundungsvariablen wurden zunächst gemäß Schritt 4 gescreent. Eine multiple lineare Regressionsanalyse des Logarithmus $\lg(R)$ der Reflektion jeder aus den Fernerkundungsdaten erhaltenen Frequenzbänder mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt wurde mit der SPSS-Software durchgeführt, um eine Koeffizienten-Testtabelle für das Modell zu erhalten;

Schritt 6.2: Das erstellte Modell wurde getestet. F ist 8,452, sig ist 0,005, $\text{sig} < 0,01$, was bedeutet, dass das Modell den Test bestanden hat und das Modell gültig ist; der Determinationskoeffizient des Modells ist 0,304 und die mittlere quadratische Abweichung ist 6,23;

Schritt 6.3: Die empfindlichen Fernerkundungsvariablen wurden gemäß Schritt 4 gescreent. Eine multiple lineare Regressionsanalyse des Kehrwerts $1/R$ der Reflektion jeder aus den Fernerkundungsdaten erhaltenen Frequenzbänder mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt wurde mit der SPSS-Software durchgeführt, um eine Koeffizienten-Testtabelle für das Modell zu erhalten;

Schritt 6.4: Das erstellte Modell wurde getestet. F ist 7,89, sig ist 0,006, $\text{sig} < 0,01$, was bedeutet, dass das Modell den Test bestanden hat und das Modell gültig ist; der Determinationskoeffizient des Modells ist 0,295 und die mittlere quadratische Abweichung ist 6,25;

Schritt 6.5: Der Vergleich verschiedener Modellgenauigkeiten ergab, dass das gemischte

Fernerkundungsmodell, das auf dem Kehrwert $1/R$ und Logarithmus $\lg(R)$ des Reflexionsgrads der einzelnen Frequenzbänder basiert, die höchste Genauigkeit aufweist, und das beste Modell ist $Y1 = 59,94 - 43,71 * \lg(B5) + 7105,37 * 1/(B11)$, das für die Überwachung der Bodensalzgehalt-Inversion in der Delta Region des Gelben Flusses verwendet werden kann.

Diese Erfindung stellt eine Landsat8-basierte Inversionsmethode für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses zur Verfügung, die Landsat8 OLI-Bilder zur Inversion des Bodensalzgehalts in der Region des Gelben Flusses verwendet. Drei spektrale Indikatoren, nämlich die spektrale Reflexion, der Kehrwert der spektralen Reflexion und der Logarithmus der spektralen Reflexion, wurden für die Korrelationsanalyse mit den Bodensalzgehaltsdaten ausgewählt, und die spektralen Indikatoren mit der höchsten Korrelation wurden ausgewählt. Eine multiple lineare Regressionsanalyse wurde mit den Bändern durchgeführt, die das Niveau einer signifikanten Korrelation erreichten, um ein Regressionsmodell zu erstellen. Die Ergebnisse zeigten, dass B5 und B11 der OLI-Bilder alle einen signifikanten Korrelationsgrad mit dem gemessenen Bodensalzgehalt erreichten, wobei die inverse Transformation am signifikantesten war; das Regressionsmodell, das den Wert der inversen Transformation des 5. Bandes und den Bodensalzgehalt verwendete, war grundsätzlich in der Lage, die Vorhersage zu erfüllen (R^2 von 0,081 und RMSE von 6,229). Das Inversmodell wurde verwendet, um den Bodensalzgehalt zu invertieren und eine deskriptive statistische Analyse durchzuführen. Es wurde mit dem gemessenen Bodensalzgehalt verglichen, und es wurde festgestellt, dass der Salzgehalt im Wesentlichen konsistent war, was darauf hindeutet, dass das Inversmodell eine hohe Genauigkeit und gute Stabilität aufweist.

Illustration

Abbildung 1 zeigt eine Fernerkundungsinversionskarte des Bodensalzgehalts, die mit einem Verfahren der vorliegenden Erfindung auf der Grundlage von Landsat8-Fernerkundungsbilddaten zur Inversion des Bodensalzgehalts im Delta des Gelben Flusses erhalten wurde. Dabei stehen 1, 2, 3, 4 und 5 für fünf Salzgehaltsstufen, nämlich nicht salzhaltiger, leicht salzhaltiger, mäßig salzhaltiger, stark salzhaltiger und salzhaltiger Boden.

Spezielle Wege zur Umsetzung

In dieser Erfindung werden Landsat8 OLI-Bilder und im Labor gemessene Bodensalzgehalte als Datenquellen verwendet, um ein Modell zur Schätzung des Bodensalzgehalts in der Region des Gelben Flussdeltas zu erstellen. Dabei werden mathematische und statistische Analysemethoden verwendet, um die empfindlichen Bänder des Bodensalzgehalts und das beste Inversionsmodell zu untersuchen. Dies bietet eine gewisse technische Unterstützung für die rechtzeitige und genaue Erfassung des Bodensalzgehalts in der Region in der Zukunft und stellt eine Grundlage für das Management, die Vorbeugung und Kontrolle des Bodensalzgehalts und die nachhaltige Entwicklung in der Region des Gelben Flussdeltas dar.

Das Verfahren zur Inversion des Bodensalzgehalts, das durch die vorliegende Erfindung bereitgestellt wird, ist wie folgt spezifiziert:

Schritt 1: Sammlung und Erwerbung von Bodensalzgehaltsdaten. Damit die Probenahmestellen die tatsächliche Situation im Untersuchungsgebiet genau widerspiegeln, müssen der Bodentyp, der Vegetationstyp, die Art der Landnutzung und andere Faktoren im

Untersuchungsgebiet berücksichtigt werden. Dies wird insbesondere durch die folgenden Methoden erreicht:

Schritt 1.1: Zunächst wurde ein Rasterlayout erstellt und an die Landnutzungsart sowie den Straßenzugang angepasst. Insgesamt wurden 86 Probenahmestellen angelegt, und um jede Probenahmestelle herum wurden 3-6 Flecken Boden mit einer Schaufel in der Tiefe von 0-20 cm gesammelt und gründlich gemischt. Dann wurden 1 kg bis 2 kg in Plastikbeutel gefüllt, beschriftet und die Koordinaten der Probenahmestellen, der Zeitpunkt der Probenahme, die Wetterbedingungen, die Landnutzungsart und der Bepflanzungstyp aufgezeichnet;

Schritt 1.2: Die gesammelten Bodenproben wurden in Innenräumen getrocknet. Nach dem Trocknen wurden die Graswurzeln ausgewählt und die Bodenproben wurden gemahlen und durch ein 1mm-Sieb gegeben. Zur Aufbewahrung für spätere Experimente wurden sie in Weithalsgläsern konserviert;

Schritt 1.3: Der in Schritt 1.2 erhaltene Boden wurde mit der Leitfähigkeits-Methode bestimmt. Dies wurde wie folgt durchgeführt: Eine entsprechende Menge an Bodenprobe und destilliertem Wasser wurde gemäß dem Gewichtsverhältnis Boden-Wasser von 1:5 in ein Glasreagenzglas gefüllt und 5 Minuten lang geschüttelt. Anschließend wurde das Filtrat filtriert und die Leitfähigkeit mit einem Leitfähigkeitsmessgerät gemessen. Nachdem die Leitfähigkeit bestimmt wurde, wurden die Daten zur Bodensalinität durch Umrechnung der Formel entsprechend der Beziehung zwischen Leitfähigkeit und Bodensalinität ermittelt. Die spezifische Umrechnungsformel lautete wie folgt:

$S=3,047EC_{1:5}-0,493$ ($r=0,981^{**}$, $p<0,001$). In der Formel bezieht sich S auf den Bodensalzgehalt, g/kg; $EC_{1:5}$ bezieht sich auf das Boden-Wasser-Verhältnis von 1:5, die Sickerwasserleitfähigkeit, ms/c. Die in Schritt 1.3 abgeleiteten Daten werden mit dem K-S-Test auf Übereinstimmung mit der Normalverteilung geprüft. Diejenigen, die nicht der Normalverteilung entsprechen, müssen vorverarbeitet werden, damit sie der Normalverteilung entsprechen, was die Genauigkeit des Modells bis zu einem gewissen Grad verbessern kann.

Schritt 2: Erwerbung und Verarbeitung von Fernerkundungsbilddaten. Dies wird insbesondere durch die folgenden Methoden erreicht: Es wurden OLI-Daten des Satelliten Landsat8, die das Untersuchungsgebiet abdeckten, von der NASA-Website bezogen und anhand der topografischen Karte von Kenli County geometrisch korrigiert, wobei ein quadratisches polynomiales Korrekturmodell und die Methode des „Nearest Neighbor Image Resampling“ verwendet wurden, um den Fehler auf ein Bildelement zu begrenzen. Diese Arbeit wurde mit der Software Envi 5.1 durchgeführt, mit der die Vektorgrenzen des Untersuchungsgebiets von der Abteilung für die Verwaltung natürlicher Ressourcen erhalten wurden. Die korrigierten Fernerkundungsbilder wurden in der ArcGIS 10.0 Plattformsoftware beschnitten, um die Fernerkundungsbilder des Untersuchungsgebiets von Kenli County zu beschneiden.

Schritt 3: Auslese und Berechnung der Reflexionsdaten für die jeweiligen Frequenzbänder aus Landsat8 OLI-Bildern mit der Software ArcGIS10.0. Dies wird insbesondere durch die folgenden Methoden erreicht: Der Schlüssel in diesem Schritt ist die Auslese des Spektralwertes des Fernerkundungsbildes, der dem Bodenprobenpunkt entspricht. In der

Software ArcGIS10.0 wird die Funktion „extract value to point“ verwendet, um den dem Bodenprobenpunkt entsprechenden Rasterwert jedes Frequenzbandes des Bildes anhand der Koordinatenposition des Probenpunktes als den dem Bodenprobenpunkt entsprechenden Fernerkundungsreflexionsgrad zu ermitteln, und den $\lg(R)$ des Reflexionsgrads jedes Bandes zu erhalten.

Schritt 4: Vorläufiges Screening empfindlicher Frequenzbänder durch entsprechende $\lg(R)$ - und $1/R$ -Änderungen für jedes Frequenzband, gefolgt von einer Korrelationsanalyse des fernerkundeten Reflexionsgrads und des transformierten fernerkundeten Reflexionsgrads mit dem jeweiligen Salzgehalt des Bodens mittels SPSS-Software. Der Hauptzweck dieses Schritts ist es, zu analysieren und zu filtern, welche Fernerkundungsbänder oder transformierten Bandspektralwerte Form und Bodensalzgehalt eine enge Korrelation aufweisen. Die Korrelationsanalyse ergab, dass die Korrelation zwischen den Spektralwerten der einzelnen Bänder und dem Salzgehalt gering ist, was darauf hindeutet, dass die Fernerkundungsspektralwerte der unveränderten einzelnen Bänder weniger empfindlich auf den Bodensalzgehalt reagieren. Daher ist es notwendig, entsprechende mathematische Änderungen an den fernerkundeten Spektralwerten vorzunehmen, einschließlich der inversen Variation($1/R$), der logarithmischen Variation($\lg R$). Die Korrelationsanalyse der transformierten Bandenspektren mit dem Bodensalzgehalt zeigt, dass die Korrelation verbessert wird und ein äußerst signifikanter Zusammenhang zwischen Fernerkundungsdaten und Bodensalzgehalt besteht. Dies wurde durch die folgenden Methoden erreicht:

Schritt 4.1: Die entsprechende mathematische Transformation der fernerkundeten

Spektralwerte der extrahierten Probepunkte, einschließlich inverser Variation, logarithmischer Variation, unter Verwendung von ArcGIS 10.0;

Schritt 4.2: Die SPSS-Software wurde verwendet, um den Bodensalzgehalt mit den Spektralwerten jedes Bandes des Bildes zu korrelieren, wodurch die Korrelation zwischen dem Salzgehalt der Probenahmestellen und den Spektralwerten jedes Bandes und deren transformierten Formen erhalten wurde. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse dargestellt. Korrelationskoeffizienten werden verwendet, um die Nähe zwischen zwei oder zwei oder mehr Variablengruppen mit Korrelation zu messen, und die wichtigsten Korrelationskoeffizienten sind der einfache Korrelationskoeffizient von Pearson, der konsistente Korrelationskoeffizient von Kendall tau-b und die einfache Korrelationskoeffizientenmethode von Spearman et al. In der vorliegenden Erfindung wird der einfache Korrelationskoeffizient nach Pearson verwendet. Je größer der Absolutwert des Korrelationskoeffizienten R ist, desto stärker ist die Korrelation. Je näher der Korrelationskoeffizient an 1 oder -1 liegt, desto stärker ist die Korrelation, und je näher der Korrelationskoeffizient an 0 liegt, desto schwächer ist die Korrelation.

Tabelle 1

Wellenband	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	b9	b10
Korrelationskoeffizient	0,06	0,08	0,11	-0,14	-0,08	0,00	0,07	0,06	0,02	0,01

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass der Absolutwert des Korrelationskoeffizienten maximal 0,14 und minimal 0 beträgt. Die Korrelationskoeffizienten liegen alle nahe bei 0, so dass die Korrelation extrem schwach ist, was darauf hindeutet, dass die Spektren der einzelnen Banden gering und unempfindlich gegenüber der Salzreflexion sind. Daher müssen zum Aufbau von Fernerkundungs-Inversionsmodellen aus Bildern entsprechende mathematische Änderungen

an der spektralen Reflexion vorgenommen werden, einschließlich der inversen Variante ($1/R$), der logarithmischen Variante ($\log(R)$). Nachdem die entsprechenden $\lg(R)$, $1/R$ Varianten für jede Bande vorgenommen wurden, wurde die transformierte spektrale Reflexion dann mit der SPSS-Software mit dem Bodensalzgehalt korreliert, um die Korrelationskoeffizienten zu erhalten Tabelle 2.

Tabelle 2

Variantenform		Korrelationskoeffizient										
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
Ig (R)		-0,047	-0,003	0,091	0,149	-0,304**	-0,156	-0,046	0,043	0,000	-0,183	-0,238**
1/R		0,048	0,003	-0,090	-0,150	0,295**	0,148	0,0435	-0,045	0,000	0,187	0,239**

Hinweis: ** steht für eine signifikante Korrelation auf dem 0,01-Niveau, * für eine signifikante Korrelation auf dem 0,05-Niveau.

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, zeigt die Korrelation zwischen $1/R$, $\lg(R)$ und dem Bodensalzgehalt in jedem Band der OLI-Bilder, dass der Korrelationskoeffizient zwischen der transformierten spektralen Bodenreflexion und dem Bodensalzgehalt insgesamt zugenommen hat und enger korreliert ist. Bei der inversen Variation hatte der Pearson-Korrelationskoeffizient (R) einen maximalen Absolutwert von 0,304 und einen minimalen Wert von 0. Bei der logarithmischen Variation hatte der Pearson-Korrelationskoeffizient (R) einen maximalen Absolutwert von 0,295 und einen minimalen Wert von 0. Auf dem Niveau $P < 0,01$ waren nach der $1/R$, $\lg(R)$ -Variation die $1/R$, $\lg(R)$ jeder Bande der OLI-Bilder signifikant mit dem Bodensalzgehalt in den B5- und B11-Banden korreliert. Bei der inversen Variation lagen die signifikanten Korrelationskoeffizienten bei -0,304 bzw. -0,238. Bei der logarithmischen Variation lagen die signifikanten Korrelationskoeffizienten bei 0,295 bzw. 0,239.

In der Studie wurde festgestellt, dass durch bestimmte mathematische Änderungen an den Hyperspektraldaten zum Bodensalzgehalt die empfindliche Position der Kurve hervorgehoben werden kann, was die Korrelation zwischen Bodensalzgehalt und spektraler Reflexion erleichtert und die quantitative Inversion des Bodensalzgehalts aus den Bildern weiter verbessert. Daher wurden in dieser Studie die inversen und logarithmischen Änderungen in der spektralen Reflexion der einzelnen Bänder der OLI-Bilder vorgenommen, so dass die spektrale Reflexion der Bänder erhöht wurde und somit die Korrelation signifikant war. Die

Größe und Signifikanz der Korrelationskoeffizienten wurden verwendet, um die logarithmierten, invers-transformierten Werte von Band 5 (B5) und Band 11 (B11) des Bildes zu filtern, die als die fernerkundungsbandsensitiven Variablen für den nächsten Schritt der Erstellung des Fernerkundungsinversionsmodells verwendet werden.

Schritt 5: Multiple lineare Regressionsanalyse von $1/R$, $\lg(R)$ für jede Bandenreflexion mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt mittels SPSS-Software, um ein Regressionsmodell zu erstellen und zu testen, ob die Reflexionsänderung der einzelnen Bandenwerte mit dem Bodensalzgehalt modelliert werden kann. Dies wurde durch die folgenden Methoden erreicht:

Schritt 5.1: Basierend auf den empfindlichen Fernerkundungsvariablen, die zunächst in Schritt 4 gescreent wurden, wurde eine multiple lineare Regressionsanalyse des $\lg(R)$, invers $1/R$ des Reflexionsgrads jeder aus den Fernerkundungsdaten erhaltenen Bande mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt mit der SPSS-Software durchgeführt. Daraus ergab sich der Koeffiziententest des Modells Tabelle 3.

Tabelle 3

	Koeffizient	t	Sig
Konstante	59,94	1,75	0,08
Log (B5)	-43,71	-3,06	0,03
1/ (B11)	7105,37	2,03	0,04

Die t-Statistik ist der Test für die Signifikanz des Koeffizienten; der sig-Wert ist der Wahrscheinlichkeitswert, der der t-Statistik entspricht, so dass t und sig äquivalent sind und es genügt, sig zu betrachten. Der sig-Wert muss kleiner als das angegebene Signifikanzniveau sein, in der Regel 0,05, 0,01 usw. Je näher der sig-Wert bei 0 liegt, desto besser. Aus Tabelle 3 lässt sich ablesen, dass sig nahe bei 0 liegen, so dass das Ergebnis akzeptabel ist.

Schreiben Sie die Gleichung gemäß Tabelle 3, wie in Gleichung (1) unten:

$$Y1 = 59,94 - 43,71 * \text{Log}(B5) + 7105,37 * 1/(B11) \quad (1)$$

In der obigen Gleichung ist Log(B5) der logarithmisch transformierte Wert der Reflektivität des 5. Bandes; 1/(B11) ist der invers transformierte Wert der Reflektivität des 11.

Schritt 5.2: Um das erstellte Modell zu testen, wurde zuerst der Test auf Homogenität der Varianz (d.h. F-Test) durchgeführt wurde, um Tabelle 4 zu erhalten., und wenn $\text{sig} < 0,05$ ist, bedeutet dies, dass der Test bestanden wurde und für die Regressionsanalyse gültig ist. Dann wird der Präzisionstest durchgeführt, um die Präzision und Stabilität des Modells zu prüfen, um später ein Modell mit besserer Präzision und Stabilität auszuwählen. Um die Genauigkeit der Gleichung zu testen, werden der Determinationskoeffizient (d. h. R^2) und die mittlere quadratische Abweichung (d. h. RMSE) verwendet. Je größer R^2 und je kleiner RMSE, desto höher ist die Genauigkeit des Modells und desto besser ist die Stabilität.

Tabelle 4

R^2	RMSE	sig	F
0,322	6,227	0,011	4,757

In Tabelle 4 ist F 4,757, sig ist 0,011 und $\text{sig} < 0,05$. Das Modell besteht den F-Test und ist für die Regressionsanalyse gültig. Das R^2 des Modells ist 0,322 und der RMSE beträgt 6,227.

Schritt 6: Erstellung von Fernerkundungs-Inversionsmodellen des Bodensalzgehalts für log-transformierte bzw. invers-transformierte Fernerkundungs-Bilddaten zum Vergleich des nach dieser einzigen Methode erstellten Fernerkundungs-Bilddatenmodells mit dem Fernerkundungs-Bilddatenmodell, das nach dem Mischen der beiden Methoden-Transformationen erstellt wurde, und zur Analyse der Auswirkungen der verschiedenen Datentransformationen auf die Modellgenauigkeit.

Schritt 6.1: Die empfindlichen Fernerkundungsvariablen wurden zunächst gemäß Schritt 4

gescreent. Eine multiple lineare Regressionsanalyse des Logarithmus $\lg(R)$ der Reflektion jeder aus den Fernerkundungsdaten erhaltenen Frequenzbänder mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt wurde mit der SPSS-Software durchgeführt, um den Koeffiziententest des Modells Tabelle 5 zu erhalten.

Tabelle 5			
	Koeffizient t		Sig
Konstante	112,19	3,01	0,003
Log (B5)	-54,08	-2,91	0,005

Die sig-Werte sowohl für die Konstante als auch für die Variable sind kleiner als die angegebenen 0,01, nahe bei 0. Dies zeigt, dass die Koeffizienten des Modells akzeptabel sind. Die Gleichung wird gemäß Tabelle 5 wie folgt geschrieben (2):

$$Y_2 = 112,19 - 54,08 * \text{Log}(B_5) \quad (2)$$

In der obigen Gleichung ist $\text{Log}(B_5)$ der logarithmisch transformierte Wert der Reflektivität des 5. Bandes.

Schritt 6.2: Das erstellte Modell wurde getestet. F ist 8,452, sig ist 0,005, $\text{sig} < 0,01$, was bedeutet, dass das Modell den Test bestanden hat und das Modell gültig ist. Das R^2 des Modells ist 0,304 und der RMSE beträgt 6,23.

Schritt 6.3: Die empfindlichen Fernerkundungsvariablen wurden gemäß Schritt 4 gescreent. Eine multiple lineare Regressionsanalyse des Kehrwerts $1/R$ der Reflektion jeder aus den Fernerkundungsdaten erhaltenen Frequenzbänder mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt wurde mit der SPSS-Software durchgeführt, um den Koeffiziententest des Modells Tabelle 6 zu erhalten.

Tabelle 6			
	Koeffizient	t	Sig
Konstante	-17,99	-2,30	0,024
1/ (B11)	2193,07	-2,81	0,006

Die sig-Werte sowohl der Konstanten als auch der Variablen sind kleiner als die angegebenen 0,05, was darauf hinweist, dass die Koeffizienten des Modells akzeptabel sind und die Anforderungen erfüllen. Die Gleichung wird gemäß Tabelle 5 wie folgt geschrieben (3):

$$Y_3 = -17,99 + 2193,07 * 1/(B11) \quad (3)$$

In der obigen Gleichung ist $1/(B11)$ der invers transformierte Wert des Reflexionsgrads des 11. Bandes.

Schritt 6.4: Das erstellte Modell wurde getestet. F ist 7,89, sig ist 0,006, $\text{sig} < 0,01$, was bedeutet, dass das Modell den Test bestanden hat und das Modell gültig ist. Das R^2 des

Modells ist 0,295 und der RMSE beträgt 6,25.

Schritt 6.5: Der Vergleich verschiedener Modellgenauigkeiten ergab, dass das gemischte Fernerkundungsmodell, das auf dem Kehrwert $1/R$ und Logarithmus $\lg(R)$ des Reflexionsgrads der einzelnen Frequenzbänder basiert, die höchste Genauigkeit aufweist, und das beste Modell ist $Y1 = 59,94 - 43,71 * \lg(B5) + 7105,37 * 1/(B11)$, das für die Überwachung der Bodensalzgehalt-Inversion in der Delta Region des Gelben Flusses verwendet werden kann.

Schritt 7: Das oben erstellte Prognosemodell wurde auf das Landsat8-Fernerkundungsbild des Untersuchungsgebiets angewendet, so dass die Landsat8-Fernerkundungs-Inversionskarte des Bodensalzgehalts entstand, wie in Abbildung 1 dargestellt; eine deskriptive statistische Analyse des Bodensalzgehalts wurde durchgeführt, so dass Tabelle 7 entsteht.

Wie in Abbildung 1 dargestellt, wies der Salzgehalt der Oberflächenböden im Untersuchungsgebiet offensichtliche räumliche Verteilungsunterschiede auf und war deutlich abgestuft. Die Fläche des Bodens $<1\text{g/kg}$ beträgt $37,5\text{ km}^2$, was $1,6\%$ entspricht und nicht versalzene Land ist; die Fläche des Bodens $1-2\text{g/kg}$ beträgt $156,14\text{ km}^2$, was $6,7\%$ entspricht und leicht versalzene Land ist; die Fläche des Bodens $2-4\text{g/kg}$ beträgt $672,87\text{ km}^2$, was mäßig versalzene Land ist; die Fläche des Bodens $4-6\text{g/kg}$ beträgt $580,36\text{ km}^2$, das ist stark versalzene Land; $>6\text{g/kg}$ Landfläche ist $884,131\text{ km}^2$, das ist noch versalzene Land. Je heller die Farbe in der inversen Darstellung ist, desto höher ist der Salzgehalt des dargestellten Bodens. Aus Abb. 2 ist ersichtlich, dass der Bodensalzgehalt mit zunehmender Entfernung vom Bohai-Meer abnimmt. Der höchste Bodensalzgehalt findet sich im Nordosten und in den

Küstengebieten, wo der Boden noch salzhaltig ist und eine Fläche von 884,131 km² oder 37,93 % einnimmt; weiter landeinwärts ist der Boden stark salzhaltig und nimmt eine Fläche von 580,36 km² oder 24,9 % ein; und am weitesten landeinwärts ist der Boden mäßig salzhaltig und nimmt 672,87 km² oder 6,7 % ein.

Tabelle 7

Salzgehalt/(g/kg)	Messwert	Inverswert
Maximalwert	6,8	7,8
Mindestwert	0,2	0,6
Durchschnittswert	1,41	1,96
Standardabweichung	1,04	1,33
Schrägungsfaktor	8,02	9,00
Kurtosis-Koeffizient	8,02	8,72
Median	1,1	2,1
Variationskoeffizient	73,76%	74,56%

Wie in Tabelle 7 hervorgeht, unterscheiden sich die Messwerte nicht signifikant von den Inverswerten. Daher kann die Inversionsmethode, die durch diese Erfindung bereitgestellt wird, auf die Messung des Bodensalzgehalts angewendet werden, was eine große Arbeits- und Zeitersparnis mit sich bringt.

Diese Erfindung verwendet die spektrale Reflexion von Landsat8 zur Korrelation mit dem Bodensalzgehalt und wählt das Band mit signifikanter Korrelation als empfindliches Band aus. Dann wurde eine Regressionsanalyse zwischen den empfindlichen Banden und dem

gemessenen Bodensalzgehalt durchgeführt und ein multiples lineares Regressionsmodell erstellt, um die Inversion der räumlichen Verteilung des Bodensalzgehalts in Kenli County zu ermöglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass die räumliche Verteilung des Bodensalzgehalts im Untersuchungsgebiet mithilfe von OLI-Bildern recht gut abgeleitet werden konnte. Der Salzgehalt im Untersuchungsgebiet weist eine offensichtliche räumliche Verteilungsvariabilität auf, die zeigt, dass der Salzgehalt von Osten nach Westen allmählich abnimmt; je näher am Gelben Fluss, desto niedriger ist der Bodensalzgehalt; je weiter vom Meer entfernt, desto niedriger ist der Bodensalzgehalt; das östliche Küstengebiet ist vom Meerwasser beeinflusst, mit relativ hoher Grundwassermineralisierung, starker Salzakkumulation und hohem Bodensalzgehalt; das nordöstliche Naturschutzgebiet hat aufgrund der fehlenden anthropogenen offenen Nutzung eine geringe Vegetationsbedeckung sowie hohe Bodensalzgehalte. Die räumliche Variabilität der Bodenversalzung ist groß, und die Hauptgründe für die räumliche Variabilität sind natürliche Faktoren wie Topographie, Klima, bodenbildendes Ausgangsmaterial und Geomorphologie.

Die empfindlichen Spektren des OLI-Bildes für den Salzgehalt des Bodens im Untersuchungsgebiet sind B5 (845-885 nm) und B11 (11500-12510 nm), wobei die B5-Bande die beste Bande darstellt. Die Banden wurden invertiert-transformiert und log-transformiert sowie einzeln der Korrelationsanalyse unterzogen, was die Korrelation mit dem Salzgehalt deutlich verbessern kann, wobei die invertiert-transformierte die deutlichste ist. Mit Hilfe statistischer Methoden wurde ein multiples lineares Regressionsmodell erstellt, und das beste Modell wurde nach dem Prinzip ausgewählt, dass ein größeres R^2 besser und ein kleinerer RMSE besser ist, und schließlich wurde $Y1 = 59,94 - 43,71 * \text{Log}(B5) + 7105,37 * 1/(B11)$

gewählt. Die Koeffizienten des Modells wurden zunächst einem t-Test unterzogen, wobei $P=0,001$, das Niveau der statistischen Signifikanz auf dem Niveau $P<0,01$ erreicht wurde; und dann wurde das Modell auf Genauigkeit getestet. Dieses Modell besitzt eine gute Prognosefähigkeit für den Bodensalzgehalt im Untersuchungsgebiet, wobei der R^2 -Wert 0,322, der RMSE-Wert 6,229, die Modellgenauigkeit gut und die Stabilität hoch ist.

In Schritt 2 der vorliegenden Erfindung ist Landsat8 der neueste Satellit der Landsat-Reihe, die OLI (mit 9 Bändern) und TIRS (mit 2 separaten thermischen Infrarotbändern) umfasst. Ein wichtiger Vorteil der OLI-Bilder ist die Anpassung von Band 5, um das Wasserdampf-Absorptionsmerkmal bei $0,825\ \mu\text{m}$ auszuschließen, wodurch der Einfluss der atmosphärischen Absorption auf die Daten stark reduziert wird. Es gibt auch zwei zusätzliche Bänder, das erste ist das blaue Band für die Küstenüberwachung, das andere ist das kurzwellige Infrarotband für die Wolkenüberwachung.

PATENTANSPRÜCHE

1. Ein Verfahren zur Inversion des Bodensalzgehalts im Delta des Gelben Flusses auf der Basis von Landsat8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt umfasst:

Schritt 1: Sammlung und Erwerbung von Bodensalzgehaltsdaten; Schritt 2: Erwerbung und Verarbeitung von Fernerkundungsbilddaten;

Schritt 3: Auslese und Berechnung der Reflexionsdaten für die jeweiligen Frequenzbänder aus Landsat8 OLI-Bildern mit der Software ArcGIS10.0; Schritt 4: Vorläufiges Screening empfindlicher Frequenzbänder durch entsprechende $\lg(R)$ - und $1/R$ -Änderungen für jedes Frequenzband, gefolgt von einer Korrelationsanalyse des fernerkundeten Reflexionsgrads und des transformierten fernerkundeten Reflexionsgrads mit dem jeweiligen Salzgehalt des Bodens mittels SPSS-Software; Schritt 5: Multiple lineare Regressionsanalyse von $1/R$, $\lg(R)$ für jede Bandenreflexion mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt mittels SPSS-Software, um ein Regressionsmodell zu erstellen und zu testen, ob die Reflexionsänderung der einzelnen Bandenwerte mit dem Bodensalzgehalt modelliert werden kann; Schritt 6: Erstellung von Fernerkundungs-Inversionsmodellen des Bodensalzgehalts für log-transformierte bzw. invers-transformierte Fernerkundungs-Bilddaten zum Vergleich des nach dieser einzigen Methode erstellten Fernerkundungs-Bilddatenmodells mit dem Fernerkundungs-Bilddatenmodell, das nach dem Mischen der beiden Methoden-Transformationen erstellt wurde, und zur Analyse der Auswirkungen der verschiedenen Datentransformationen auf die Modellgenauigkeit;

Schritt 7: Das oben erstellte beste Prognosemodell wurde auf Landsat8-Fernerkundungsbilder des Untersuchungsgebiets angewendet, wodurch Landsat8-Fernerkundungs-Inversionskarten des Bodensalzgehalts erstellt wurden.

2. Das Landsat8-basierende Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt 1 speziell durch folgende Methoden erreicht wird:

Schritt 1.1: Zunächst wurde ein Rasterlayout erstellt und an die Landnutzungsart sowie den Straßenzugang angepasst; insgesamt wurden 86 Probenahmestellen angelegt, und um jede Probenahmestelle herum wurden 3-6 Flecken Boden mit einer Schaufel in der Tiefe von 0-20 cm gesammelt und gründlich gemischt; dann wurden 1 kg bis 2 kg in Plastikbeutel gefüllt, beschriftet und die Koordinaten der Probenahmestellen, der Zeitpunkt der Probenahme, die Wetterbedingungen, die Landnutzungsart und der Bepflanzungstyp aufgezeichnet;

Schritt 1.2: Die gesammelten Bodenproben wurden in Innenräumen getrocknet; nach dem Trocknen wurden die Graswurzeln ausgewählt und die Bodenproben wurden gemahlen und durch ein 1mm-Sieb gegeben; zur Aufbewahrung für spätere Experimente wurden sie in Weithalsgläsern konserviert;

Schritt 1.3: Der in Schritt 1.2 erhaltene Boden wurde mit der Leitfähigkeits-Methode bestimmt; Dies wurde wie folgt durchgeführt: Eine entsprechende Menge an Bodenprobe und destilliertem Wasser wurde gemäß dem Gewichtsverhältnis Boden-Wasser von 1:5 in ein Glasreagenzglas gefüllt und 5 Minuten lang geschüttelt; anschließend wurde das Filtrat

filtriert und die Leitfähigkeit mit einem Leitfähigkeitsmessgerät gemessen; nachdem die Leitfähigkeit bestimmt wurde, wurden die Daten zur Bodensalinität durch Umrechnung der Formel entsprechend der Beziehung zwischen Leitfähigkeit und Bodensalinität ermittelt; die spezifische Umrechnungsformel lautete wie folgt:

$S = 3,047EC_{1:5} - 0,493$ ($r = 0,981^{**}$, $p < 0,001$). In der Formel bezieht sich S auf den Bodensalzgehalt, g/kg; $EC_{1:5}$ bezieht sich auf das Boden-Wasser-Verhältnis von 1:5, die Sickerwasserleitfähigkeit, ms/c.

3. Das Landsat8-basierende Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt 2 speziell durch folgende Methoden erreicht wird: Es wurden OLI-Daten des Satelliten Landsat8, die das Untersuchungsgebiet abdeckten, von der NASA-Website bezogen und anhand der topografischen Karte von Kenli County geometrisch korrigiert, wobei ein quadratisches polynomiales Korrekturmodell und die Methode des „Nearest Neighbor Image Resampling“ verwendet wurden, um den Fehler auf ein Bildelement zu begrenzen; diese Arbeit wurde mit der Software Envi 5.1 durchgeführt, mit der die Vektorgrenzen des Untersuchungsgebiets von der Abteilung für die Verwaltung natürlicher Ressourcen erhalten wurden; die korrigierten Fernerkundungsbilder wurden in der ArcGIS 10.0 Plattformsoftware beschnitten, um die Fernerkundungsbilder des Untersuchungsgebiets von Kenli County zu beschneiden.

4. Das Landsat8-basierende Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt 3 speziell durch

folgende Methoden erreicht wird: der Schlüssel in diesem Schritt ist die Auslese des Spektralwertes des Fernerkundungsbildes, der dem Bodenprobenpunkt entspricht; in der Software ArcGIS10.0 wird die Funktion „extract value to point“ verwendet, um den dem Bodenprobenpunkt entsprechenden Rasterwert jedes Frequenzbandes des Bildes anhand der Koordinatenposition des Probenpunktes als den dem Bodenprobenpunkt entsprechenden Fernerkundungsreflexionsgrad zu ermitteln.

5. Das Landsat8-basierende Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt 4 speziell durch folgende Methoden erreicht wird:

Schritt 4.1: Die entsprechende mathematische Transformation der fernerkundeten Spektralwerte der extrahierten Probenpunkte, einschließlich inverser Variation, logarithmischer Variation, unter Verwendung von ArcGIS 10.0;

Schritt 4.2: Die SPSS-Software wurde verwendet, um Korrelationen zwischen dem Bodensalzgehalt der Probenahmestellen und den Spektralwerten der Frequenzbänder und den transformierten Spektralformen zu erhalten; der Korrelationskoeffizient wurde verwendet, um die Nähe zwischen zwei oder zwei oder mehr Variablengruppen mit Korrelation zu messen, und der Korrelationskoeffizient wurde mit der einfachen Korrelationskoeffizienten-Methode von Pearson verwendet; je größer die absolute Zahl des Korrelationskoeffizienten ist, desto stärker ist die Korrelation; das heißt, je näher der Korrelationskoeffizient an 1 oder -1 liegt, desto stärker ist die Korrelation; je näher der Korrelationskoeffizient an 0 liegt, desto schwächer ist die Korrelation.

6. Das Landsat8-basierende Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt 5 speziell durch folgende Methoden erreicht wird:

Schritt 5.1: Basierend auf den Fernerkundungsvariablen, die in Schritt 4 gescreent wurden, wurde eine multiple lineare Regressionsanalyse von $1/R$, $\lg(R)$ der Reflexion in jedem Frequenzband mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt mittels SPSS-Software durchgeführt, um ein Regressionsmodell zu erstellen;

Schritt 5.2: Um das erstellte Modell zu testen, wurde zuerst der F-Test durchgeführt, und wenn $\text{sig} < 0,01$ ist, bedeutet dies, dass der Test bestanden wurde und für die Regressionsanalyse gültig ist; dann wird der Präzisionstest durchgeführt, um die Präzision und Stabilität des Modells zu prüfen, um später ein Modell mit besserer Präzision und Stabilität auszuwählen; um die Genauigkeit der Gleichung zu testen, werden der Determinationskoeffizient und die mittlere quadratische Abweichung verwendet; je größer der Determinationskoeffizient und je kleiner die mittlere quadratische Abweichung, desto höher ist die Genauigkeit des Modells und desto besser ist die Stabilität.

7. Das Landsat8-basierende Inversionsverfahren für den Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt 6 speziell durch folgende Methoden erreicht wird:

Schritt 6.1: Die empfindlichen Fernerkundungsvariablen wurden zunächst gemäß Schritt 4 gescreent; Eine multiple lineare Regressionsanalyse des Logarithmus $\lg(R)$ der Reflexion

jeder aus den Fernerkundungsdaten erhaltenen Frequenzbänder mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt wurde mit der SPSS-Software durchgeführt, um eine Koeffizienten-Testtabelle für das Modell zu erhalten;

Schritt 6.2: Das erstellte Modell wurde getestet; F ist 8,452, sig ist 0,005, $\text{sig} < 0,01$, was bedeutet, dass das Modell den Test bestanden hat und das Modell gültig ist; der Determinationskoeffizient des Modells ist 0,304 und die mittlere quadratische Abweichung ist 6,23;

Schritt 6.3: Die empfindlichen Fernerkundungsvariablen wurden gemäß Schritt 4 gescreent; Eine multiple lineare Regressionsanalyse des Kehrwerts $1/R$ der Reflektion jeder aus den Fernerkundungsdaten erhaltenen Frequenzbänder mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt wurde mit der SPSS-Software durchgeführt, um eine Koeffizienten-Testtabelle für das Modell zu erhalten;

Schritt 6.4: Das erstellte Modell wurde getestet; F ist 7,89, sig ist 0,006, $\text{sig} < 0,01$, was bedeutet, dass das Modell den Test bestanden hat und das Modell gültig ist; der Determinationskoeffizient des Modells ist 0,295 und die mittlere quadratische Abweichung ist 6,25;

Schritt 6.5: Der Vergleich verschiedener Modellgenauigkeiten ergab, dass das gemischte Fernerkundungsmodell, das auf dem Kehrwert $1/R$ und Logarithmus $\lg(R)$ des Reflexionsgrads der einzelnen Frequenzbänder basiert, die höchste Genauigkeit aufweist, und das beste Modell ist $Y1 = 59,94 - 43,71 * \text{Log}(B5) + 7105,37 * 1/(B11)$, das für die Überwachung

der Bodensalzgehalt-Inversion in der Delta Region des Gelben Flusses verwendet werden kann.

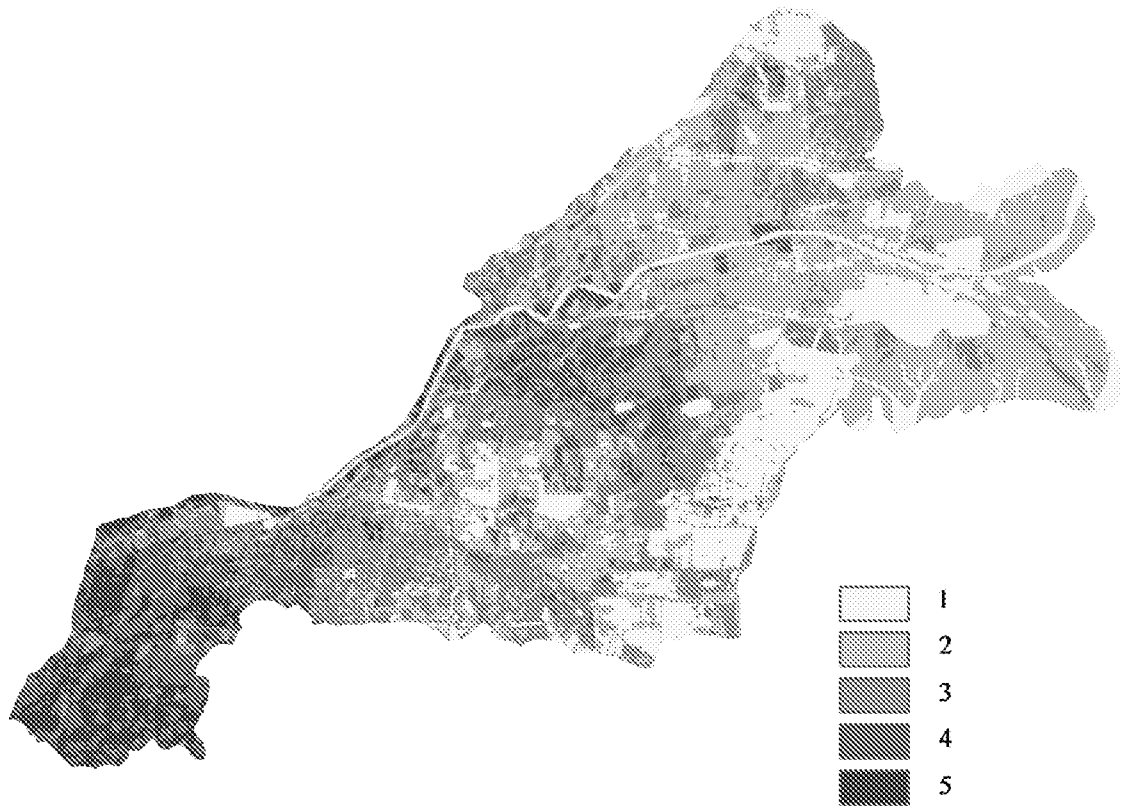


Fig.1



RECHERCHENBERICHT

nach Artikel 35.1 a)
des luxemburgischen Gesetzes über Erfindungspatente
vom 20. Juli 1992

LO 3106
LU 500138

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GORJI TAHA ET AL: "Soil salinity analysis of Urmia Lake Basin using Landsat-8 OLI and Sentinel-2A based spectral indices and electrical conductivity measurements", ECOLOGICAL INDICATORS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 112, 9. Februar 2020 (2020-02-09), XP086072894, ISSN: 1470-160X, DOI: 10.1016/J.ECOLIND.2020.106173 [gefunden am 2020-02-09] * Zusammenfassung * * Abbildungen 2,3,4 * * Sections 3.2 and 4 * -----	1-7	INV. G06K9/00 G06F17/18
X	MENG LING ET AL: "Estimating soil salinity in different landscapes of the Yellow River Delta through Landsat OLI/TIRS and ETM+ Data", JOURNAL OF COASTAL CONSERVATION, SPRINGER NETHERLANDS, DORDRECHT, Bd. 20, Nr. 4, 2. Mai 2016 (2016-05-02), Seiten 271-279, XP036002882, ISSN: 1400-0350, DOI: 10.1007/S11852-016-0437-9 [gefunden am 2016-05-02] * Zusammenfassung * * "Statistical models and validation"; Seite 274 * * Abbildung 4 * -----	1-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G06K G06F
Abschlußdatum der Recherche		Prüfer	
21. November 2021		Philips, Petra	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. LO3106	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 07.05.2021	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 19.06.2020	Aktenzeichen Nr. LU500138
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. G06K9/00 G06F17/18			
Anmelder QINGDAO AGRICULTURAL UNIVERSITY			

Dieser Bescheid enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- ☒ Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- ☐ Feld Nr. II Priorität
- ☐ Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- ☐ Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- ☒ Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- ☐ Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- ☐ Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung
- ☒ Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

Formblatt LU237A (Deckblatt) (January 2007)	Prüfer Philips, Petra
---	--------------------------

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Aktenzeichen Nr.

LU500138

Feld Nr. I Grundlage des Bescheids

1. Dieser Bescheid wurde auf der Grundlage des letzten vor dem Beginn der Recherche eingereichten Satzes von Ansprüchen erstellt.
2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der Anmeldung offenbart wurde und für die beanspruchte Erfindung erforderlich ist, ist der Bescheid auf folgender Grundlage erstellt worden:
 - a. Art des Materials
 - ☐ Sequenzprotokoll
 - ☐ Tabelle(n) zum Sequenzprotokoll
 - b. Form des Materials
 - ☐ in Papierform
 - ☐ in elektronischer Form
 - c. Zeitpunkt der Einreichung
 - ☐ in der eingereichten Anmeldung enthalten
 - ☐ zusammen mit der Anmeldung in elektronischer Form eingereicht
 - ☐ nachträglich eingereicht
3. ☐ Wurden mehr als eine Version oder Kopie eines Sequenzprotokolls und/oder einer dazugehörigen Tabelle eingereicht, so sind zusätzlich die erforderlichen Erklärungen, dass die Information in den nachgereichten oder zusätzlichen Kopien mit der Information in der Anmeldung in der eingereichten Fassung übereinstimmt bzw. nicht über sie hinausgeht, vorgelegt worden.
4. Zusätzliche Bemerkungen:

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Aktenzeichen Nr.

LU500138

Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit Ja: Ansprüche 1-7
 Nein: Ansprüche

Erfinderische Tätigkeit Ja: Ansprüche
 Nein: Ansprüche 1-7

Gewerbliche Anwendbarkeit Ja: Ansprüche: 1-7
 Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1 Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1 GORJI TAHA ET AL: "Soil salinity analysis of Urmia Lake Basin using Landsat-8 OLI and Sentinel-2A based spectral indices and electrical conductivity measurements",
ECOLOGICAL INDICATORS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL,
Bd. 112, 9. Februar 2020 (2020-02-09), XP086072894,
ISSN: 1470-160X, DOI: 10.1016/J.ECOLIND.2020.106173
[gefunden am 2020-02-09]

D2 MENG LING ET AL: "Estimating soil salinity in different landscapes of the Yellow River Delta through Landsat OLI/TIRS and ETM+ Data",
JOURNAL OF COASTAL CONSERVATION, SPRINGER
NETHERLANDS, DORDRECHT,
Bd. 20, Nr. 4, 2. Mai 2016 (2016-05-02), Seiten 271-279,
XP036002882,
ISSN: 1400-0350, DOI: 10.1007/S11852-016-0437-9
[gefunden am 2016-05-02]

2 Zu Anspruch 1:

2.1 Ungeachtet der Klarheitseinwände in Punkt 5.1, offenbart D1

ein Verfahren zur Inversion des Bodensalzgehalts ~~im Delta des Gelben Flusses~~
auf der Basis von Landsat8, (Zusammenfassung)

dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt umfasst:

Schritt 1: Sammlung und Erwerbung von Bodensalzgehaltsdaten; (Punkt 3.2:
"filed measurements")

Schritt 2: Erwerbung und Verarbeitung von Fernerkundungsbilddaten;
(Zusammenfassung)

Schritt 3: Auslese und Berechnung der Reflexionsdaten für die jeweiligen
Frequenzbänder aus Landsat8 OLI-Bildern ~~mit der Software ArcGISIO.O;~~
(Zusammenfassung: "soil salinity spectral index values derived from visible
bands of satellite images", Punkt 4; Abb. 2)

Schritt 4: Vorläufiges Screening empfindlicher Frequenzbänder ~~durch entsprechende $\lg(R)$ - und $1/R$ -Änderungen~~ für jedes Frequenzband, gefolgt von einer Korrelationsanalyse des fernerkundeten Reflexionsgrads ~~und des transformierten fernerkundeten Reflexionsgrads~~ mit dem jeweiligen Salzgehalt des Bodens ~~mittels SPSS-Software~~; (Zusammenfassung: implizit)

Schritt 5: Multiple lineare Regressionsanalyse ~~von $1/R$, $\lg(R)$~~ für jede Bandenreflexion mit dem in Schritt 1 erhaltenen Bodensalzgehalt ~~mittels SPSS-Software~~, um ein Regressionsmodell zu erstellen und zu testen, ob die Reflexionsänderung der einzelnen Bandenwerte mit dem Bodensalzgehalt modelliert werden kann; (Zusammenfassung)

Schritt 6: Erstellung von Fernerkundungs-Inversionsmodellen des Bodensalzgehalts für ~~log-transformierte bzw. invers-transformierte~~ Fernerkundungs-Bilddaten zum Vergleich des nach dieser einzigen Methode erstellten Fernerkundungs-Bilddatenmodells mit dem Fernerkundungs-Bilddatenmodell, ~~das nach dem Mischen der beiden Methoden-Transformationen erstellt wurde, und zur Analyse der Auswirkungen der verschiedenen Datentransformationen auf die Modellgenauigkeit~~; (Zusammenfassung)

Schritt 7: Das oben erstellte beste Prognosemodell wurde auf Landsat8-Fernerkundungsbilder des Untersuchungsgebiets angewendet, wodurch Landsat8-Fernerkundungs-Inversionskarten des Bodensalzgehalts erstellt wurden. (Zusammenfassung, Punkt 3.2)

Anspruch 1 unterscheidet sich von D1 in:

- (1) der Bodensalzgehalt im Delta des Gelben Flusses wird bestimmt;
- (2) ArcGISIO.O und SPSS-Software werden verwendet;
- (3) die Bandenreflexionen werden für jedes Frequenzband logarithmisch oder invers verändert und für die Modellbildung verwendet.

Die Unterschiede (1), (2), (3), soweit verstanden, sind nicht in Synergie.

(1) ist eine naheliegende Auswahl (wenn nicht sogar eine nichttechnische Vorgabe), und kann nicht zum erfinderischen Schritt beitragen.

(2) und (3) sind unklare Merkmale, die deshalb nicht zum erfinderischen Schritt beitragen können, siehe Punkt 5.1.

Anspruch 1 ist somit nicht erfinderisch in Bezug auf D1.

- 2.2 Auch D2 (Zusammenfassung, S. 274 "Statistical models and validation", Abb. 4) offenbart die Erstellung von Inversionskarten des Bodensalzgehalts des Delta des Gelben Flusses auf Bilddaten des Landsat 7. Da die Auswahl von Landsat 8 OLI-Bildern eine naheliegende alternative Möglichkeit ist, ist Anspruch 1 auch nicht erfinderisch in Bezug auf D2 mit dem gleichen Argument, dass die Unterschiede (2) und (3) unklar sind wie in Punkt 2.1.
- 3 Die in den abhängigen Ansprüchen 2-7 enthaltenen Merkmale sind so unklar, dass eine detaillierte Merkmalsanalyse zu dem jetzigen Zeitpunkt nicht sinnvoll erscheint, siehe Punkt 5.2. Da sie solchermaßen unklar sind, können sie allerdings auch nicht zum erfinderischen Schritt beitragen.
- 4 Es wird zudem noch angemerkt, dass logarithmische und inverse Skalen zum Allgemeinwissen des Ingenieurs gehören, und es eine naheliegende Möglichkeit ist, diese zu verwenden, um nichtlineare Zusammenhänge zu erfassen.

Zu Punkt VIII

- 5 **Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung**
- 5.1 Der Anspruch 1 ist nicht klar:
- 5.1.1 Die Bezeichnungen "Software ArcGIS10.0" und "SPSS-Software" sind nicht klar. In einem Patentanspruch ist die Verwendung von Marken und dergleichen nicht zugelassen, da nicht auszuschließen ist, dass das Erzeugnis oder Merkmal, auf das verwiesen wird, während der Laufzeit des Patents geändert wird, seinen Namen aber beibehält.
- 5.1.2 Der Wortlaut "Verfahren [...] auf der Basis von Landsat8" ist unklar, da nicht ersichtlich ist, inwiefern "auf der Basis von Landsat8".
- 5.1.3 Der Schritt 1 "Sammlung und Erwerbung von Bodensalzgehaltsdaten" ist technisch unklar, da nicht definiert wird, was für Daten dies sind und der Unterschied zwischen Sammlung und Erwerbung nicht ersichtlich ist.
- 5.1.4 In Schritt 2 ist die genaue technische Bedeutung von "Fernerkundungsbilddaten" nicht klar ersichtlich. Zudem ist der technische Zusammenhang zwischen diesen Daten und den anderen Daten des Anspruchs nicht klar.
- 5.1.5 In Schritt 4 ist die technische Bedeutung der "empfindlichen" Frequenzbänder nicht klar. Welche Frequenzbänder werden verarbeitet?

- 5.1.6 In Schritt 4 ist der "transformierte fernerkundete Reflexionsgrad" nicht klar und wurde nicht definiert.
- 5.1.7 In Schritt 5 ist unklar, ob das Komma in " $1/R, \lg(R)$ " ein "und" oder ein "oder" bedeutet.
- 5.1.8 In Schritt 5 ist der Wortlaut "um ein Regressionsmodell zu erstellen und zu testen, ob die Reflexionsänderung der einzelnen Bandenwerte mit dem Bodensalzgehalt modelliert werden kann" unklar. Wie wird das Ergebnis des Testens erhalten?
- 5.1.9 Schritt 6 ist unklar, da nicht genau ersichtlich wird, was das "Fernerkundungs-Bilddatenmodell" ist, was womit gemischt wurde und was das Ergebnis der Mischung ist, und was die Analyse beinhaltet.
- 5.1.10 In Schritt 7 ist "das beste" Prognosemodell technisch nicht definiert, und es ist nicht klar, welches das beste Modell ist. Die Erstellung der "Landsat8-Fernerkundungs-Inversionskarten des Bodensalzgehalts" ist auch nicht technisch definiert, so dass nicht verstanden wird, was erstellt wird und wie. Zudem sollte Schritt 7 als Verfahrensschritt formuliert werden, und nicht als Beschreibung einer in der Vergangenheit erfolgten Erstellung.
- 5.2 Der Anspruch 2 ist nicht als Verfahren mit seinen Schritten klar definiert, sondern als Folge von vollständigen Absätzen aus der Beschreibung. Es wird deshalb nicht verstanden, was der Schutzzumfang des Verfahrens ist. Dies gilt *mutatis mutandis* für Ansprüche 3-7, deren genauer Schutzzumfang nicht ersichtlich ist.
- 5.3 Die Bezeichnungen "Software ArcGIS10.0", "SPSS-Software", "Envi5.1 Software" sind zudem in den Ansprüchen 3-7 unklar. Es ist zusätzlich nicht klar, was die "NASA-Website" ist, und was für eine Einschränkung damit gemeint ist.