Transforming **U**nsustainable management of soils in key agricultural systems in EU and China

Developing an **i**ntegrated platform of alternatives to reverse soil degradation

Aktueller Stand der Bodendegradation in Bulgarien

This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation action under grant agreement No 101000224.

Einleitung

Die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED, 1992), besser bekannt als der "RIO Earth Summit", befasste sich in Kapitel 12 der Agenda 21 mit den fragilen Ökosystemen. In diesem Kapitel wurde Wüstenbildung als „Bodendegradation in ariden, semiariden und subhumiden Gebieten infolge verschiedener Faktoren, einschließlich klimatischer Schwankungen und menschlicher Aktivitäten" definiert. Dementsprechend definiert das Übereinkommen der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Wüstenbildung Landdegradation als "Verringerung oder Verlust der biologischen oder wirtschaftlichen Produktivität und Komplexität von regengespeistem Ackerland, bewässertem Ackerland oder Weide- und Waldflächen in ariden, halbtrockenen und trockenen subhumiden Gebieten infolge von Landnutzungen oder eines Prozesses oder einer Kombination von Prozessen, einschließlich Prozessen, die sich aus menschlichen Tätigkeiten und Siedlungsmustern ergeben, wie z. B.: (i) Bodenerosion durch Wind und/oder Wasser; (ii) Verschlechterung der physikalischen, chemischen und biologischen oder wirtschaftlichen Eigenschaften des Bodens; und (iii) langfristiger Verlust der natürlichen Vegetation". Zu den begleitenden physikalischen Phänomenen gehören die Verringerung der Vegetationsdecke, die Erhöhung der Albedo, die starke Bodenerosion und Versalzung, die Verschlechterung der Wasserressourcen usw.

Das Übereinkommen der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Wüstenbildung wurde 1994 als rechtsverbindliches Dokument angenommen (CCD, 1994). Das Übereinkommen umfasst einen Rahmen mit allgemeinen Grundsätzen und fünf Anhänge für Afrika, Asien, Lateinamerika, den nördlichen Mittelmeerraum sowie Mittel- und Osteuropa. Das Übereinkommen ist 1996 in Kraft getreten, und die Zahl der Vertragsparteien beläuft sich inzwischen auf 180, darunter von der Wüstenbildung betroffene und nicht betroffene Entwicklungsländer sowie betroffene und nicht betroffene Industrieländer.

Im Januar 2001 ratifizierte die Nationalversammlung der Republik Bulgarien das UN-Übereinkommen zur Bekämpfung der Wüstenbildung, das am 22.05.2001 für Bulgarien in Kraft trat. Das Ministerium für Umwelt und Wasser hat die Verantwortung für die Umsetzung des Übereinkommens sowie die Funktion der nationalen Koordinierungsstelle übernommen. Auf dem nationalen Seminar „Land- und Bodendegradation und Bekämpfung der Wüstenbildung", das am 13. und 14. Juni 2002 in Sofia stattfand, wurde eine Bestandsaufnahme des aktuellen Stands der Problematik in Bulgarien vorgenommen und eine Stelle benannt, die für die Ausarbeitung des nationalen Aktionsprogramms zuständig ist.

Ursachen der Bodendegradation in Bulgarien

Landschaftliche Besonderheiten

Das bulgarische Staatsgebiet umfasst 111 007 km2 des östlichen Teils der Balkanhalbinsel. Die topografischen Merkmale (Abb. 1) zeigen, dass die Landschaftsmerkmale wesentlich zum Auftreten von Wassererosion beitragen: nur 16 % des Gebiets sind relativ flach mit einer Neigung von weniger als 3°, während etwa die Hälfte (49,1 %) des Gebiets eine Neigung von 6 bis 18° aufweist.

Klima

Das Territorium des Landes, das zur Balkanhalbinsel gehört, ist zwei großen Klimaregionen zuzuordnen - der gemäßigten und der mediterranen Region. Aufgrund der topographischen Vielfalt und der vorübergehenden Klimasituation variieren sowohl die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge als auch die monatliche Verteilung auf dem Staatsgebiet stark. Ergebnisse neuerer Studien

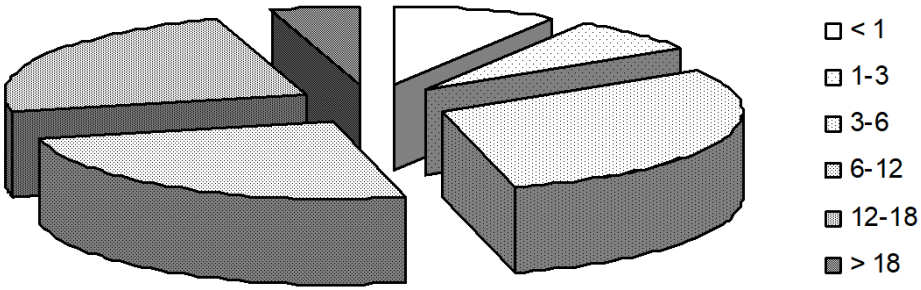


Abbildung 1. Verteilung des Gebiets nach der vorherrschenden Hangneigung.

über die jährlichen Schwankungen der wichtigsten meteorologischen Parameter deuten auf einen Trend zur Erwärmung hin, der mit einer Zunahme der Niederschlagsmenge während der kalten Jahreszeiten und einem Niederschlagsdefizit während der warmen Jahreszeiten einhergeht (Alexandrov, 2002; Slavov, 2002).

Die maximale 24-Stunden-Niederschlagsmenge liegt zwischen 100 und 200 mm. Etwa 97 % der intensiven Niederschläge, die im Jahresdurchschnitt 10-15 betragen, fallen in der Zeit von Mai bis September (Rousseva et al., 1992). Rousseva (2002) stellte fest, dass die durchschnittliche jährliche Niederschlagserosivität für 76 % des Gebiets 801 MJ mm/ha h übersteigt.

Windrichtung, -geschwindigkeit und -häufigkeit hängen von der Jahreszeit und der Topografie ab. Im Frühjahr gibt es monatlich 3-5 windige Tage mit einer vorherrschenden Windgeschwindigkeit von 5-10 m/s und 1-2 Tage mit Windgeschwindigkeiten von 11-15 m/s. Gleichzeitig setzt alle drei Jahre eine starke Frühjahrstrockenheit ein (Rousseva et al., 1992).

Bodenbedeckung

Die Struktur der Bodenbedeckung Bulgariens ist sehr kompliziert und oft nicht an die derzeitigen Klima- und Vegetationsbedingungen angepasst. Die Bodenkarte Bulgariens zeigt ein mosaikartiges Muster mit einer großen Variabilität der Böden, und es finden sich mehr als 20 Bodengruppen, die in der World Reference Base Bodenweltkarte verzeichnet sind. Das Territorium des Landes ist den folgenden vier Bodenregionen zuzuordnen:

1. Cambisol-Podzol-Leptosol-Region mit Luvisol;
2. Chernozem-Kastanozem-Phaeozem-Region mit Luvisolen;
3. Luvisol-Region mit Leptosolen und Planosolen und
4. Vertisol-Region in Zentralbulgarien.

Sozioökonomische Kräfte

Die sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse, die in Bulgarien nach dem Zweiten Weltkrieg entstanden sind, wurden kurz darauf zu einer treibenden Kraft für die Bodendegradation. Die beschleunigten Prozesse der Bodenerosion durch Wasser und Wind, der Bodenverdichtung,

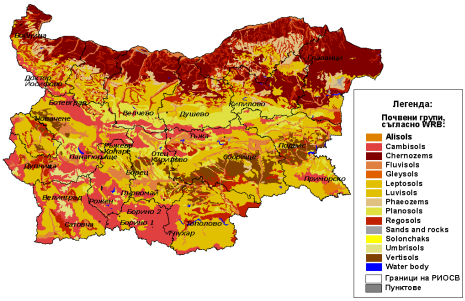


Abbildung 2. Bodenkarte Bulgariens nach der World Reference Base Klassifizierung.

der Bodenversauerung und des Rückgangs der organischen Substanz waren die Folge (i) der großen Anbauflächen, die ohne Rücksicht auf die landschaftlichen Gegebenheiten angelegt wurden; (ii) des Einsatzes einheitlicher schwerer landwirtschaftlicher Maschinen und Anbautechnologien, die für die spezifischen natürlichen Bedingungen nicht geeignet waren und die Faktoren der Bodendegradation nicht berücksichtigten; (iii) Desinteresse der landwirtschaftlichen Betriebsleiter und Landwirte an der Anwendung von Erosionsschutzmaßnahmen und praktische Unmöglichkeit der Anwendung von Fruchtfolgen zur Kontrolle der Bodenerosion und (iv) undifferenzierter Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden. Gegenwärtig haben verschiedene Industrieunternehmen „Hot Spots" der Land- und Bodenverschmutzung mit (i) Schwermetallen in der Umgebung von Bergwerken, Erzaufbereitungsanlagen und Schmelzhütten und in deren Umkreis durch Luftemissionen von Blei, Zink und Kupfer sowie durch Niederschläge, die Blei, Zink, Kupfer, Arsen, Kadmium, Selen, Antimon und andere Elemente enthalten; (ii) Erdölprodukten als Folge von Unfällen; (iii) radioaktiven Nukliden aus der Uranindustrie und (iv) organischen Schadstoffen verursacht.

Erodiertes Land

Die Bergbauindustrie ist ein wichtiger Faktor für die Verschlechterung der Bodenqualität. Das Ausmaß ihrer Auswirkungen hängt von der angewandten Gewinnungstechnologie und der Art der Erzverarbeitung ab. Die neuesten Erkenntnisse beruhen auf den folgenden Methoden:

1. Klassisches Tagebauverfahren - umfasst den Bau von Gruben und Bergwerken.

2. Klassische Untertagebau-Methode - sie kann in zwei Typen unterteilt werden:

Erodiertes Land.

   a) Bau von vertikalen Schächten bis zum Erzniveau und dann Abbau durch unterirdische horizontale Stollen;

   b) Der Abbau erfolgt durch den Bau von horizontalen Schächten.

3. Geotechnologische Methode - Einbau von Säuerungsbohrern bis zum Erzniveau. Dann werden die Erze mit Schwefelsäure behandelt und die angereicherte Lösung wird an die Oberfläche gefördert.

4. Bau von Absetzteichen zur Sammlung der Abfälle aus der Erzverarbeitung.

Das klassische Tagebauverfahren ist mit dem Bau von Abraumhalden verbunden. Sie bedecken inzwischen riesige Flächen und haben die Landschaft der Bergbaugebiete völlig verändert. Abraum wird in der Regel aus geologischen Materialien gebildet, die sich durch einen geringen Nährstoffgehalt und ungünstige physikalische Eigenschaften auszeichnen. In einigen Fällen sind die Abraumhalden für Pflanzen giftig und ihre Nutzung erfordert die Anwendung verschiedener Sanierungsmaßnahmen.

So enthalten beispielsweise die geologischen Materialien, die sich über den Kupfererzschichten gebildet haben, Pyrit, der durch abfließendes Regenwasser oxidiert wird. Dieser Prozess führt zur Versauerung von Böden, Oberflächen- und Grundwasser und deren Verunreinigung mit Schwermetallen in hohen Konzentrationen. Die Kupferminen befinden sich in der Regel in Gebirgen, wo die Möglichkeiten zur Rekultivierung der gestörten Böden stark eingeschränkt sind. Daher müssen die ökologischen Maßnahmen auf einer detaillierten Untersuchung beruhen.

Bei der klassischen unterirdischen Methode der Erzgewinnung wird das Land nicht direkt vollständig gestört, abgesehen von kleinen Bereichen, die für die Mineneingänge (Schächte) oder die Enden der horizontalen Stollen dienen. Die anthropogene Beeinträchtigung erfolgt in diesem Fall durch die Anhäufung von geologischen Materialien an der Bodenoberfläche. Die aus Erzresten entstehenden Materialien sind auch für die biologische Rekultivierung ungeeignet und gefährden die Umweltbestandteile.

Die geotechnische Methode des Erzabbaus führt zu extrem starken Beeinträchtigungen und Veränderungen der Umwelt und der Bodenbedeckung, da einerseits die Böden durch Sondierungs- und Sprengarbeiten, den Bau von Sorptionsanlagen, die Entsorgung verschiedener technologischer Geräte usw. mechanisch gestört werden und andererseits die Arbeitslösungen die Böden chemisch beeinflussen.

Bei der Verarbeitung von Erzen fällt eine große Menge an Abfallstoffen an, die in Absetzteichen gelagert werden. Diese Abfälle sind ebenfalls problematisch und können ihre Wiederherstellung, Rückgewinnung und weitere Nutzung behindern. Absetzteiche, die zur Lagerung der verbrannten Kohle angelegt werden (sie sind ein untrennbarer Bestandteil von Heizwerken), führen zu einer Reihe von ökologischen Konflikten - sie werden auf Ackerland oder in der Nähe dicht besiedelter Gebiete angelegt und können aufgrund des hohen SiO2-Gehalts Krankheiten wie Silikose verursachen usw.

Ausmaß der Bodenzerstörung in Bulgarien

Bodenerosion

Die Bodenerosion ist der schwerwiegendste Verschlechterungsprozess für das bulgarische Staatsgebiet. Je nach der treibenden Kraft - Wasser, Wind und Bewässerung - lassen sich drei Arten der Bodenerosion auf dem bulgarischen Staatsgebiet unterscheiden.

Wassererosion

Die Ackerflächen an Hängen mit mehr als 6 % Neigung sind von Wassererosion bedroht, was etwa 3 Millionen ha (72 % der Ackerfläche) entspricht. Seit 1989 ist die Anbaufläche erheblich zurückgegangen und die Fläche der aufgegebenen Anbauflächen hat zugenommen. Die erhebliche Verringerung der Anbaufläche führte zu einem entsprechenden Rückgang sowohl der durchschnittlichen jährlichen Abtragsraten als auch des Netto-Bodenverlustes durch die gesamte flächenhafte Erosion von landwirtschaftlichen Flächen im Vergleich zu 1980. Dennoch sollte man sich darüber im Klaren sein, dass die Vergrößerung der aufgegebenen Anbauflächen eine beschleunigte Rillenerosion zur Folge hat und das Risiko der Entwicklung von Gullys erhöht.

Wassererosion.

Winderosion | Foto von Scythian aus Wikimedia Commons.

Winderosion

Winderosion tritt in flachen Ebenen und entwaldeten Regionen auf. Die Fläche der winderosionsgefährdeten Flächen wird auf 1 657 386 ha (29 % der Anbauflächen) geschätzt, und der daraus resultierende geschätzte jährliche Bodenverlust kann zwischen 30 und 60 MT/Jahr liegen.

Erosionsrisiko bei der Bewässerung

Das Erosionsrisiko bei der Bewässerung ist vernachlässigbar, soweit es sich auf die bewässerten Ackerflächen in Hanglage (3°) auswirkt, von denen die meisten seit 1989 aufgegeben wurden.

Rückgang der organischen Substanz

Die Daten zu den organischen Gehalten in unberührten Böden und Ackerböden, die für die wichtigsten Böden des Landes repräsentativ sind, zeigen, dass der Rückgang der organischen Substanz in den Ackerböden im Vergleich zu den unberührten Böden bei den meisten Böden zwischen 10 und 40 % liegt, aber bis zu 220-230 % erreichen kann.

Verschlechterung der Bodenstruktur

Die Verschlechterung der Bodenstruktur wurde anhand der Daten über die Lagerungsdichte des

Bodens, die Stabilität der Aggregate und die verfügbare Wasserkapazität geschätzt, die auf unbelasteten Böden und auf Ackerland gemessen wurden. Die Analyse dieser Daten zeigt, dass der Anstieg der Lagerungsdichte des Oberbodens in den Ackerböden je nach Bodenart zwischen 1 und 23 % der Lagerungsdichte von Neuland beträgt. Die Bodenverdichtung ist mit einer entsprechenden Verringerung der Aggregatstabilität des Bodens verbunden, die zwischen 40 und 80 % liegt, und der verfügbaren Wasserkapazität, die zwischen 1 und 29 % schwankt. Die Aggregatstabilität von mehr als 60 % der bulgarischen Böden im Neuzustand kann als gut und die von nur 3 % als schlecht bezeichnet werden. Die anthropogene Belastung führte zu einer Verschlechterung der Aggregatstabilität der landwirtschaftlich genutzten Böden, die überwiegend schlecht ist.

Intensive Regenfälle im Frühjahr und Sommer, gefolgt von langen Trockenperioden, sind die häufigste Ursache für die Verkrustung der strukturell geschädigten bulgarischen Böden. Die Oberflächenkruste wirkt sich direkt und indirekt auf die Bodeneigenschaften aus. Die direkten Auswirkungen sind mit der Hemmung des Auflaufens von Saatgut, des Wurzel- und Pflanzenwachstums verbunden. Zu den indirekten Auswirkungen gehört die Verringerung der Wasserdurchlässigkeit des Profils, wodurch sich sowohl das Risiko der Bodenerosion als auch die Widerstandsfähigkeit des Bodens gegen Durchdringung erhöht. Die Bodenverkrustung ist ein weithin anerkanntes agronomisches Problem in der Region des Distrikts Planosols, der 12 % der Ackerflächen des Landes bedeckt.

Versauerung der Böden

Die Analyse der Daten aus der Bodenuntersuchung ergab, dass die Fläche der Böden mit einem pH-Wert von weniger als 7,0 etwa 6,5 Millionen ha beträgt. Ein erheblicher Teil (4,3 Mio. ha) dieser Böden ist stark versauerungsgefährdet (pH<5,0), wovon die Hälfte von der Versauerung betroffen ist, aber nur 0,45 Mio. ha zu den Ackerflächen gehören.

Bodenversalzung.

Bodenversalzung

Die Gesamtfläche der von Versalzungsprozessen betroffenen Flächen in Bulgarien wird auf 35.000 ha geschätzt, die sich auf 8 Verwaltungsbezirke verteilen: Pleven, Veliko Tarnovo, Varna, Burgas, Yambol, Sliven, Stara Zagora und Plovdiv.

Chemische Kontamination

Die Gesamtfläche der durch den Abbau und die Erstverarbeitung von Erzen und Mineralien geschädigten Flächen beträgt rund 27.778 ha. Die Rate der Rekultivierung dieser Flächen ist deutlich niedriger als die Rate der Bodenverschlechterung. Die Gesamtfläche der rekultivierten Flächen, die durch die Gewinnung und Erstverarbeitung von Erzen und Mineralien geschädigt wurden, beträgt 8.252,9 ha.

Der größte bulgarische Absetzteich befindet sich im Grubenbezirk„Maritza-Iztok".Am Ende der Betriebszeit wird er eine Fläche von 600 ha einnehmen, aber die Dicke der Asche wird 15 m betragen. Es ist zu beachten, dass die Höhe des Absetzbeckens die geplante Höhe übersteigen kann, was im Notfall zusätzliche Komplikationen verursacht.

Goldminen

Die Gesamtfläche der durch den Abbau und die Erstverarbeitung von Erzen und Mineralien geschädigten Flächen beträgt rund 27.778 ha. Die Rate der Rekultivierung dieser Flächen ist deutlich niedriger als die Rate der Bodenverschlechterung. Die Gesamtfläche der rekultivierten Flächen, die durch die Gewinnung und Erstverarbeitung von Erzen und Mineralien geschädigt wurden, beträgt 8.252,9 ha.

Der größte bulgarische Absetzteich befindet sich im Grubenbezirk „Maritza-Iztok". Am Ende der Betriebszeit wird er eine Fläche von 600 ha einnehmen, aber die Dicke der Asche wird 15 m betragen. Es ist zu beachten, dass die Höhe des Absetzbeckens die geplante Höhe übersteigen kann, was im Notfall zusätzliche Komplikationen verursacht.

Aus physikalischer Sicht handelt es sich bei der Asche um eine nicht-strukturelle, stark staubhaltige Aggregation, die eine unerschöpfliche Quelle der Umweltverschmutzung darstellt. Die

Asarel-Medet Abraumhalden Damm | Foto von Edal Anton Lefterov aus Wikimedia Commons.

Untersuchung der Asche zeigt, dass sie eine leichte mechanische Zusammensetzung, ein geringes relatives Gewicht, eine hohe Porosität und eine geringe Wasserbindungskapazität aufweist.

Es wurde festgestellt, dass bei einer Windgeschwindigkeit von 8-10 m/s der Staubgehalt in der Luft in der Nähe der Absetzteiche 690 mg/m3 und in 200 m Entfernung 102-180 mg/m3 beträgt. Die hohe Staubkonzentration in der Luft beeinträchtigt das normale Wachstum der Pflanzen, behindert aber vor allem die Atmung und Assimilation, so dass die Pflanzen vorzeitig austrocknen. Es wurde ein niedriger Gehalt an Nährstoffen, außer Kalium, festgestellt. Der pH-Faktor ist neutral.

Alle genannten Veränderungen und Verschlechterungen der Umweltfaktoren, die durch den Bergbau verursacht werden, erfordern eine richtige und genaue Planung der Rekultivierungs- und Sanierungsmaßnahmen, einschließlich der Empfehlung für den Zustand der Bodennutzung. Dies ist ein komplexer und langwieriger Prozess, der mit einer detaillierten Vermessung der von der Bergbauindustrie betroffenen Gebiete beginnt. Die Rekultivierung ist die grundlegendste Methode zur Wiederherstellung und Verbesserung der Bodeneigenschaften, die darauf abzielt, gestörtes Land wieder in einen landwirtschaftlich nutzbaren Grundbesitz zu verwandeln. Das grundsätzliche Schema für die Rekultivierung gestörter Böden in Bulgarien umfasst zwei Methoden: die Abdeckung der rekultivierten Böden (die aus geologischen oder Abfallmaterialien bestehen) mit einer 40 cm dicken Schicht des Bodenhumushorizonts oder die direkte Wiederherstellung der Böden, die aus geologischen oder Abfallmaterialien bestehen.

Die erste Methode ist effektiver als die zweite, da sich die Fruchtbarkeit der Böden schnell

Bodenerosion.

wiederherstellt und ein hohes Produktivitätsniveau gewährleistet. Der Humushorizont bedingt eine gute Nachhaltigkeit der Erträge. Durch diese Methode werden die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der wiedergewonnenen Böden erheblich verbessert. Der Humusgehalt beeinflusst die Durchlüftung der Böden positiv und macht sie strukturiert. Dadurch wird die Bodenbearbeitung erleichtert und ein normales Wachstum und eine gute Ernährung der Pflanzen gewährleistet.

In einigen spezifischen Fällen kann die Humusschicht durch eine Substanz aus organischen und anorganischen Bestandteilen ersetzt werden, die bestimmte Eigenschaften und Produktionskapazitäten aufweisen. Diese Methode wird vor allem bei der landwirtschaftlichen Nutzung von Böden angewandt.

Bei einem Mangel an Humus sollte man die zweite Methode der Rekultivierung anwenden, die sich in den Bergbauregionen Bulgariens häufig aufdrängt. So hat die Einschätzung der Eignung verschiedener geologischer Materialien (welche die rekultivierten Flächen bilden werden) für die Rekultivierung eine vorrangige Bedeutung. Die Einschätzung basiert auf Daten über die morphologische Zusammensetzung,

die Größenverteilung des Bodens, den Gehalt an organischen Stoffen (Humus), den Gehalt an Gesamt- und verfügbaren Formen von N, P und K, den pH-Wert, den Gehalt an Karbonaten, die Adsorptionskapazität und austauschbare Kationen, die chemische Zusammensetzung, den Gehalt an Mikroelementen und die Lagerungsdichte.

Die Schätzung zeigt im Prinzip die Möglichkeiten für eine selektive Entdeckung und Schichtung von geologischen Materialien auf, um eine schnelle und stabile Wiederherstellung von Böden zu erreichen. Die selektive Art und Weise des Aufbaus der rekultivierten Böden stellt eine Möglichkeit dar, ihre Merkmale und Eigenschaften zu verbessern und gleichzeitig die Kosten für die Rekultivierung zu senken.

Die biologische Rekultivierung von Böden umfasst die Anpflanzung geeigneter oder spezieller Vegetation, die Düngung nach genau festgelegten Normen, die konventionelle und unkonventionelle Bodenbearbeitung usw. Die Kontaminierung der Böden mit Schwermetallen, organischen und anorganischen Stoffen überschreitet manchmal die zulässigen Konzentrationen und ist in der biologischen Phase der Rekultivierung von wesentlicher Bedeutung.

Oberflächenversiegelung

Die Analyse der statistischen Daten zeigt, dass die von der Oberflächenversiegelung betroffene Fläche mit einer durchschnittlichen jährlichen Rate von etwa 7000 ha/Jahr zugenommen hat.

Literatur

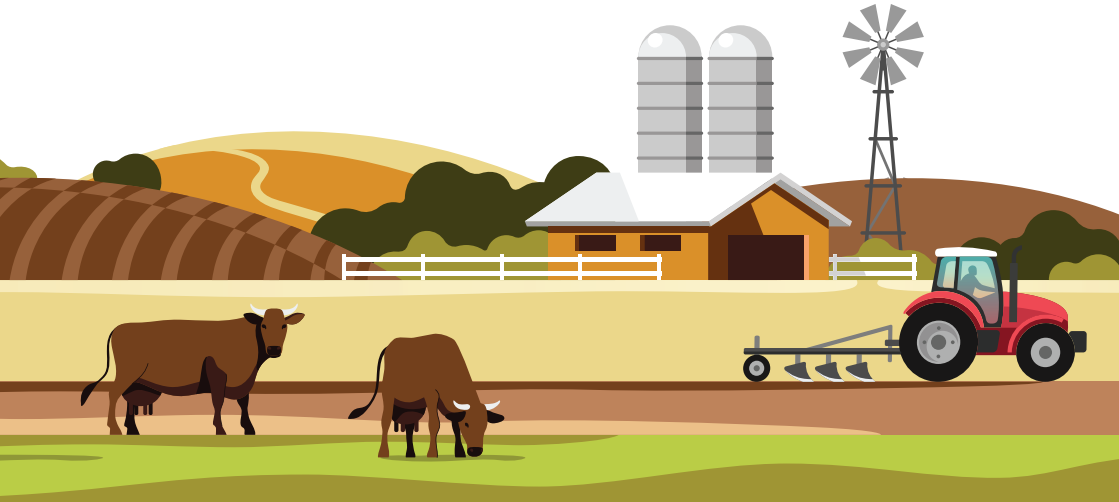
Alexandrov, V. 2002. Climate variability and change on the Balkan Peninsula. *Ecology and Future*, 1 (2-4), 26-30.

Rousseva S.S. 2002. *Information Bases for Developing a Geographic Database forSoil Erosion Risk Assessments.* Monograph. N. Poushkarov Institute of Soil Science, Sofia, pp. 198.

Rousseva, S., Koulikov, Al., Lazarov, As. 1992. Soil erosion and conservation in Bulgaria: state and problems. *Proc. of Soil Erosion Prevention and Remediation Workshop*, U.S. - Central and Eastern European Agro-Environmental Program, Budapest, (Apr.27-May 1, 1992): 39-53

Rousseva, S., Lazarov, A. 2002. Expert estimates of Soil Erosion Rates in the Agricultural Lands since the Beginning of the Land Reform in Bulgaria. *Ecology and Industry*, 5 (1-3). in print.

Slavov N. 2002. Significance of climate change on the processes of aridity and land degradation in Bulgaria. *Proc. National seminar "Land and soil degradation and combating desertification"*, 13-14 June 2002, Sofia, 10–17.



Consortium

Agrisat; Beijing Forestry University; Beijing Normal University; Centre for Agricultural Research; China Agricultural University; Czech Technical University in Prague; Lincoln University; New Bulgarian University; Northwest A&F University; Northwest UNIVERSITY; Pensoft Publishers; Spanish National Research Council; University of Lancaster; BOKU University, Vienna; University of Turin; Federal Agency for Water Management, Austria

Project coordinator

José A. Gómez
Institute of Sustainable Agriculture of the Spanish Council for Scientific Research
joseagomez@ias.csic.es

Duration

July 2021 – June 2025

Follow TUdi

@Project_TUdi

TUdi Project

TUdi Horizon 2020

tudi-project.org