

1. Einleitung

Nepal ist ein Binnenstaat in Südasien und hat ca. 29 Millionen Einwohner. Geographisch grenzt es nördlich an die Volksrepublik China und im Osten, Süden und Westen an Indien. Zudem lässt sich das Land in drei Hauptregionen aufteilen: das Terai ist die fruchtbare Tiefebene an der Grenze zu Indien, nördlich umfasst die Hochgebirgsregion Teile des Himalayas und zentral liegt das Mittelland mit vielen Wäldern.

Die stetig wachsende Bevölkerung Nepals ist mit ca. 85 % immer noch sehr ländlich und bäuerlich geprägt, wodurch u.a. die Rodung der Wälder zur Umweltzerstörung im Mittelland und den nördlichen Himalaya-Hängen beitragen. Um die nepalesischen Wälder und Ressourcen zu schützen und gleichzeitig eine bessere Lebensgrundlage für die Bevölkerung zu erreichen, schuf die Regierung mit den Community Forests eine aktive Beteiligung der lokalen Bevölkerung an der Waldbewirtschaftung.

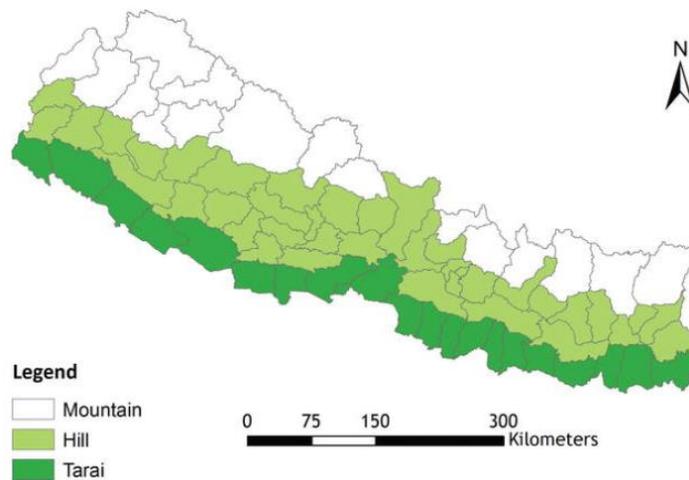


Abbildung 1: Geographische Lage Nepals (Quelle: Pradhan et al. 2019)

Als eines der ersten Entwicklungsländer hat Nepal ein kommunales Forstwirtschaftsprogramm verabschiedet, das der Gemeinde die Befugnis gibt, Waldressourcen zu bewirtschaften. Das Programm bietet daher die Möglichkeit, die Zerstörung nationaler Wälder zu verringern, nachhaltige forstwirtschaftliche Praktiken zu fördern und den Lebensunterhalt der Gemeinde zu verbessern. Aktuell wird ein Viertel der nationalen Wälder von der Gemeindeverwaltung geleitet, welche über 19.000 Community Forest-Benutzergruppen und 1,6 Millionen Haushalte umfasst.

Innerhalb der kommunalen Forstnutzerguppen gibt es reiche, mittlere und arme Haushalte, die sich am Waldressourcenmanagement beteiligen. Der Beitrag zwischen den verschiedenen sozioökonomischen Haushalten und der Waldbewirtschaftung ist relativ gleich. Zu den Waldresten zählen Nichtholz- und Holzbiomasse sowie invasive Arten. Die Ausdehnung von Waldresten und invasiven Arten deckt die Waldfläche ab und begrenzt so das Wachstum einheimischer Pflanzen und Arten. Die rasche Ausbreitung invasiver Arten gilt als zweitgrößte Bedrohung (nach der Gefahr des Verlustes von Lebensraum für die Pflanzen) für den Erhalt der biologischen Vielfalt der Wälder in Nepal. Sie stören die Ökologie eines natürlichen Ökosystems, verdrängen die einheimischen Pflanzen- und Tierarten und beeinträchtigen die einzigartigen und vielfältigen biologischen Ressourcen der Landschaften.

Die Waldreste dienen als Brennstoff für Waldbrände, wenn diese in den Sommermonaten trocken sind. Reinigungsaktivitäten wie Ausdünnen, Beschneiden, Reinigen und Jäten tragen zur Verbesserung der Waldgesundheit bei, verringern die Waldbrandgefahr und bewahren die biologische Vielfalt der Wälder. Es bleiben genügend Blätter und weitere Rückstände zur Humusbildung im Wald zurück. Die forstwirtschaftlichen Ressourcen, wie (Brenn-)Holz und Futter werden von den Einheimischen verwendet, um zusätzliche Einnahmen aus Verkäufen

zu erzielen. Aufgrund ihrer Aktivitäten zur Gemeindeentwicklung können sie tägliche Einkommen generieren, die ihren Lebensunterhalt verbessern.

2. Problemstellung

Die rasche Ausbreitung von Waldrestholz und invasiven Arten ist eine der größten Herausforderungen der Waldbewirtschaftung in Nepal, da diese Rückstände regelmäßig Waldbrände verursachen, bei denen jedes Jahr tausende Hektar Wald verbrannt werden. Um dies einzudämmen, sind das Bereinigen, Beschneiden und Jäten in den Wäldern eine obligatorische Waldbewirtschaftungspraktik, die von allen Gemeinden jährlich durchgeführt werden muss. Zum Schneiden der Rückstände werden Werkzeuge benötigt, welche meist hausgemachte handliche Werkzeuge (z.B. Sicheln und Äxte) sind. Das Material bleibt zum Trocknen vor Ort auf dem Boden. Anschließend wird dieses ohne Maschinen, meist getragen, an einen festgelegten Ort zur Holzkohleproduktion transportiert. Das Schneiden und Sammeln von Rückständen ist zeit- und arbeitsintensiv und macht den größten Teil der Produktionskosten aus. Aufgrund der hohen Zeiterfordernis und der harten Arbeit haben die gesammelten Waldreste für die Gemeinden nur einen geringen wirtschaftlichen Nutzen, wodurch sie nur als Routinetätigkeit ausgeführt werden und die meisten geernteten Rückstände, die weiterverwertet werden könnten, ungenutzt im Wald verbleiben.



Lantana camara



Eupatorium odoratum



Artemisia vulgaris



Lantana aculeate L.



Zweige und Äste



Zweige und Blätter

Abbildung 2: Waldrestholz in den Community Forests (Quelle: Minergy)

3. Aufgabenoptionen

Option 1: Werkzeuge für die Ernte

In vielen Gemeindewäldern im Mittelland werden freiwillig Rückstände - hauptsächlich von Frauen und den ärmsten Mitgliedern der Gemeinde - geerntet. Die Ernte erfolgt saisonal in der Trockenzeit zwischen November und Februar. Diese wird manuell durchgeführt und ist daher sehr arbeits- und zeitintensiv. Für die Ernte werden Haushaltswerkzeuge wie Messer, Axt, Sichel, Hacke usw. verwendet und zumeist bodennah durchgeführt. Die zuschneidenden Äste haben i.d.R. einen Durchmesser von weniger als drei Zentimeter.

Aufgabenstellung: Es müssen einfache Werkzeuge entwickelt und eingeführt werden, mit denen die Plackerei der Menschen verringert und die Effizienz der Ernte gesteigert werden kann. Hierbei sollen folgende Randbedingungen beachtet werden:

- Idealerweise sollten die Werkzeuge ein Trennen von Ästen mit einem größeren Durchmesser als 3 - 4 cm nicht ermöglichen.
- Das Gewicht sollte 5 kg nicht überschreiten, um den Transport und die Nutzung im Wald zu ermöglichen.
- Elektrische Geräte (Batteriebetrieb) sind möglich.
- Die Herstellung der aktuell vorhandenen Werkzeuge (Messer, Äxte, Sichel etc.) ist in Katmandu möglich (Materialien und Maschinen sind vorhanden).
- Die Materialkosten sollten - wenn möglich - 50 USD nicht überschreiten, abhängig von deren Leistungsfähigkeit. Aktuell genutzte Werkzeuge kosten weniger als 10 USD.



Abbildung 3: Waldnutzer bei der Rückstandsernte (Quelle: Minergy)



Abbildung 4: Für die Ernte verwendete Werkzeuge (Quelle: Minergy)

Option 2: Transport der losen Biomasse

Nach der Ernte wird die Biomasse - ebenfalls ohne Maschinen - gebündelt per Hand transportiert. Es handelt sich hierbei um lose Biomassen mit einem Durchmesser von 1 – 4 cm und einer Länge von 30 cm – 2 Meter. Das lose Material und die dichte Vegetation der Wälder erschweren den Transport: die Böden sind oftmals aufgeweicht, schlammig und hügelig; das Gefälle kann bis zu 20 % betragen.

Aufgabenstellung: Gesucht werden Transportalternativen, die idealerweise vor Ort hergestellt werden können und den Transport effektiver gestalten. Hierbei sollen folgende Randbedingungen beachtet werden:

- Es werden pro Tag ca. 300-400 kg Biomasse transportiert.
- Der Transport erfolgt bisher per Hand und ohne Maschinen. Aufgrund des Terrains ist ein Zugang mit Fahrzeugen nicht möglich.
- Jede Person trägt pro Strecke 30-40 kg.
- Das Material wird gesammelt und u.U. zerteilt, damit es weiterverarbeitet werden kann.
- Der Transportweg beträgt - abhängig von der jeweiligen Lokalität - 500 bis 700 Meter. Am Zielort wird das Material zur Kohle weiterverarbeitet.
- Das Material könnte u.U. bereits im Wald zerkleinert / gehäckselt werden.



Abbildung 5: Transport der Biomasse aus dem Community Forest (Quelle: Minergy)

Option 3: Optimierung der Verkohlung

In einigen Dorfgemeinschaften werden die Waldreste zu Holzkohle verarbeitet und verkauft. Holzkohle ist ein kohlenstoffreicher Rückstand, der bei der Karbonisierung von Biomasse anfällt. Diese wird zum Kochen und Grillen verwendet, aber auch zu Bodenverbesserungen, als Rohstoff für Weihrauch, Filtration und Reinigung sowie zur Arzneimittelherstellung. Für die Herstellung von Holzkohle gibt es verschiedene Arten von Retorten / Öfen. Die meisten von ihnen bestehen aus Blech und sind offene Öfen, die in einer Charge bis zu 300 - 400 kg Ausgangsmaterial befeuern können. Das Feuer wird mit den gleichen Waldresten entzündet. Sobald das Feuer brennt, wird Schritt für Schritt weiteres Material zugegeben. Sofern das gesamte Material im Ofen ist, wird der Ofen von oben mit dem Deckel verschlossen und mit

feuchtem Schlamm und Wasser versiegelt. Die Befeuerungsphase dauert ca. 2-3 Stunden, die Abkühlphase etwa 24 Stunden. Hierbei entsteht sehr viel Hitze, Feinstaub, Ruß und CO₂. Es werden 3-5 Personen für jeden Meiler benötigt: 2-3 Personen sind für die „Ernte“ in den Wäldern und den Transport zuständig, 1-2 Personen kümmern sich um den Meiler. Zum Betrieb des Meilers werden neben der Biomasse auch Schneidwerkzeuge, Seile, eventuell Haken und Schutzausrüstung, wie Stiefel, Handschuhe, Schutzbrillen und –masken benötigt.

Die Holzkohle wird nur in der Trockenzeit (November - März) hergestellt. Zu dieser Zeit kann es, insb. in den tieferen Regionen Nepals, bereits sehr heiß sein. Der in dieser Zeit häufige Wind und die Trockenheit können zu Waldbränden führen und sind bei der Produktion der Holzkohle immer zu berücksichtigen. Eine häufig anzutreffende traditionelle Methode der Kohleherstellung ist ineffizient und generiert lediglich eine Ausbeute von 10-15%. In den letzten Jahren haben sich verschiedene Arten verbesserter Verkohlungsstechnologien mit erhöhtem Ertrag entwickelt. Dadurch erhöht sich die Ausbeute auf bis zu 30%. Jedoch ist diese Ausbeute immer noch zu gering und die Emissionen zu hoch. Die Produktionskapazität beträgt mit der verbesserte Verkohlungsstechnologie ca. 80 – 100 kg Kohle pro Produktionseinheit (24 Stunden).

Die NGO Minergy hat bereits Erfahrungen in der Entwicklung von Verkohlungsöfen gesammelt. Ein mobiles Gerät konnte für 1100 USD produziert werden, jedoch reichte die Kaufkraft der Nutzenden nicht aus, diesen Typus zu erwerben. Ein weiteres „low cost“ Modell für 200 – 400 USD wurde entwickelt, die dafür eingegangenen Kompromissen hinsichtlich Emissionen, Ertrag und Holzkohlequalität führten jedoch ebenfalls nicht zum Erfolg.

Aufgabenstellung: Es gilt eine Anlage zu entwickeln, die eine höhere Produktionskapazität mit höherem Wirkungsgrad (> 40 %) ermöglicht. Hierbei sollen folgende Randbedingungen beachtet werden:

- Eine höhere Ausbeute ermöglicht ein höheres Anfangsinvestment. Daher ist der Wirkungsgrad wichtig.
- Größere Kapazitäten oder schnellere Kohleproduktion würden die Wirtschaftlichkeit erhöhen.
- Verbesserte Transportmöglichkeiten können den Radius für die Meiler erhöhen und so durch mehrere Teams genutzt werden.
- Mobilität ermöglicht eine zeitlich versetzte Nutzung mehrere Teams.
- Eine Produktionskapazität von 200 – 300 kg Holzkohle innerhalb von 24 Stunden mit einem Wirkungsgrad > 40% wären erstrebenswert.
- Bisher werden aus 300 - 400 kg Biomasse ca. 100 - 150 kg Kohle produziert.
- Die Anlage sollte auch bei Wind und Hitze sicher betrieben werden können (Waldbrandgefahr).
- Die meisten Meiler haben einen Durchmesser von 90 – 130 cm.
- Zum Betrieb vor Ort ist keine Elektrizität vorhanden.

Technische Daten	Holz- kohle
Heizwert (MJ/kg)	27-29
Flüchtige Bestandteile (%)	~15
Schwefelgehalt (%)	<0.01
Dichte (kg/cu.m)	~400



Abbildung 6: Holzkohle und ihre technischen Daten (Quelle: Minergy)

4. Partnervorstellung

Ingenieure ohne Grenzen e.V. (Projektpartner)

[Ingenieure ohne Grenzen e.V.](#) ist eine gemeinnützig anerkannte private Hilfsorganisation, welche 2003 gegründet wurde. Wir unterstützen Menschen, für die die Versorgung der infrastrukturellen Grundbedürfnisse durch Not oder Armut nicht vorhanden oder gefährdet ist, unabhängig ihrer Hautfarbe, Weltanschauung oder Religion. Unsere Mission ist es, mit technischem Wissen die Lebensbedingungen von diesen Menschen zu verbessern, um das Zusammenwachsen der Welt zu fördern. Deshalb planen und realisieren wir Infrastrukturprojekte und leisten Bildungsarbeit im In- und Ausland gemeinsam mit lokalen Partnern und unter Einbeziehung der Menschen vor Ort.

Ingenieure ohne Grenzen lebt von dem Engagement seiner vielen ehrenamtlichen Unterstützer. Durch unser breites Mitmachangebot können Menschen unterschiedlichster Hintergründe in ganz Deutschland im Feld der Entwicklungszusammenarbeit aktiv werden.

Ingenieure ohne Grenzen war in den letzten Jahren in über 30 Ländern im Einsatz und hat unter anderem Arbeitsschwerpunkte im Bereich WASH (Zisternen in Tansania, Trenntoiletten in Sierra Leone) und Solar (Solare Wasserdeseinfektion in Tansania, Stromversorgung von Schulen). Weiterhin unterstützen wir in Nepal den Wiederaufbau, um den Menschen nach dem Erdbeben ein neues Zuhause zu geben. In Deutschland sind wir seit 2015 mit verschiedenen Projekten zur Technik-Projekten zur Integration von Geflüchteten aktiv.

Gemeinsam mit lokalen Partnern und unter Einbeziehung der Menschen vor Ort unterstützt Ingenieure ohne Grenzen den Auf- und Ausbau grundlegender Infrastruktur. Angepasste Technik dient uns als Mittel zum Zweck, um die Bedürfnisse der Menschen zu erfüllen.

Ein tiefgehendes Verständnis der lokalen Verhältnisse ist Bedingung für das Erreichen unserer Ziele. Damit unsere Arbeit die erwünschte Wirkung erzielt ist Wissensaustausch ein Kernaspekt im Rahmen unserer Aktivitäten. Hierdurch stärken wir unsere Partnerorganisationen und sichern die Erfolge unserer Arbeit langfristig.

Minergy (Projektpartner)

[Minergy Initiatives](#) wurde 2011 in Nepal als NGO registriert. Schwerpunkte ihrer Arbeit sind Projekte zu umweltfreundlichen, energieeffizienten Technologien und erneuerbaren Energien auf Haushalts- und Industriebene, um die Energie-, Umwelt-, Klima- und Gesundheitsbedingungen zu verbessern. Minergy arbeitet unter anderem mit multinationalen Organisationen, wie der UNDP und Weltbank zusammen. Seit dem Erdbeben 2015 besteht zudem eine Kooperation mit Ingenieure ohne Grenzen e.V.

5. Literatur

- **Banse, G.:** Integrative nachhaltige Entwicklung und Technikfolgenabschätzung. In: Utopie Kreativ (2003), Juli/August.
- **Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ):** Nepal. Online verfügbar unter:
http://www.bmz.de/de/laender_regionen/asien/nepal/index.jsp
- **Grunwald, A.:** Technikgestaltung für eine nachhaltige Entwicklung - Von der Konzeption zur Umsetzung. Berlin: Edition Sigma, 2002.
- **Murray, T.:** A conceptual examination of product design, appropriate technology and environmental impact. <http://www.ruadesign.org/pdf/productdesign.pdf>, 2005.
- **Pradhan, B.; Sharma, P.; Pradhan, P.K.:** Impact of Cold Wave on Vulnerable People of Tarai Region, Nepal. In: Amini, A. (Hrsg.): Climate Change and Global Warming. 2019. Pages 143-156.
- **VDI: 3780** - Technikbewertung Begriffe und Grundlagen
- **VDI: 2243** - Recyclingorientierte Produktentwicklung
- **VDI: 2223** - Methodisches Entwerfen technischer Produkte
- **Wuppertal Institut:** Innovative Technologien für Entwicklungsländer /Wuppertal Institut. 2004.

Literaturquellen für Community Forests und Holzkohle

- **Adhikari, B.; Williams, F.; Lovett, J.C.:** Local benefits from community forests in the middle hills of Nepal. In: Forest Policy and Economics. Volume 9, Issue 5, Pages 464-478, January 2007.
- **Dhruba Bijaya, G. C.; Cheng, S.; Xu, Z.; Bhandari, J.; Wang L.; Liu, X.:** Community Forestry and livelihood in Nepal: a review. In: The Journal of Animal & Plant Sciences. Volume 26, Issue 1, Pages 1-12, 2016.
- **Energypedia:** Charcoal Production. Online verfügbar unter:
https://energypedia.info/wiki/Charcoal_Production. Zuletzt überprüft am 17.07.2020.
- **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO):** Criteria and indicators for sustainable wood fuels. Case studies from Brazil, Guyana, Nepal, Philippines and Tanzania. 2009. <http://www.fao.org/3/i1321e/i1321e00.pdf>.
- **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO):** The charcoal transition. Greening the charcoal value chain to mitigate climate change and improve local livelihoods. 2017. <http://www.fao.org/3/a-i6935e.pdf>.
- **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO):** Forestry for a low-carbon future. Integrating forests and wood products in climate change strategies. 2016. <http://www.fao.org/3/i5857e/i5857e.pdf>.

- **Global Forest Coalition:** Summary report of the Community Conservation Resilience Initiative in Nepal. 2018. <https://globalforestcoalition.org/wp-content/uploads/2018/06/NEPAL-SUMMARY-FOR-WEB.pdf>
- **Hammerton, J.; Joshi, L.R.; Ross, A.B.; Pariyar, B.; Lovett, J.C.; Shrestha, K.K.; Rijal, B.; Li, H.; Gasson, P.E.:** Characterisation of biomass resources in Nepal and assessment of potential for increased charcoal production, in: Journal of Environmental Management, Volume 223, 1 October 2018, Pages 358-370.
- **IUCN:** IUCN Nepal. Annual Review 2015. 2015. <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/iucn20nepal20annual20review202015.pdf>
- **Kanel, K.R.; Kandel, B.R.:** Community Forestry in Nepal: Achievements and Challenges. Journal of Forest and Livelihood. Volume 4, Issue 1, Pages 55-63, July 2004.
- **Karkya, B.S.; Skutsch, M.:** The cost of carbon abatement through community forest management in Nepal Himalaya. In: Ecological Economics. Volume 69, Issue 3, Pages 666-672, January 2010.
- **Khanal, Y.; Adhikari, S.:** Regeneration promotion and income generation through scientific forest management in community forestry: a case study from Rupandehi district, Nepal. Banko Janakari. Volume 27, Issue 3, Pages 45-53, July 2018.
- **Kumar, N.:** The Challenges of Community Participation in Forest Development in Nepal. OED Working Paper. 2002. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/534551468291689852/pdf/10132027931Nepal.pdf>
- **Springate-Baginski, O.; Dev, O.P.; Yadav, N.P.; Soussan, J.:** Community Forest Management in the Middle Hills of Nepal: The Changing Context. In: Journal of Forest and Livelihood. Volume 3, Issue 1, Pages 5-20, July, 2003.

Websites der Partner:

- **Ingenieure ohne Grenzen (IoG) e.V.:** <https://ingenieure-ohne-grenzen.org/>. Zuletzt überprüft am 17.07.2020.
- **MinErgy Pvt. Ltd.:** <http://www.minergynepal.com/>. Zuletzt überprüft am 17.07.2020.