

# Agroforstsysteme – Vom landwirtschaftlichen Produktionssystemansatz zur örtlichen Anwendung

Carsten Marohn



## ***Inhalt***

1. Herausforderungen für Kleinbauern in Entwicklungsländern
2. Anforderungen an Agroforstsysteme (AFS)
3. Definitionen
4. Biophysikalische Aspekte
5. Ökonomische Aspekte
6. Soziale Aspekte
7. Potenziale von AFS für Kleinbauern
8. Stand der Forschung
9. Forschungsagenda

## ***Herausforderungen kleinbäuerlicher Landwirtschaft in Entwicklungsländern – sozioökonomische Faktoren***

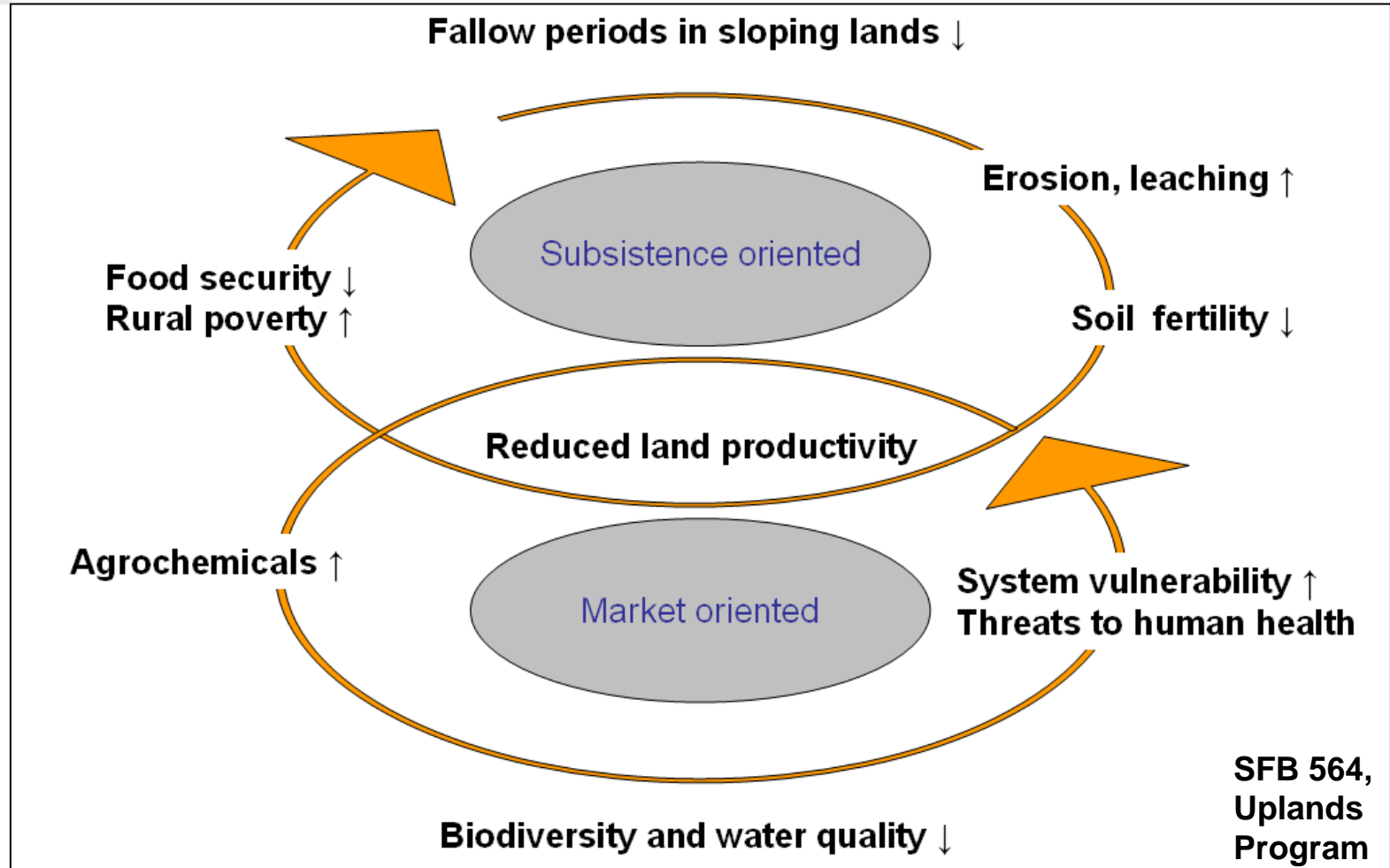
- Demografischer Druck, Abnahme der Ackerfläche pro Kopf
- Produktion von “Industriepflanzen” – Bioenergie, Kautschuk, Futter – vs Nahrungsmittelproduktion (nicht *per se* nachteilig für Kleinbauern)
- Eigentumsverhältnisse und Zugang zu Ackerland, kleinbäuerliche Landwirtschaft vs Vertragsanbau bzw Lohnarbeit
- Zugang zu natürlichen Ressourcen (NTFP, Wild, Fisch; betrifft v.a. marginalisierte ländliche Bevölkerung)
- Abwanderung in Städte (Bsp Kautschuk – wer bearbeitet Flächen?)

**Johnston et al (2010)**

## ***Herausforderungen kleinbäuerlicher Landwirtschaft in Entwicklungsländern – biophysikalische Faktoren***

- Degradation von Böden: Erosion und Entkopplung von Nährstoffkreisläufen
- Klimawandel: Erwärmung, Verschiebung von Regenzeiten, Zunahme von Extremereignissen (Überschwemmungen, Taifune, Erdbeben)
- Verknappung natürlicher Ressourcen (zB Wasser, Nährstoffe)
- Verlust von Biodiversität

## Low input – Intensivierung



## **Anforderungen an AFS aus Sicht von Kleinbauern**

**Biophysikalisch:** *Trees are able to acquire resources of light, water and nutrients that crops alone would otherwise not be able to acquire* (Cannell et al., 1996). Nährstoffpumpe, biologische N-Fixierung.

**Ökonomisch:** Land Equivalence Ratio  $LER = \sum Y_{pi} / Y_{mi} \geq 1$ ;  
Summe der partiellen Erträge  $Y_{pi}$  sollte Ertrag unter Reinkultur  $Y_{mi}$  übersteigen.

Relative Fläche unter Reinkultur um den Ertrag einer Flächeneinheit zu erzielen.

- Standorteignung
- Frühzeitiger cash flow
- Rentabilität
- Risikominimierung
- Low input – tauglich



## Was sind Agroforstsysteme? Definitionen

*Sensu strictu:* Annuelle Kulturpflanzen kombiniert mit Bäumen, ggf mit Beweidung (agrosilvopastorile Systeme)



**Kautschuk, Banane, Maniok, Melone, (Reis). Nong Khai, Thailand**



**Maniok, (Mais), Litschi, Longan, Mango. Chieng Khoi, Son La, Vietnam**

## ***Definitionen***

Räumlich erweitert: Bäume und annuelle Kulturpflanzen in der selben Landschaft



**Diverse Baumarten, Reis und Stoppelbeweidung, Nong Khai Thailand**



**Obstbäume, Mais, Maniok, Yen Chau, Vietnam**



## ***Definitionen***

Zeitlich erweitert: Sequenzieller Anbau von annuellen und perennen Pflanzen auf der selben Parzelle, zB Taungyasysteme



**Teak, Mais in Chieng Khoi, Son La, Vietnam**

## ***Biophysikalische Aspekte – Raum***

- + Abschwächung von Wind, erosivem Regen, verminderte Bodenevaporation, Futter, Tierhaltung, Habitat für Nützlinge
- Reduzierte Erträge, Interzeption

Design / Management: Position in der Landschaft , räumliche Anordnung von Elementen



**Erosionsschutzhecken, Yen Chau, Vietnam**



**Reis und Grasstreifen,  
Mae Hong Son, Thailand**



## ***Biophysikalische Aspekte – Licht***

- + Ausnutzung der Einstrahlung durch mehrstöckige Vegetation (BFI)
- Konkurrenz, Ausschattung von Nutzpflanzen

Design / Management: Artenzusammenstellung (Saisonalität des Blattfalls), Pflanzzeitpunkt, Pflanzdichte, Rückschnitt



**Kautschuksysteme, Nong Khai, Thailand**



## ***Biophysikalische Aspekte – Wasser und Nährstoffe***

- + Umfassendere Ausnutzung von Bodenressourcen durch tief wurzelnde Bäume:  
Nährstoffpumpe, safety net – Funktion
  - + Streuproduktion, biologische N-Fixierung in verbesserten Brachen
  - Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser,
- Design / Management: Artenzusammenstellung (Leguminosen, P scavenger),  
Düngung, Aussaat- / Pflanztermin



Durchwurzelung von hard pans,  
Kautschuksystem, Nong Khai, Thailand

## ***Biophysikalische Aspekte – Schädlings-/Krankheitsdruck, Allelopathie***

- + Fang-, Fallenpflanzen, repellente Arten
  - Zwischenwirte, ungünstiges Mikroklima (Pilzbefall)
- Design / Management: Artenzusammenstellung



Mikroklima unter sich änderndem Kronendach:  
Baum-, Wein-, Grassystem, N-Bali, Indonesien



## ***Biophysikalische Aspekte – Zusammenfassung***

- Es existiert kein Standardsystem, gute Arten- und Standortkenntnisse vorteilhaft bzw erforderlich
- Große Flexibilität, Diversität erlaubt Anpassung an fast alle Ökosysteme durch Nachahmung von Ökosystemfunktionen
- Anpassung der Artenkombination an den Standort meist erfolgversprechender als kurzfristige Veränderung des Standorts
- Aufbau von Bodenfruchtbarkeit, Stabilisierung des Systems

## Ökonomische Aspekte – Land

Parzellengröße und Risikobereitschaft: Diversifizierung?



**Home garden Aceh Barat, Indonesien**

## ***Ökonomische Aspekte – Verfügbarkeit und Verteilung von Arbeitskraft***

- + Verteilung von Arbeitsspitzen durch diversifiziertes System möglich
- Anfangs hoher Arbeitsaufwand, dem ggf geringe Einkünfte gegenüberstehen (Pflanzung, Einzäunen, Unkrautbekämpfung)





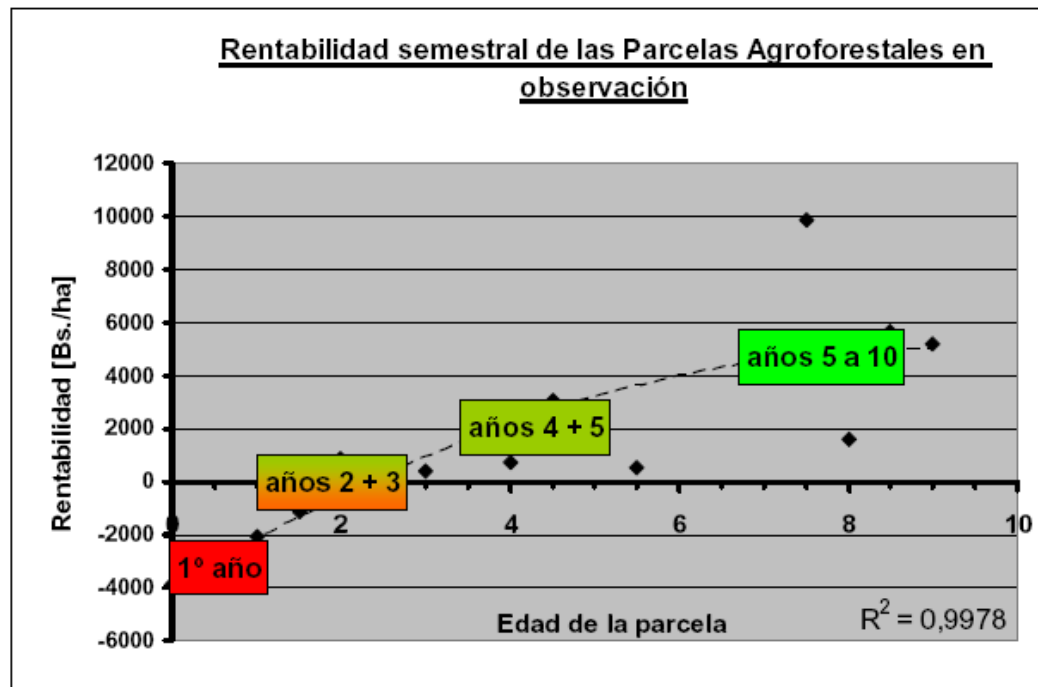
## ***Ökonomische Aspekte – Marktzugang und Vermarktung***

- + Diversifikation, kann vor Preisverfall und Ernteverlusten schützen (Risikominimierung)
- Kleine Mengen, unterschiedliche Erntezeitpunkte und Vermarktungswege



## Ökonomische Aspekte – Zusammenfassung

Vergleichsweise hohe Investitionen im ersten Jahr bei geringerem Einkommen, geringerer Aufwand in späteren Jahren, dh Reserven sind nötig



**Rentabilidad von Multi Estrato Parzellen in Bolivien über 10 Jahre (Schnatmann 2006)**



## ***Soziale und administrative Aspekte***

- Kenntnisse über Standorteignung, Anbauverfahren und Wechselwirkungen unterschiedlicher Arten
- Kenntnisse über Weiterverarbeitung
- Diebstahl, Feuer, Konflikte mit Viehhaltern
- Arbeitsaufteilung
- Akzeptanz
- Bürokratische Hindernisse (Erwerb von Landtiteln, Genehmigung zur Nutzung von Bäumen)
- Zugang zu Saat- und Pflanzgut

## *Aktuelle Schwerpunkte in der Forschung*

### **ICRAF research priorities:**

- **Germplasm**
- **Productivity**
- **Marketing**
- **Land health**
- **Adaptation to climate change**
- **Payments for environmental services**

## ***Potenziale von AFS für Kleinbauern***

- Diversifizierung → Stabilisierung des Systems, zB gegen Ertragseinbußen und Ernteauffälle durch Schädlinge, Wetteranomalien, Preisverfall  
Risikominimierung, Resilience
- Abfangen von Arbeitsspitzen
- Enge Nährstoffkreisläufe, reduzierte Inputs
- Erhaltung von Boden- und Umweltfunktionen durch Nachahmung natürlicher Ökosysteme (Struktur, Artenvielfalt)
- Intensivierung?

## ***Forschungsagenda***

*Forschungsansätze, die globale Prinzipien von Produktionssystemen mit konkreten Anwendungen vor Ort verbinden*

Es gibt kein Standardrezept, Stärke des Agroforstansatzes ist die Flexibilität:

- Anpassung der Arten und des Managements an den Standort
- Akzeptanz durch lokale Akteure (Ernährung, Arbeitseinteilung, Besitz etc)
- Diversifizierung

## ***Forschungsagenda***

Mit Klimawandel und PES-Themen Verlagerung des Interesses von der Parzellen- auf die Landschaftsebene

Auswirkungen lokaler Änderungen auf die Landschaftsebene:

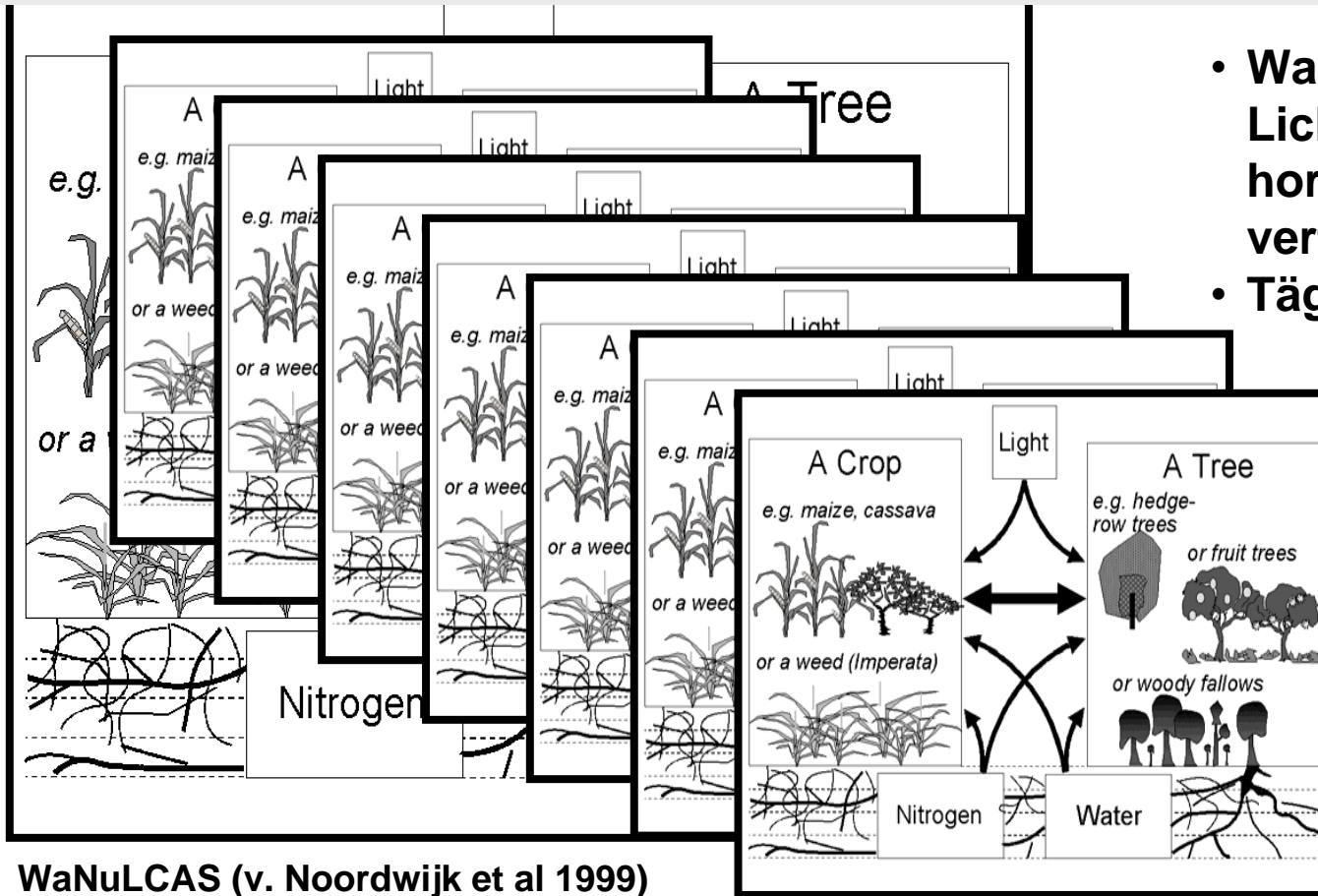
- Klimawandel: Adaptation / Mitigation
- Ernährungssicherung
- Einkommensgenerierung
- Payment for Environmental Services, zB Bodenfunktionen
- Wassermanagement (IWMI, ICRAF)

Upscaling: „*Manage the landscape, not only the field*“ (Johnston et al, 2010)



# Modellierung von Agroforstsystemen auf Parzellenebene – WaNuLCAS

## A model of Water, Nutrient and Light Capture in Agroforestry Systems



- Wasser-, N-, P-, Lichtaufnahme in vier horizontalen und vertikalen Zonen
- Tägliche Auflösung

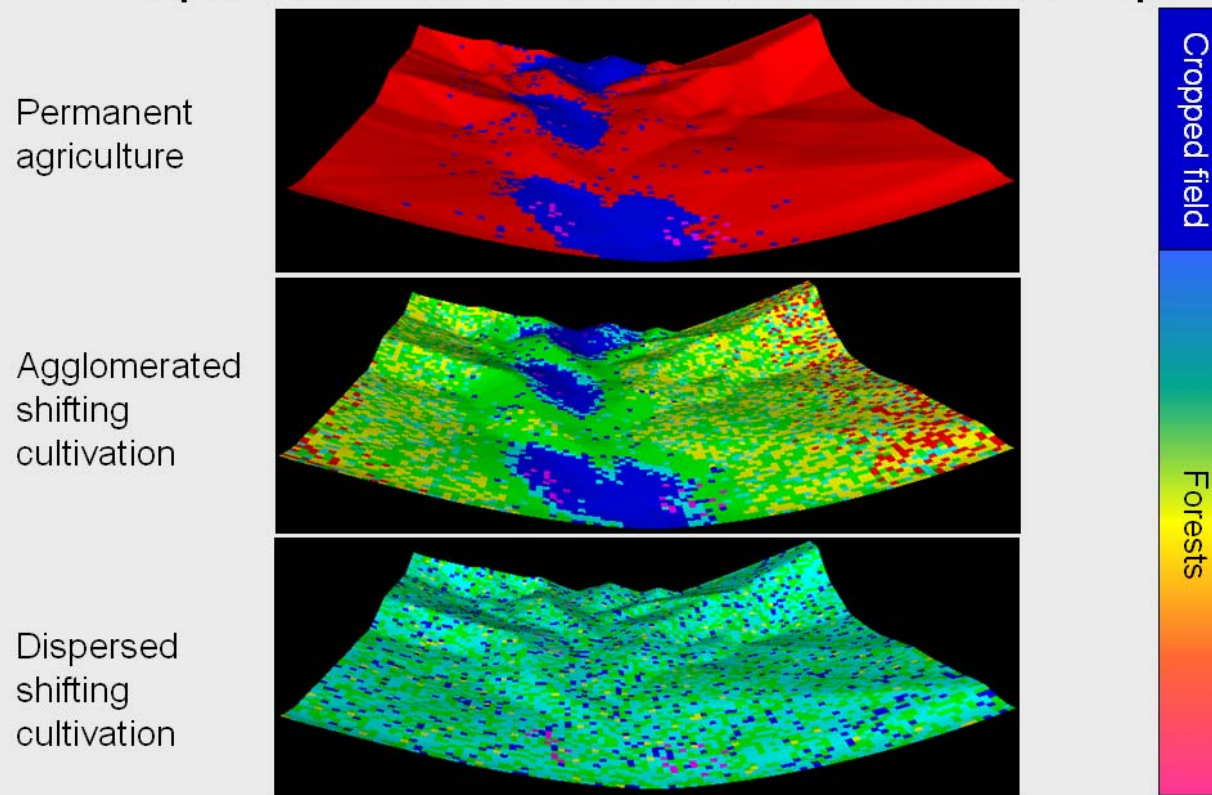
Upscaling durch  
Kopplung an GIS  
denkbar

WaNuLCAS (v. Noordwijk et al 1999)

## Landnutzung auf Wassereinzugsgebiets – Ebene

Spatial position matters!

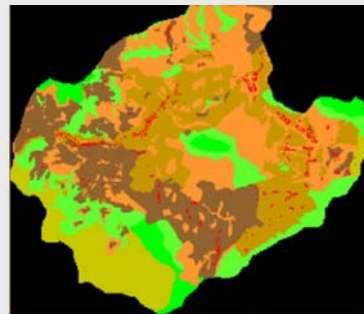
Implications on material fluxes in the landscape



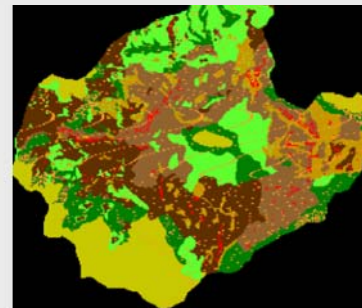
(Fig.: v. Noordwijk et al. 2002)

## Modellierung von Landnutzung auf Landschaftsebene – FALLOW

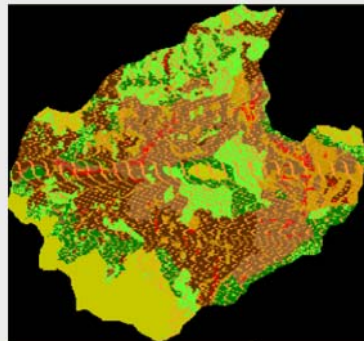
- Kombination von Bodenfruchtbarkeit, Ertrag, Kosten, Einkommen, Entscheidungen zur Landnutzung
- Räumlich explizite Darstellung in jährlicher Auflösung



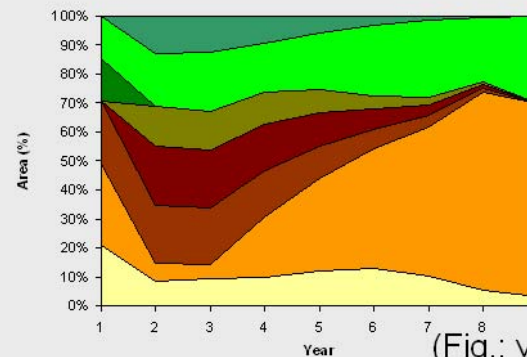
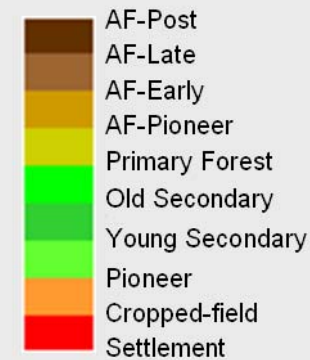
Initial



1 year later



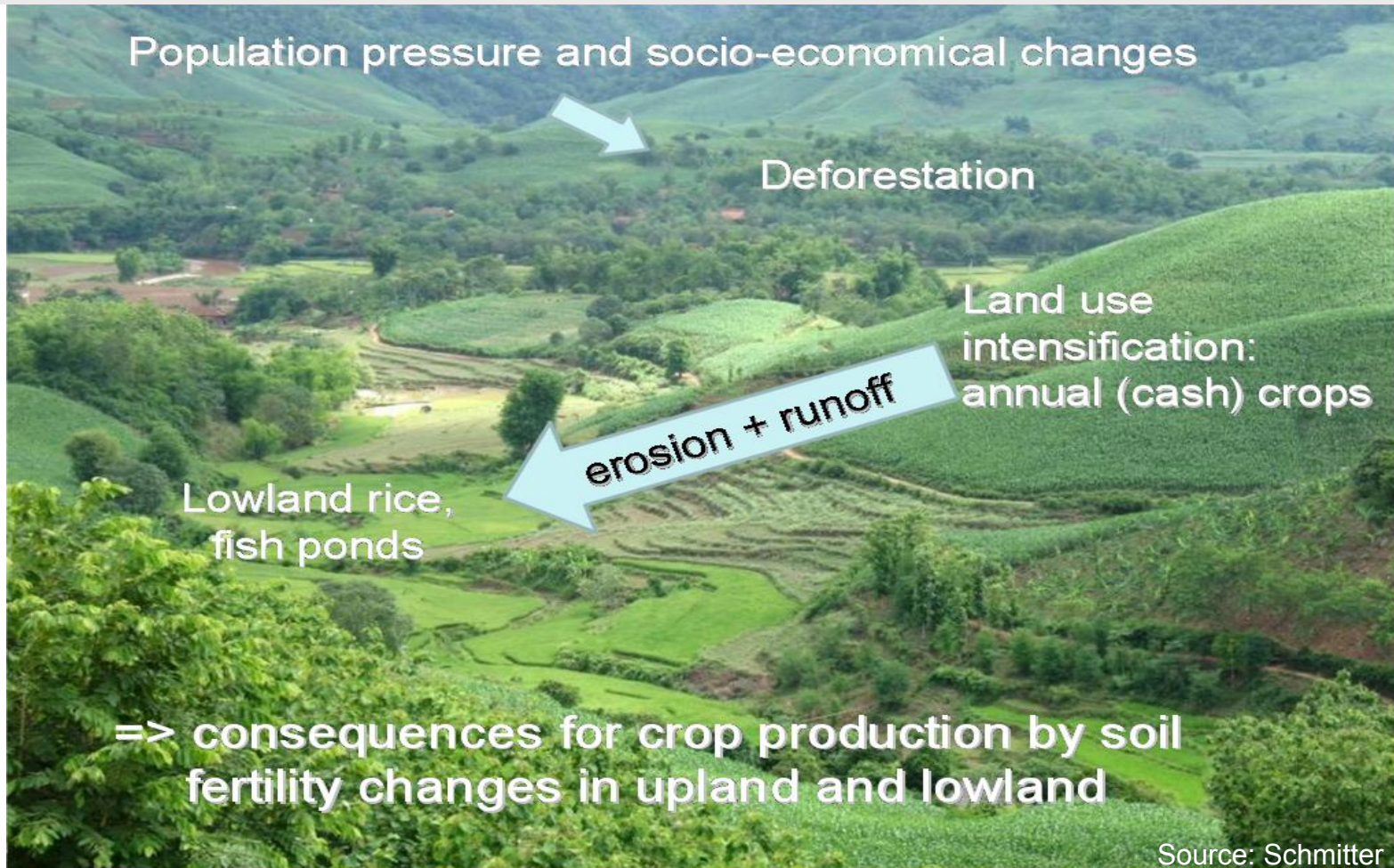
3 years later



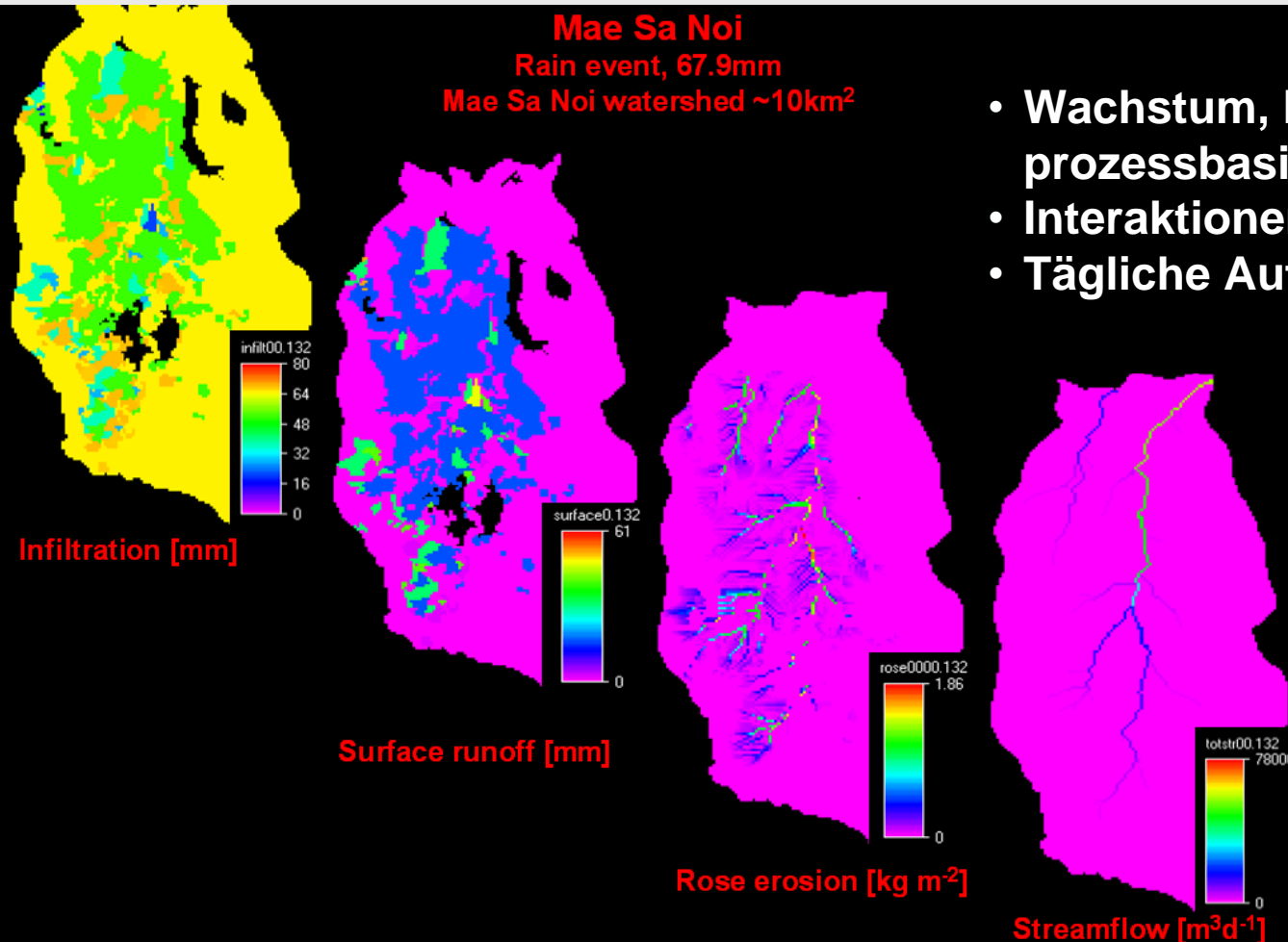
(Fig.: v. Noordwijk et al.2002)



## Stoffflüsse unter veränderter Landnutzung



## Modellierung von Stoffflüssen im Gelände - LUCIA



- Wachstum, Hydrologie prozessbasiert
- Interaktionen zw Pixeln
- Tägliche Auflösung



## *Transfer von Forschungsergebnissen im Feld*

Partizipative Forschung

On farm research

Farmer interviews

Workshops mit Bauern

Companion modelling

Zwischenschaltung von Wissensvermittlern:

Ausbildung von Bauernvertretern, Multiplikatoren

Farmer to farmer approach

NGO, Beratungsdienste

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**



[marohn@uni-hohenheim.de](mailto:marohn@uni-hohenheim.de)

## Literatur

Cannell, M.G.R., M. v. Noordwijk & C.K. Ong (1996): The central agroforestry hypothesis: The trees must acquire resources that the crop would not otherwise acquire. *Agroforestry Systems* 34: 27-31.

Johnston, R. M.; Hoanh, C. T.; Lacombe, G.; Noble, A. N.; Smakhtin, V.; Suhardiman, D.; Kam, S. P.; Choo, P. S. 2010. Rethinking agriculture in the Greater Mekong Subregion: How to sustainably meet food needs, enhance ecosystem services and cope with climate change. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

Marohn, C. (2010): Documentation and manual of the LUCIA model. [https://www.uni-hohenheim.de/sfb564/project\\_area\\_c/c4/c4\\_files/manual\\_lucia.pdf](https://www.uni-hohenheim.de/sfb564/project_area_c/c4/c4_files/manual_lucia.pdf)

v. Noordwijk, M. & B. Lusiana (1999): WaNuLCAS 1.0, a model of water, nutrient and light capture in agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 45: 131-158.

v. Noordwijk, M. (2002): Scaling trade-offs between crop productivity, carbon stocks and biodiversity in shifting cultivation landscape mosaics: The FALLOW model. *Ecological Modelling* 149:113-126.