



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

Administration de la gestion de l'eau

LARSIM-Wasserhaushaltsmodellierung und Ermittlung von Abflusskomponenten als Grundlage für die Modellierung diffuser Stoffeinträge mit MoRE

Noémie Patz (für die Administration de la gestion de l'eau – Luxembourg)

Auftragnehmer Hauptprojekt:

**KIT Karlsruher Institut für Technologie
IWG Institut für Wasser und Gewässerentwicklung
Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft**

In Zusammenarbeit mit HYDRON GmbH

Who's MoRE?



MoRE : Modeling of Regionalized Emissions = Stoffeintragsmodell

Wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) (Fuchs et al. 2021) basierend auf dem Modellkonzept MONERIS (Behrendt et al. 1999) entwickelt



Abschätzung von diffusen und punktuellen Schad- und Nährstoffeinträgen in die Oberflächengewässer auf Basis von Analysegebieten (Im Rahmen der WRRL) und Evaluierung von Maßnahmen.



MoRE LU: Basiert auf dem MoRE UBA Ansatz, Analysegebiete entsprechen den Oberflächenwasserkörper (OWK), Erkenntnisse auch aus METRIS-BW (Modelling of Emissions and Transport in River Systems)

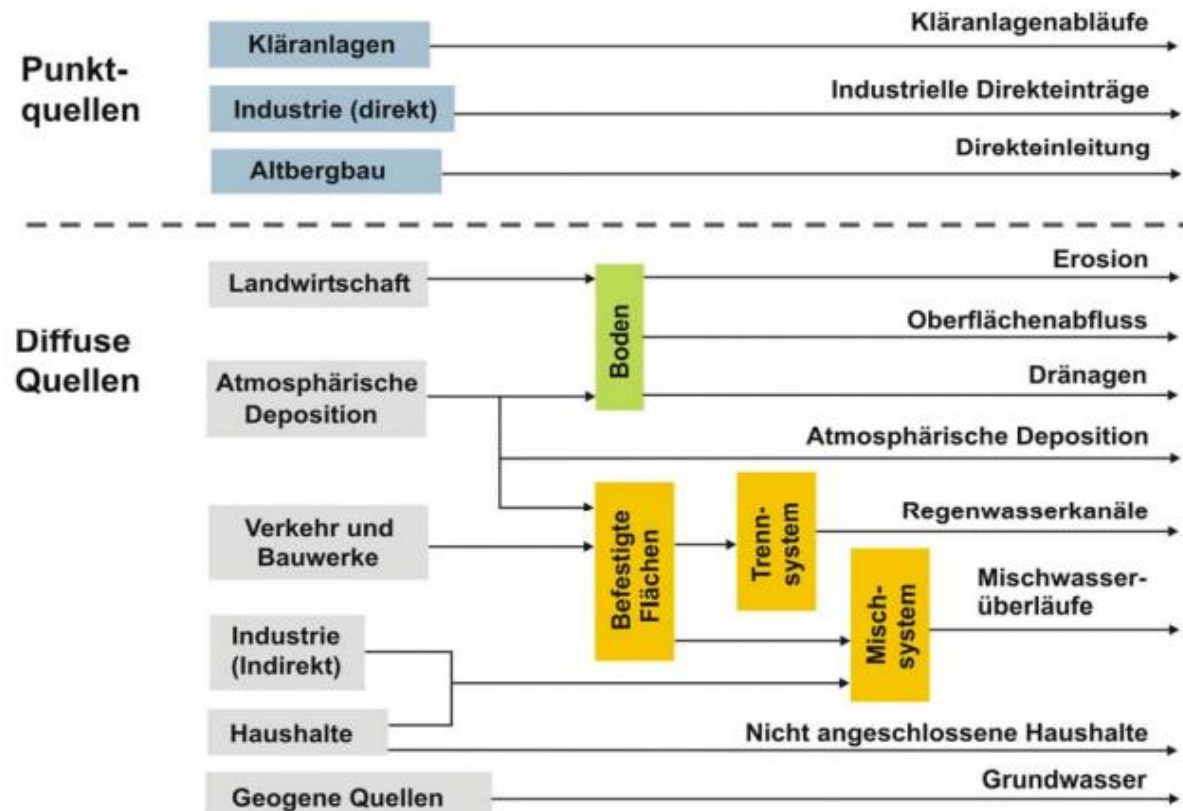


**Noch nicht veröffentlicht:
Pferdmenges et al. (2022)**

Hintergrund MoRe



- Fuchs et al. 2010



Vorstudie 2017 - 2020

Punktquellen

Studie 2020-2022

Detaillierter Eingangsdaten

Berücksichtigung diffuser Quellen

!!! Berücksichtigung Wasserhaushalt

Kopplung - Abflusskomponenten



- Gleiche Verständnis für Eintragspfade und entsprechende Abflusskomponenten!

Verknüpfung Flächen und Wasserhaushalt



	Wasser	Urbane Fläche	Acker	Grünland	Wald	Rest
		versiegelt	unversiegelt	drainierte Fläche		
QD2	NA	Urbane Einträge	Oberflächenabfluss			
QD1			schneller Interflow			
QI	NA	NA	langsamer Interflow	Drainagen	langsamer Interflow	
QB	NA	NA	Grundwasser	Drainagen	Grundwasser	

Begriffe vor Start:

Schnelle Abschwemmung / Oberflächenabfluss

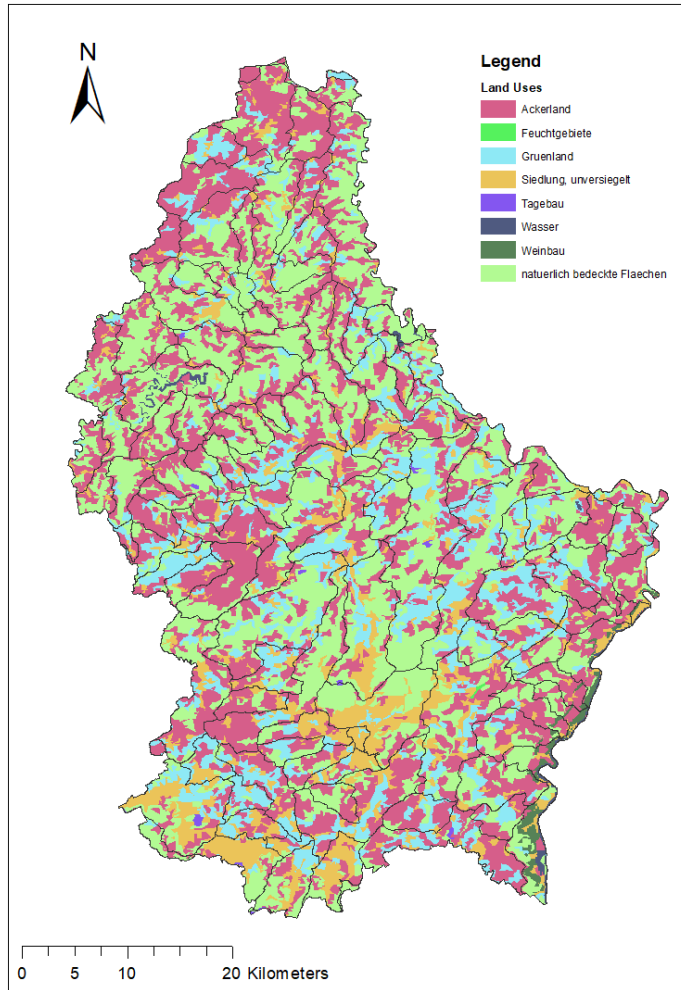
Langsame Abschwemmung / Oberflächenabfluss

Interflow

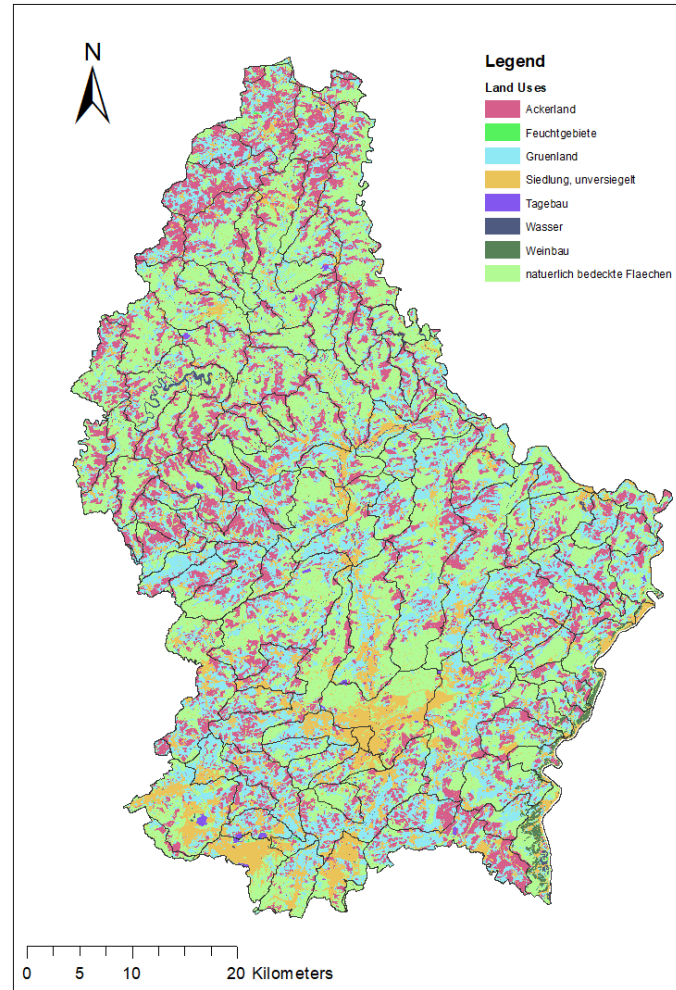
Grundwasser

*rot: Einträge über diesen Pfad müssen in MoRE neu implementiert werden (Formeln, Eingangsdaten etc., in Anlehnung an METRIS-BW)

Kopplung - Landnutzung



CLC2018 (LARSIM)



LU2018 (MoRE)

MoRE LU

LandUse 2018, 45 Klassen auf 8
Klassen aggregiert
(unversiegelten Teil der Fläche)

LARSIM

CLC2018 auf 15 Klassen
aggregiert

Pferdmenges et al. (2022)

Kopplung - Landnutzung

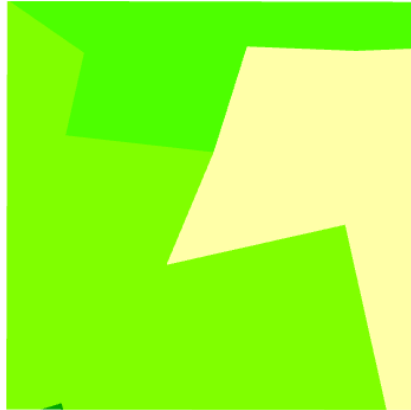


LandUse 2018	LARSIM	MoRE LU
Settlement (S) -- Settlement & Estate (1) -- Residential (1)	Siedlungsfläche	Siedlung, unversiegelt
Settlement (S) -- Settlement & Estate (1) -- Agriculture facilities (2)	Siedlungsfreifläche	Siedlung, unversiegelt
Settlement (S) -- Settlement & Estate (1) -- Industry & Commerce (3)	Industrie	Siedlung, unversiegelt
Settlement (S) -- Settlement & Estate (1) -- Unused urban areas and brownfields (4)	Siedlungsfreifläche	Siedlung, unversiegelt
Settlement (S) -- Sports and leisure (4) -- Other sports facilities (3)	Siedlungsfreifläche	Siedlung, unversiegelt
Settlement (S) -- Sports and leisure (4) -- Other recreation facilities (4)	Siedlungsfreifläche	Siedlung, unversiegelt
Settlement (S) -- Technical infrastructure (5) -- Utility (production, disposal facilities) (1)	Industrie	Siedlung, unversiegelt
Settlement (S) -- Technical infrastructure (5) -- Mining / extraction (2)	unbewachsen	Tagebau
Settlement (S) -- Construction (6)	Siedlungsfreifläche	Siedlung, unversiegelt
Agriculture (A) -- Arable land (1)	Acker	Ackerland
Agriculture (A) -- Grassland (2)	Grünland	Grünland
Agriculture (A) -- Special cultures (3) -- Wine (1)	Weinbau	Weinbau
Agriculture (A) -- Special cultures (3) -- Fruit trees (2)	Obstbau	Grünland
Agriculture (A) -- Special cultures (3) -- Orchard (3)	Grünland	Grünland
Agriculture (A) -- Special cultures (3) -- Other (4)	Acker	Ackerland
Forest (F) -- Forest block (1) -- Coniferous (1)	Nadelwald	natürlich bedeckte Flächen
Forest (F) -- Forest block (1) -- Mixed (2)	Mischwald	natürlich bedeckte Flächen
Forest (F) -- Forest block (1) -- Deciduous (3)	Laubwald	natürlich bedeckte Flächen
Forest (F) -- Forest block (1) -- Young forest(4)	Wald	natürlich bedeckte Flächen
Forest (F) -- Clearing (2) -- Burnt area (1)	Laubwald	natürlich bedeckte Flächen
Forest (F) -- Clearing (2) -- Clear cuts (3)	Wald	natürlich bedeckte Flächen
Natural surfaces (N) -- Gravel (1)	Laubwald	natürlich bedeckte Flächen
Natural surfaces (N) -- Rocks (2)	Wald	natürlich bedeckte Flächen

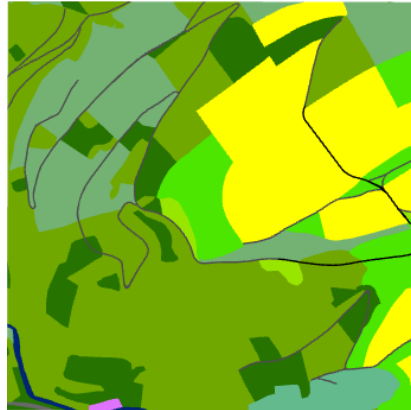
Kopplung - Landnutzung



Beispiel LARSIM-Teilgebiet (TGB):



CLC 2018



LandUse 2018

Durch die höhere Auflösung des LandUse-Datensatzes kommt es zu Abweichungen insbesondere von Ackerland und Grünland.

Auch werden kleinflächigere Landnutzungsklassen (LNK) erfasst, für die mittels LARSIM jedoch keine Abflusswerte ermittelt wurden.

Diskussionen, ob z.Bsp. Feldfutter zu Acker oder zu Grünland gerechnet wird (Berechnung der Erosion, etc.)

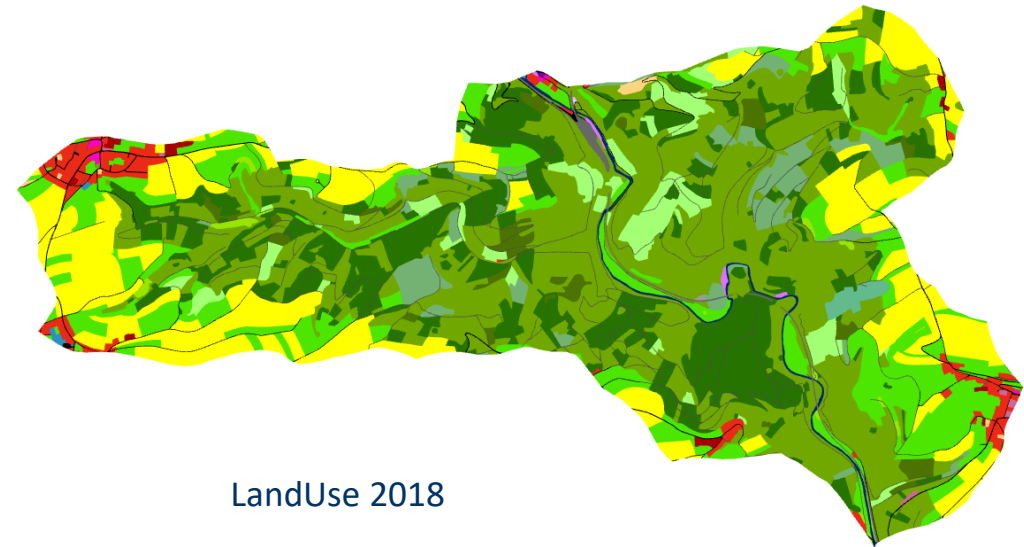
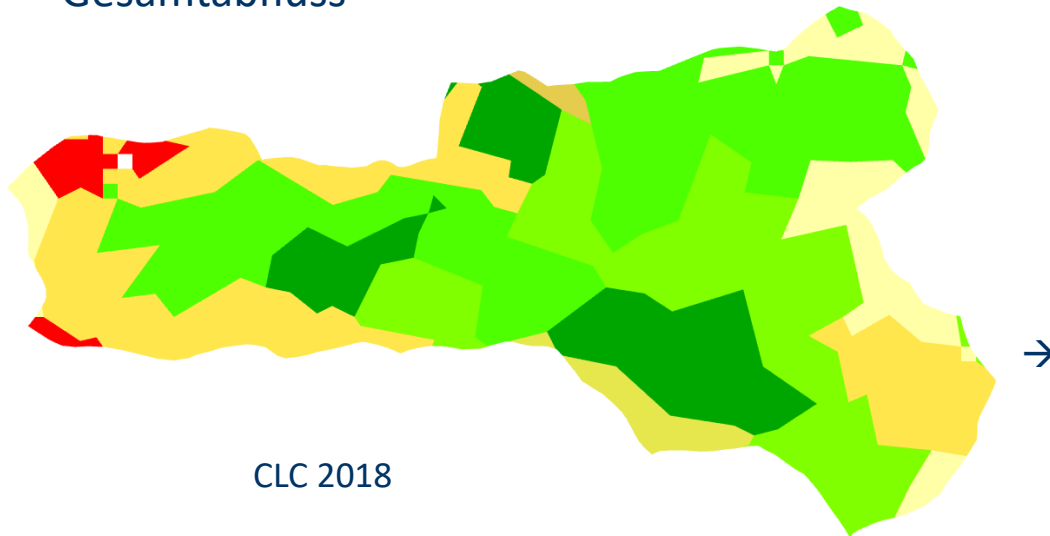
→ Da eine Überarbeitung der LANU in LARSIM keine Option war, wurde nach dem bestmöglichen Kompromiss gesucht



Kopplung - Landnutzung



Übertragung von LARSIM-TGB auf Analysegebiete (AU), anschließend Umrechnung via spezifischer Abfluss + Gesamtabfluss



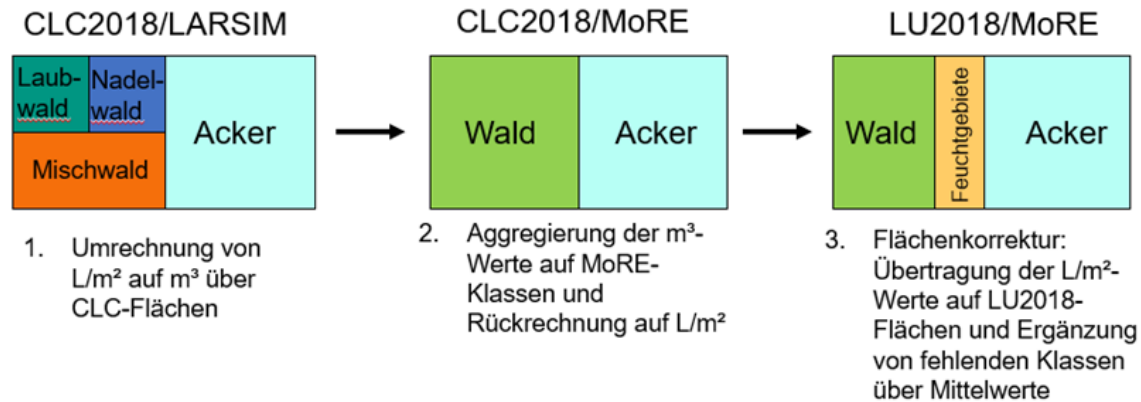
- Innerhalb der AU Umrechnung des spezifischen Abflusses (Flächeneinheit) auf absoluten Abfluss (für QD2, QD, QI und QB) und durch Fläche dividiert
- Anschließend flächenspezifischen Abflüsse den MoRe-Klassen zugeteilt
- Akzeptabel, Abflussgeschehen basiert vor allem auf Bodeneigenschaften und Niederschlag

$$q = \frac{\sum(q_i \times A_i)}{\sum A_i}$$

Kopplung Landnutzung



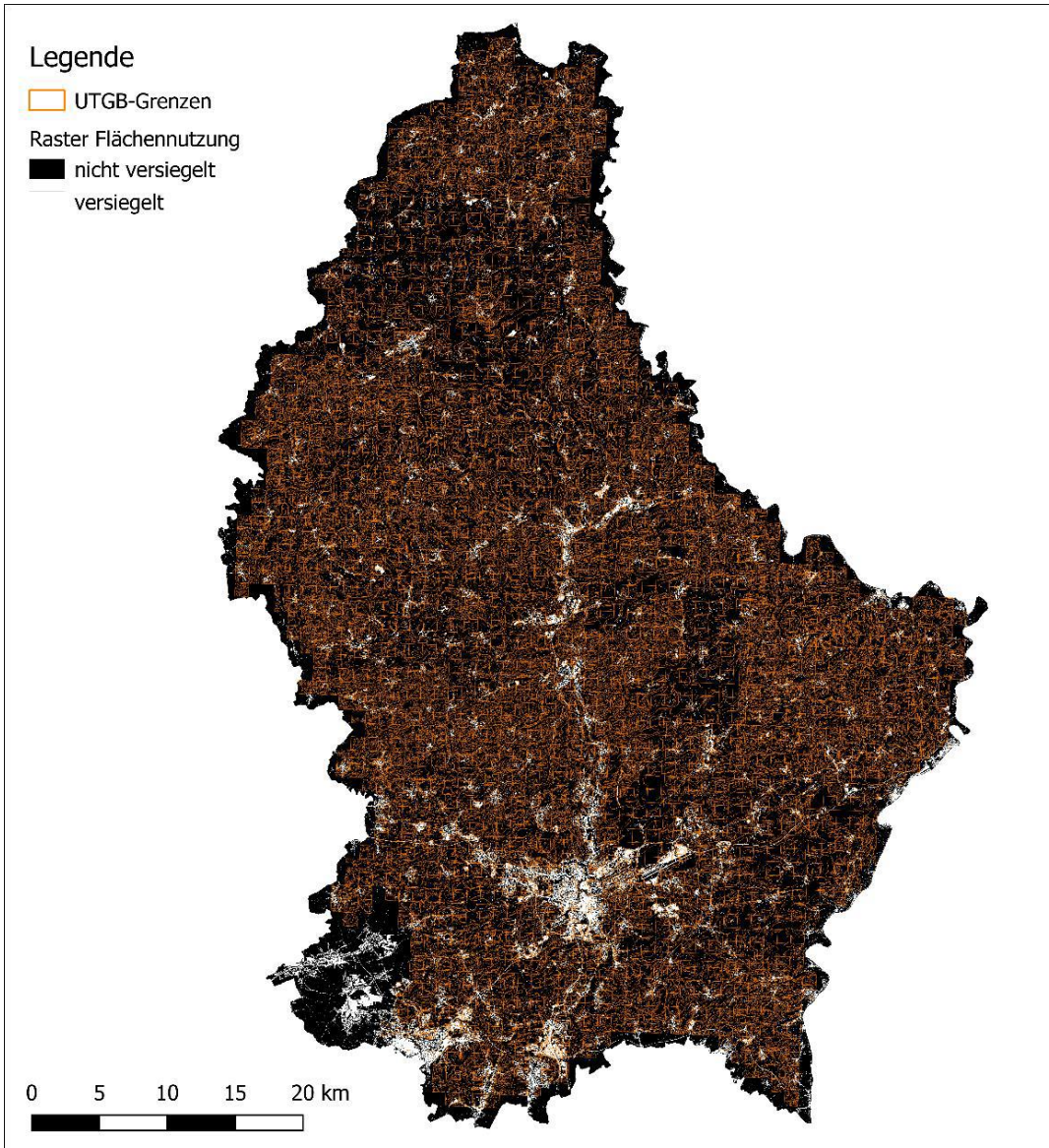
Vorgehen, falls keine LANU-Klasse in CLC2018/CLC vorgesehen (Post-Processing KIT):



→ für entsprechenden Flächen ein gemittelter Abfluss der umgebenden Landnutzungsflächen berechnet

→ zumeist kleine Gebiete, sodass dadurch keine großen Abweichungen der absoluten Abflüsse entstanden.

Kopplung - Versiegelung



Aktualisierung des Versiegelungsgrades je UTGB mit einem luxemburgischen Landnutzungsdatensatz (Landcover 2018, 20 cm x 20 cm)

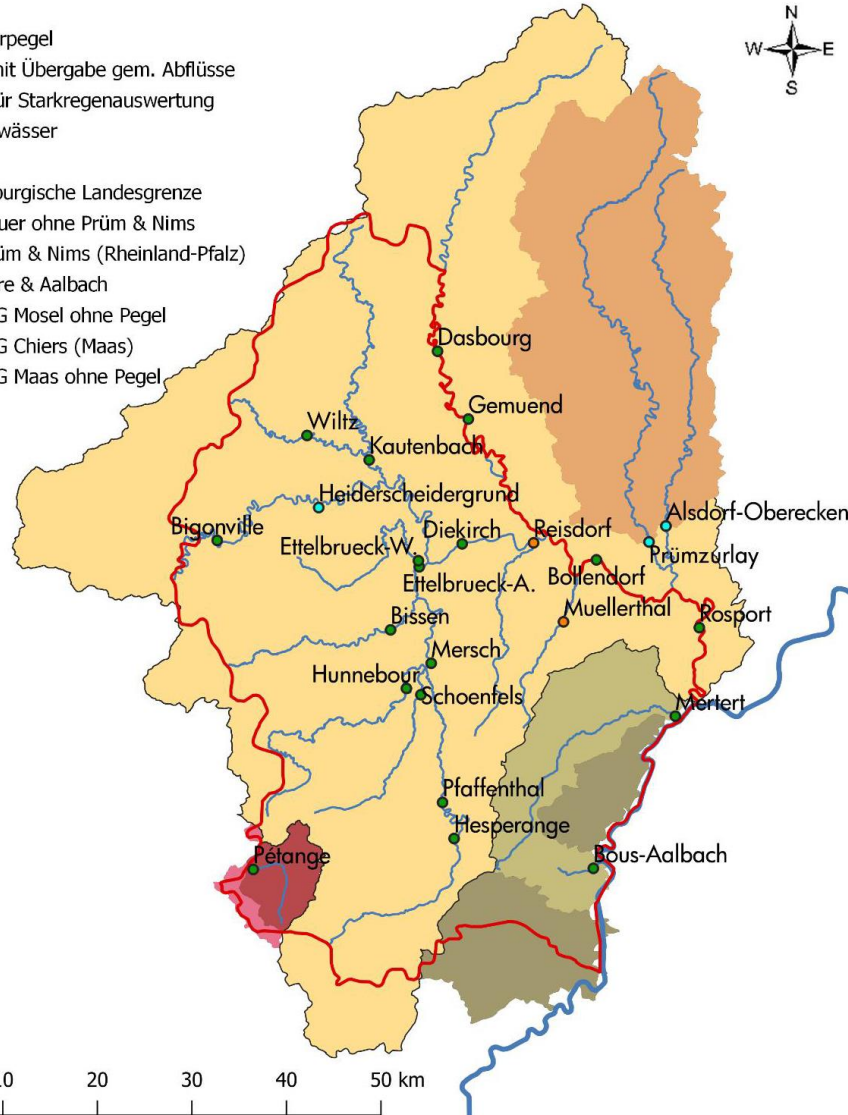
- Rasterpixel mit „Gebäude“ und „andere undurchlässige Oberflächen“ aus dem Landcover2018 Datensatz um die (100%) versiegelten Flächen zu definieren.
- Alle anderen Landnutzungsklassen sind 0%
- Für LARSIM wird aus den versiegelten Flächen ein prozentualer Versiegelungsgrad je Unterteilgebiet berechnet.
- UTGB außerhalb Luxemburgs, klassische LARSIM-interne Zusweisung des Versiegelungsgrades

Wasserhaushaltsmodellierung

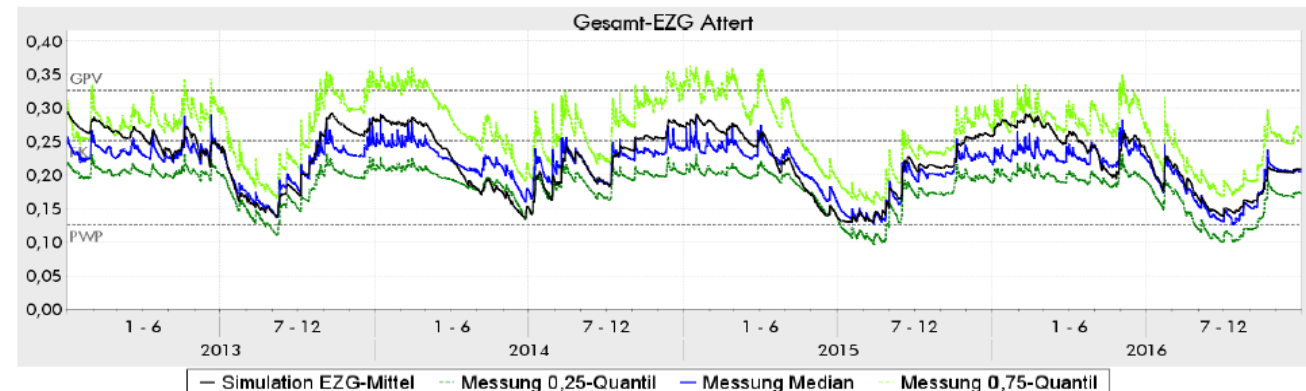


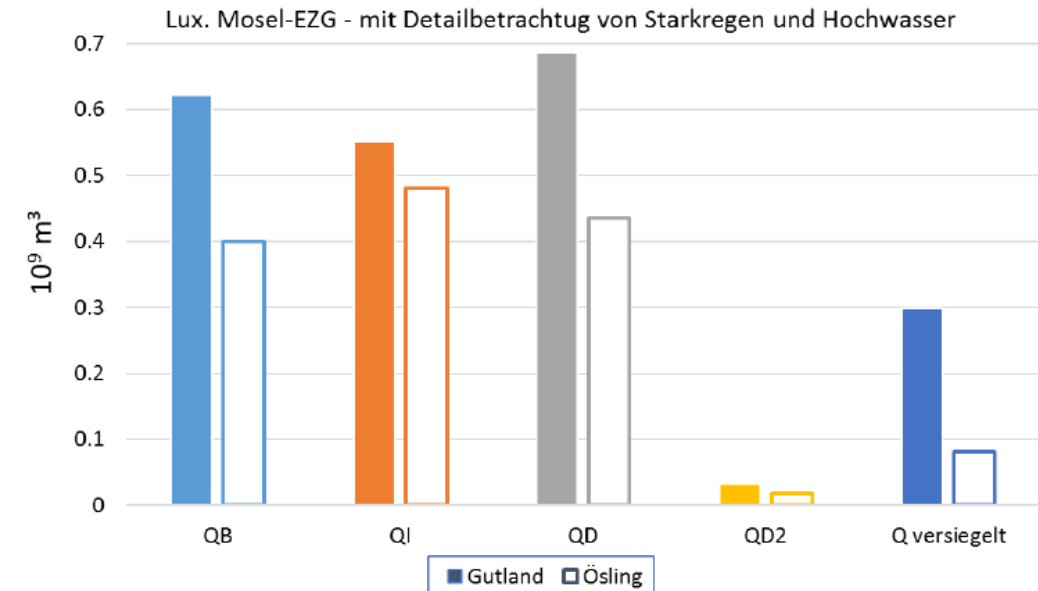
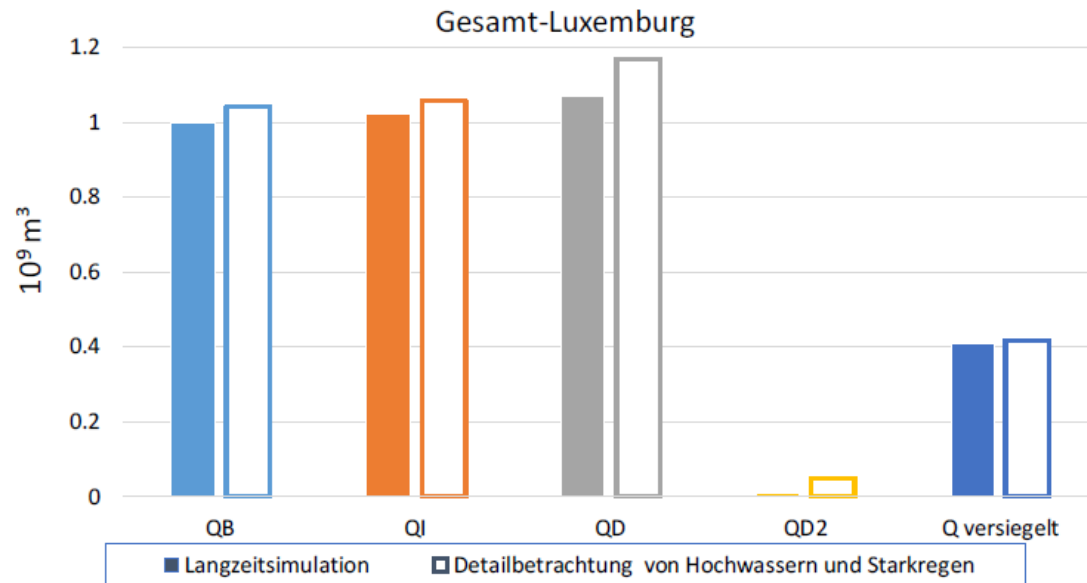
Legende

- Kalibrierpegel
- Pegel mit Übergabe gem. Abflüsse
- Pegel für Starkregenauswertung
- Fließgewässer
- Mosel
- ▭ Luxemburgische Landesgrenze
- ▭ EZG Sauer ohne Prüm & Nims
- ▭ EZG Prüm & Nims (Rheinland-Pfalz)
- ▭ EZG Syre & Aalbach
- ▭ lux. EZG Mosel ohne Pegel
- ▭ lux. EZG Chiers (Maas)
- ▭ lux. EZG Maas ohne Pegel



- Modellierung in drei verschiedenen Berechnungen (2015-2019):
 - Langzeitsimulation für die 5 Jahre (1 h)
 - Detailsimulationen für Hochwasser ohne nennenswerten Horton-Oberflächenabfluss (1 h)
 - Detailsimulationen von Starkregenereignissen mit Horton-Oberflächenabfluss (5 min)
- WHM Sauer und WHM Meuse (neue Bodenparameter), Kalibrierung von 19 Pegeln (Berücksichtigung BFI, Bodenfeuchtesimulation Attert), Umsetzung Infiltrationsmodul





Teltscher et al. (2021)

- Monatssummen für Abfluss für Versiegelte Flächen und die vier Abflusskomponent sowie Verdunstung je Landnutzungs-kategorie im TGB
- Aggregation auf OWK Ebene, Monatsnummen für Niederschlag je OWK

Endergebnisse noch nicht veröffentlicht:
Pferdmenges et al. (2022)

Eintragspfad Kläranlage, industrielle
Direkteinleiter und Erosion* sehr valide
Ergebnisse

Atmosphärische Deposition,
Abschwemmung, Grundwasser und
urbane Flächen ausreichend
verlässliche Ergebnisse

Interflow (insbesondere für die
Schadstoffe) und Drainage erste
Abschätzung

*detaillierte Daten durch Bodenkunde der ASTA



- Bei der Kopplung von zwei Modellen darauf achten, dass sie konzeptuell zusammenpassen
- Unsicherheiten durch Kompromisse einschätzen (vor allem LANU)
- LARSIM als Wasserhaushaltsmodell hier gut geeignet für Aufschlüsselung nach Abflusskomponenten
- Nicht alle Quellen im Stoffeintragsmodell als zuverlässig angesehen (da keine gemessenen Frachten oder unzureichende Daten)
- Verbesserungspotential für MoRE vorhanden ... LARSIM auch



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

Administration de la gestion de l'eau

MERCI

LITERATUR

Teltscher et al. (2021): LARSIM-Wasserhaushaltsmodellierung und Ermittlung von Abflusskomponenten als Grundlage für die Modellierung diffuser Stoffeinträge mit MoRE für Luxemburg–Abschlussbericht im Auftrag AGE

Pferdmenges et al. (2022): Modellierung der Nähr- und Schadstoffeinträge in die Fließgewässer Luxemburgs – **Vorläufiger Abschlussbericht** im Auftrag AGE