

Eingriffe in die Landschaft und ihre Folgen

Einige Probleme der Landschaftsentwicklung der Baar aus ökologischer Sicht

Von Günther Reichelt

Einführung

Die Baar ist in erster Näherung durch drei wesentliche Merkmale gekennzeichnet: Durch ihre Form als **Hochmulde** zwischen Schwarzwald und Alb, ihr dementsprechend **besonderes Klima** mit nur kurzen Sommern aber langandauernder Früh- und Spätfrostgefährdung sowie durch **die häufigen Überschwemmungen** ihrer breiten Flussauen mit periodisch nassen bis wechsellackenen organischen oder anorganischen Böden.

Sie ist eine hochdynamische und auf Eingriffe sehr sensibel reagierende Landschaft. Dank ihrer zahlreichen, dichtgeschichteten geologischen Schichtglieder, einer feinen Abstufung unterschiedlicher Formen und einer demzufolge reichhaltigen Ausbildung von Standortketten haben sich hier einerseits ungewöhnlich viele interessante, andernorts seltene Biotop-Typen entwickeln können. Andererseits sind diese wegen ihres mosaikartig kleinräumigen Wechsels auch besonders anfällig gegenüber Eingriffen in ihr Gefüge. Von der Größenordnung her scheinbar geringfügige Veränderungen einzelner Landschaftselemente werden oft - und darin über den Ort und die Art des Eingriffs hinausgehend - mit unerwarteten Störungen des Landschaftshaushalts beantwortet. Sie betreffen sowohl das biologische Inventar als auch die Funktionen des lokalen Klimas, des Bodens und des Wasserhaushalts. Diese Problematik, ihre Größenordnung und praktische Bedeutung soll an wenigen Beispielen der Siedlungsentwicklung, der Landwirtschaft und anhand einer Analyse des komplexen Hochwassergeschehens aufgezeigt werden. Dabei wird eine frühere Veröffentlichung des Verfassers (Reichelt 1995) weitergeführt und differenziert.

1. Beispiel: Siedlungsentwicklung

Durch den Zuzug von Flüchtlingen und Vertriebenen wuchs die Bevölkerung ab 1945 erheblich, was nach der Währungsreform zu explosiven Siedlungserweiterungen führte. Dabei wurde das freie Umland in weit größerem Maße in Anspruch genommen, als es dem Bevölkerungszuwachs entspricht (Abb. 1). Auch änderte sich das sozioökonomische Gefüge der meisten Orte - vor allem der bäuerlichen Siedlungen - grundlegend. Der dadurch stark angestiegene Pendlerverkehr zwischen Wohn- und oft weit entfernten Arbeitstätten führte zum Neubau von Verkehrswegen.

Baukörperklimatologie: Schon in den 70er Jahren fiel auf, dass sich das Lokalklima im Bereich der Stationen Villingen, Schwenningen und Donaueschingen veränderte. Koha (1972) sowie Schneider et.al. (1974) fanden, dass hier eine Zone mit besonders hoher Niederschlagszunahme liegt (Abb. 2). Man darf sie als Folge der mit der Siedlungserweiterung einhergehenden Veränderungen lokaler meteorologischer Prozesse interpretieren.

Sichere Veränderungen des Stadtklimas lassen sich jedenfalls in Donaueschingen nachweisen. Hier wurde bei der Errichtung neuer Siedlungsbereiche keine Rücksicht auf bioklimatologische Erfordernisse genommen. So wurden die natürlichen Bahnen für die Zufuhr kühler Frischluft aus deren Entstehungsgebieten weitgehend verbaut (Abb. 3). Wie die Temperaturmessungen von Vogt et.al. (1997) zeigen, sind dadurch nicht nur im Stadtkern, sondern auch in den neuen Siedlungsgebieten Überwärmungsbereiche, sogenannte Wärmeinseln,

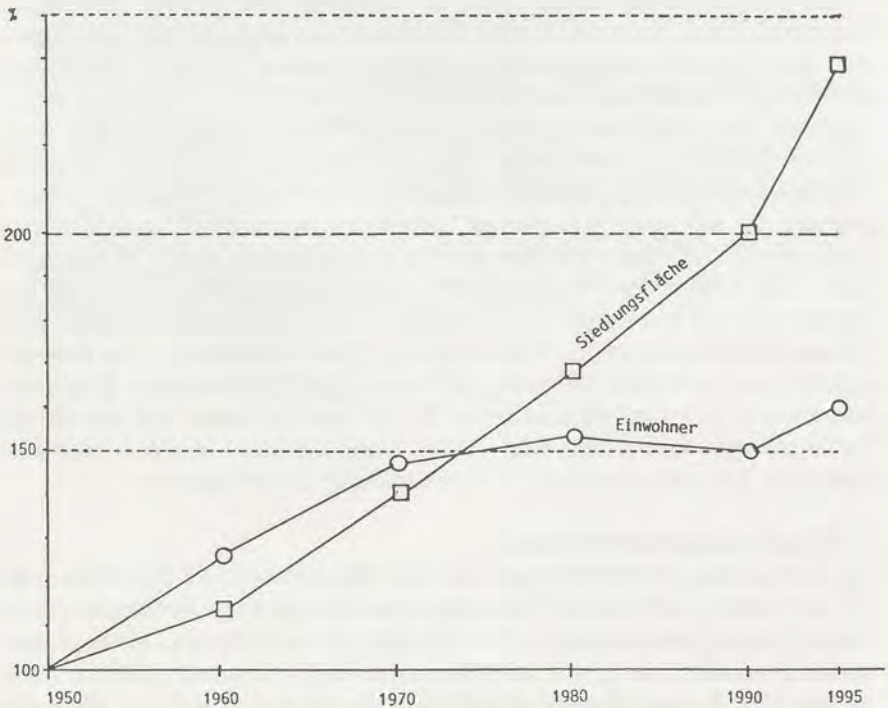


Abb. 1: Entwicklung der Bevölkerung und der Siedlungsfläche seit 1950 (= 100 %) im Schwarzwald-Baar-Kreis (Daten: Statist. Landesamt B-W)

entstanden, weil die Frischluftzufuhr schon in den Außenbezirken gebremst wird. Besonders Gewerbegebiete und größere Gebäudekomplexe, aber auch das Bahnhofsgebäude weisen Übertemperaturen aus, wobei während austauschärmer sommerlicher Wetterlagen Überwärmungen bis zu 5°C gemessen wurden.

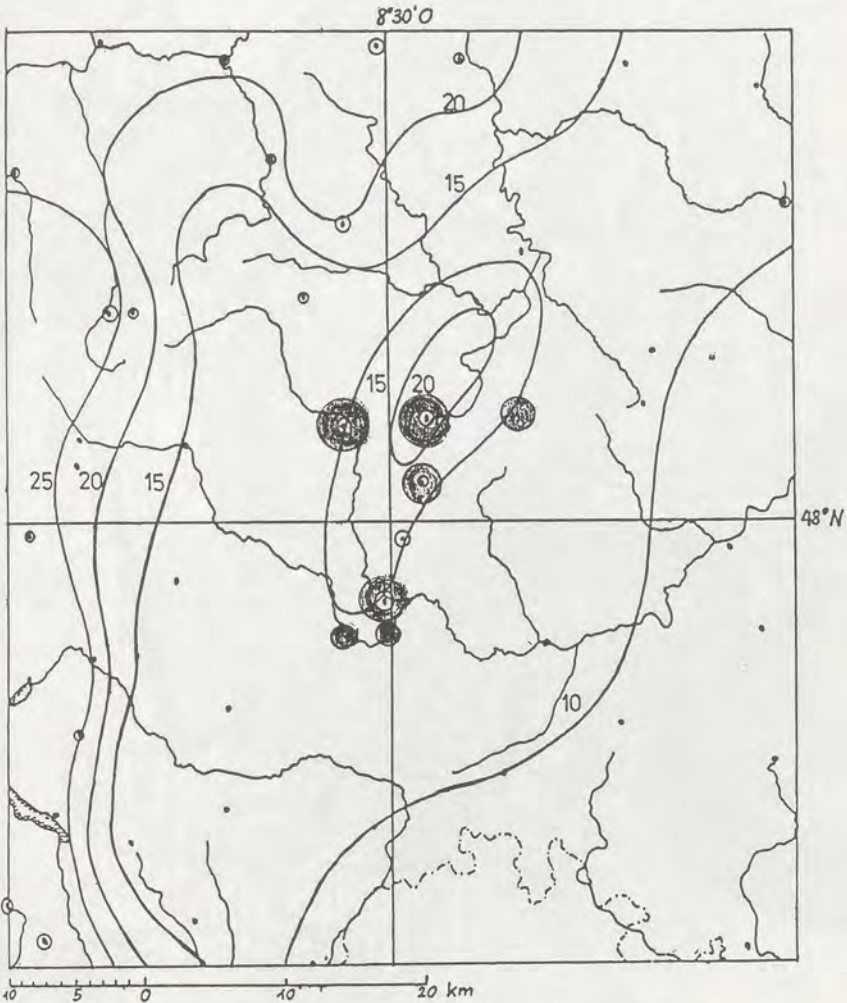


Abb. 2: Jährliche Niederschlagszunahme in mm 1953-1970 bei Stationen der Baar. Im Bereich der Städteverdichtung besteht eine Insel größerer Niederschlagszunahme. (n. Koha, verändert)

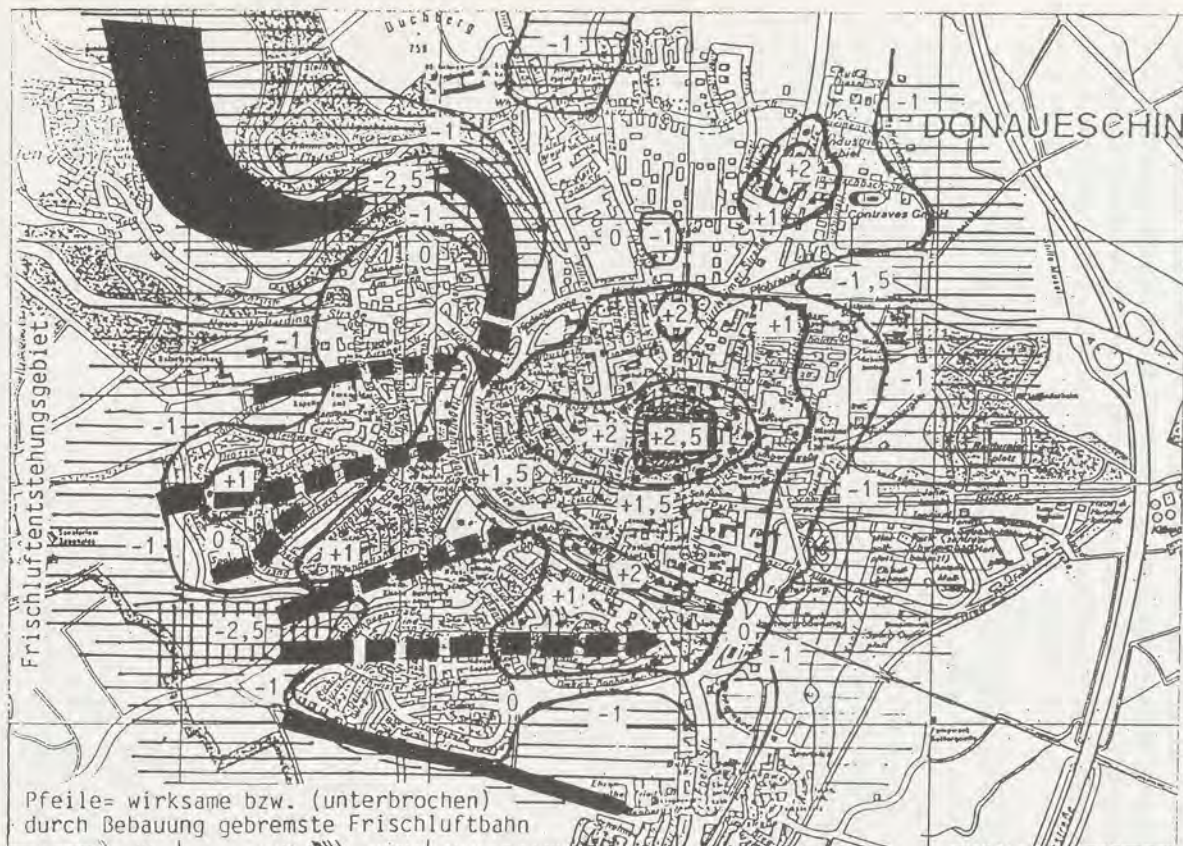


Abb. 3: Relative Temperaturzonen bei sommerlicher Ausstrahlung (in °C) für den Stadtbereich Donaueschingen (n. Vogt et al., verändert)

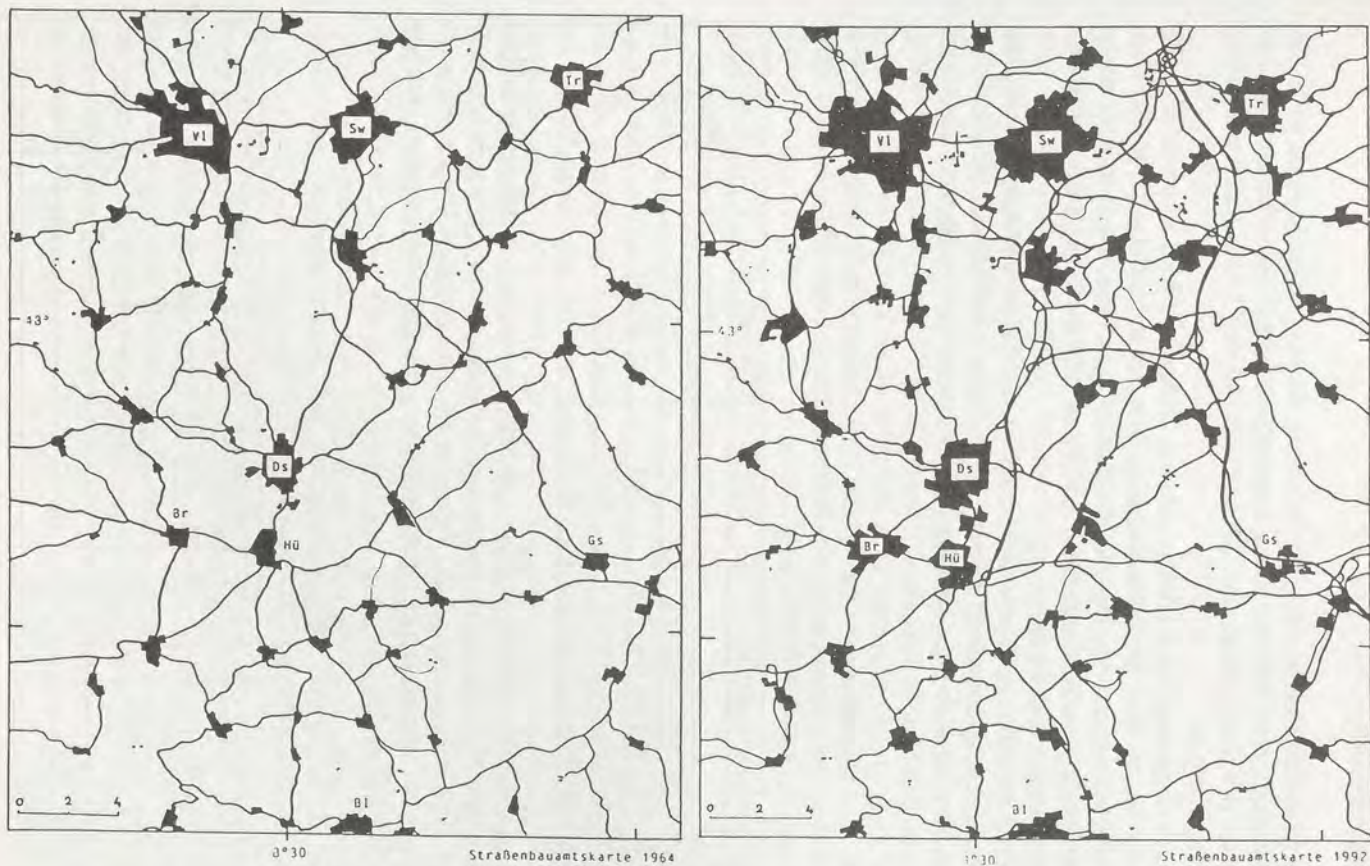


Abb. 4: Straßennetz der Baar 1964 und 1992 (aus Reichelt 1995)

Das ist zweifellos eine erhebliche Belastung, die vermeidbar gewesen wäre. Die Problematik einer differenzierten, humanphysiologische Kriterien berücksichtigenden Bewertung (Stichwort „Klima-Michel-Modell“) kann hier freilich nicht verfolgt werden.

„Versiegelung“ ist ein häufig gehörtes Schlagwort: doch fehlen oft konkrete Vorstellungen über die Größenordnung ihrer negativen Folgen. Für die Siedlungserweiterungen von Donaueschingen/Hüfingen/Bräunlingen und die neuen Verkehrswege im Einzugsbereich der Donau mag daher die folgende Modellrechnung interessant sein.

Aus mehrjährigen Messreihen unter verschiedenen Bedingungen sind die Anteile des Niederschlags bekannt, die entweder oberflächlich abfließen bzw. im Boden als Haft- oder Grundwasser versickern; die Verdunstung ergibt sich aus der Differenz (s. Tab. 1):

Tab. 1: Bodennutzung und Niederschlagsverteilung bei Löss/Hanglehmböden (Braunerden/Parabraunerden) in Prozent (Daten: Leser 1976, Min. f. Ern., Landw. u. Umwelt B-W 1977):

Art der Bodennutzung	Abfluss	Versickerung	Verdunstung
Wald	0	40-50	50-60
Landw. Fl. 0-6% Neigung	0	16-30	70-80
Landw. Fl. 6-18% Neigung	0-1	10-20	ca. 80
Allgem. Bebauungsgebiet	40-45	5-10	50
Gewerbegebiet u. Straßen	80-90	0	10-20

Für die Baar-Hochmulde liegt der (jährliche) Gebietsniederschlag etwa bei 800 mm = 800 l/m². Durch Straßenbau und Siedlungserweiterungen zwischen 1954 und 1992 wurden demnach die folgenden durchschnittlichen Versickerungsverluste bzw. vermehrte Oberflächenabflüsse gegenüber unversiegelten Flächen wirksam (Tab. 2).

Tab. 2: Vermehrter Oberflächenabfluss und Sickerungsverluste durch Siedlungserweiterungen und Straßenneubau seit 1954:

Maßnahmen	Fläche	vermehrter Abfluss	Sickerungsverlust
Straßenbau	300 ha	64,6 l/s	11,4 l/s
Neusiedlungen: Donaueschingen	380 ha	38,5 l/s	4,8 l/s
Hüfingen	206 ha	20,8 l/s	2,6 l/s
Bräunlingen	116 ha	11,8 l/s	1,5 l/s
Insgesamt	1002 ha	135,7 l/s	20,3 l/s

Durchschnittliche Quellschüttungen zum Vergleich:

Donauquelle	40 l/s
Gutterquelle	175 l/s
Juniperusquelle	120 l/s
Wasserwerk Donaueschingen	48 l/s

Daraus folgt, dass infolge der Verminderung der Tiefensickerung und Vermehrung des Oberflächenabflusses des Niederschlags erhebliche Wassermengen an den Quellen vorbei in die Vorfluter abfließen. Allerdings blieben die bei Gewerbeflächen noch erheblich ungünstigeren Werte ebenso unberechnet wie straßenbegleitende Landwirtschaftswege und vierspürige Ausbauten: ihre Berücksichtigung würde schätzungsweise 30-60% höhere Abflussmengen ergeben.

Damit dürften diese Verluste erheblich zum Rückgang der Quellen im Donaueschinger Ried beitragen. Dieser ergibt sich aus dem Vergleich der Hauptwerte an den Pegeln von Brigach, Breg und Donau von vor 1945 und danach bis heute (1995). Bei mittlerem Niedrigwasser (MNQ) muss die Donau demnach inzwischen im Mittel auf wenigstens 0,4 m³/s Zufluss aus Quellen der Riedbaar verzichten.

Straßenbau: Aus ökologischer Sicht ist jeder Verlust an freier Fläche negativ zu beurteilen, da er immer zu Lasten von oft hochdiversen Biotopen geht. So ging eine der letzten reichen Trollblumen-Bachdistel-Wiesen durch die Flugplatzverlängerung Donaueschingen 1981 verloren. Darüber hinaus induzierten Straßen beiderseits mehrere Zehnermeter tief Störfaktoren für die Nachbarräume (Mader 1979, 1981). Dabei wird oft übersehen, dass die Straßen ein Netz bilden, dessen Maschenweite durch jede neue Straße erheblich verkleinert wird. Das wird in einem Vergleich des Straßennetzes von 1958 und 1992 deutlich (Abb. 4). Wegen der Barrierewirkung von Straßen für eine Vielzahl von Lebewesen entstehen regelrechte, weitgehend voneinander isolierte Inseln, deren Größe nicht nur für die Lebensfähigkeit der einzelnen Populationen, sondern ganzer Biozönosen entscheidend ist. Offensichtlich hat dieser Effekt z.B. zum Verschwinden mehrerer Vogelarten beigetragen.

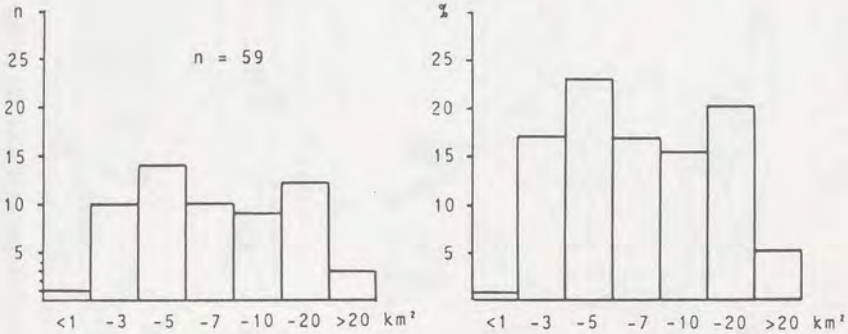
Zum Glück ist die Verinselung der Landschaft nicht überall so extrem wie bei Schwenningen/Trossingen (Abb. 5). Dennoch hat die Zahl der Inseln zwischen 1964 und 1992 stark zugenommen, die Fläche der einzelnen Inseln folglich erheblich abgenommen (Abb. 6). Dabei handelt es sich nur um die direkt durch Straßen begrenzte Flächengröße. Belastungen durch Schadstoffe wirken aber mindestens noch 50-100 m beiderseits von Straßen. Wie weit Straßen die Landschaft negativ z.B. durch Lärm belasten, soll für den Raum Donaueschingen am Beispiel einer Lautheit von 40 dB (A) (= störender Lärm) dargestellt



Abb. 5: „Verinselung“ der Landschaft im Raum Trossingen/Schwenningen
(Photo: Forstdirektion Tübingen 1979)

werden (Abb. 7). Die unbelastete "Nettofläche" ist also vielfach kleiner als sie sich aus der Subtraktion von Siedlungs- und Verkehrsflächen von der Gesamtfläche (zu rund 90%) errechnet. Das ist übrigens auch hinsichtlich der Erholungseignung von Freiräumen von humanökologischer Bedeutung.

1964



1992

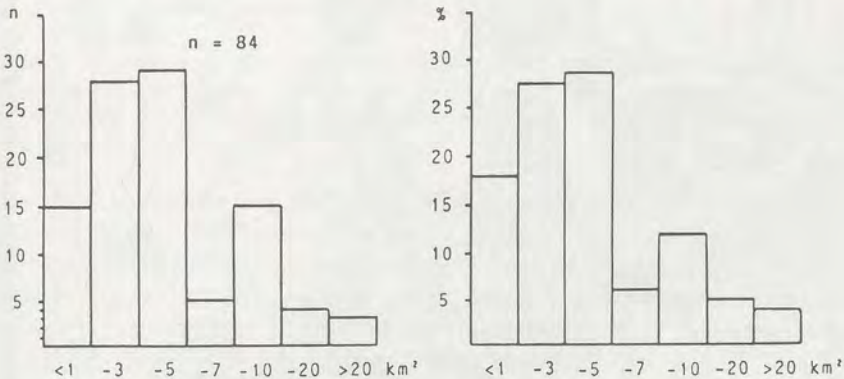


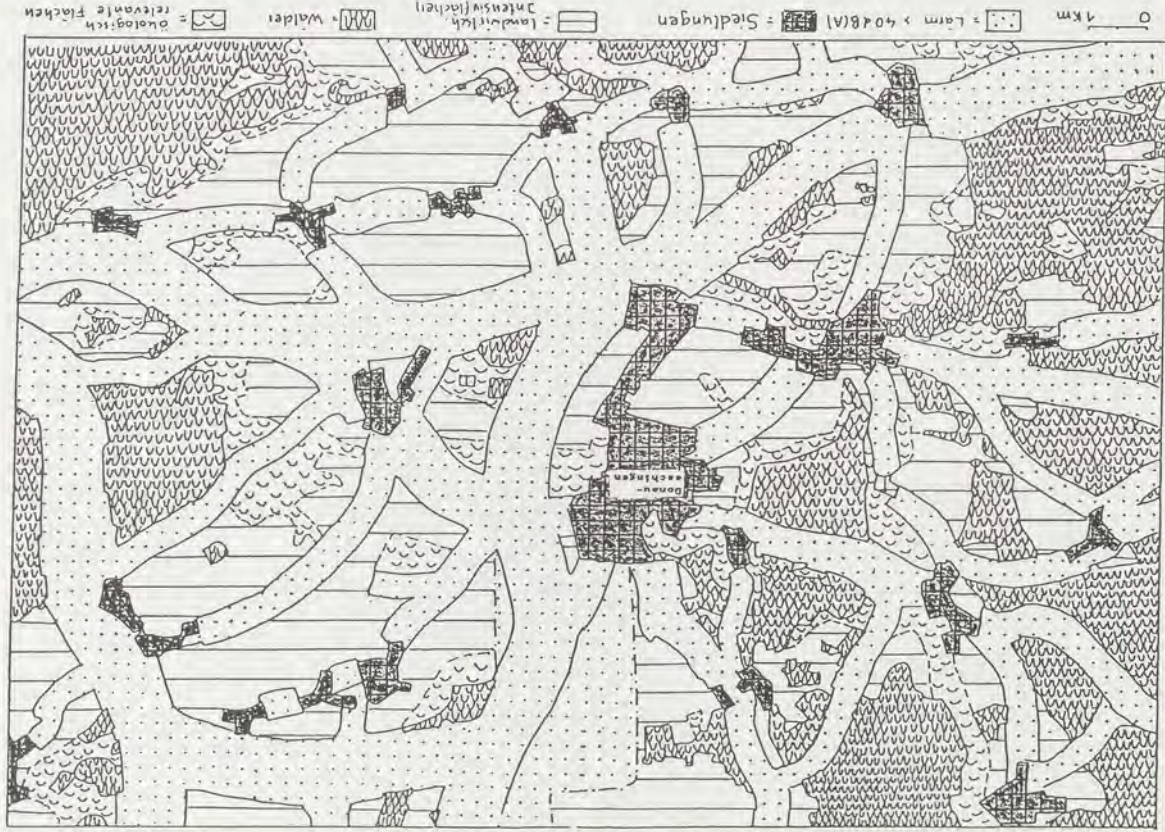
Abb. 6: Zahl und Verteilung der von Straßen umschlossenen „Inseln“ nach Flächengröße 1964 und 1992 (n. Reichelt 1995)

2. Das Beispiel Landwirtschaft

Die Landwirtschaft hat im Untersuchungsgebiet der Baar rund 10% ihrer Nutzfläche durch Siedlungserweiterungen und Verkehrswegebau verloren (Abb. 8). Gleichzeitig ist die Zahl der Höfe seit 1950 von rund 5500 auf etwa 1600 zu-

(aus Reichelt 1995)

Abb. 7: Breite der Lärmänder über 40 dB (A) zwischen Schwarzwald und Alb in der südlichen Baar



rückgegangen. Dafür sind aber die verbliebenen Höfe meist größer geworden und liegen heute durchschnittlich bei über 20 ha. Die damit einhergehende Intensivierung der Landbewirtschaftung wurde durch die EG-Agrarpolitik gefördert. Das hatte nicht nur betriebswirtschaftliche sondern auch ökologische Konsequenzen.

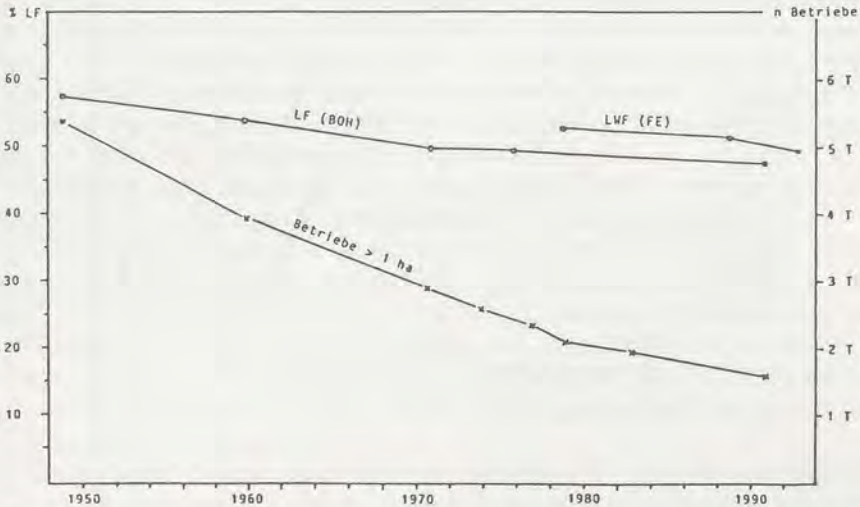


Abb. 8: Entwicklung der Landwirtschaftlichen Nutzfläche und der Zahl der Betriebe (Daten: Statist. Landesamt B-W). Abk.: LF= Landwirtschaftl. Betriebsfläche, BOH= Bodennutzungs-Haupterhebung, LWF= Landwirtschaftsfläche, FE= Flächenerhebung, T= Tausend

Aus der Entwicklung der jährlichen Sachaufwendungen pro Hof (Abb. 9a/b) geht z.B. hervor, dass nicht nur die Preise gestiegen sind. Der Stromverbrauch als Maß für den Energieverbrauch insgesamt - und damit eine bedeutsame ökologische Größe - hat sich innerhalb von 20 Jahren etwa verdoppelt. Er liegt im Bereich Donaueschingen heute sogar noch etwas höher als im Durchschnitt der Betriebe in Baden-Württemberg (laut KW Laufenburg: 11,02 Mwh/a). Dabei ist zu bedenken, dass der auf der Photosynthese beruhende und als solcher nicht nur kostenlose, sondern ursprünglich energiepositive landwirtschaftliche Produktionsprozess inzwischen energiedefizitär geworden ist. Um z.B. heute bei der Gras-Milchwirtschaft eine Energieeinheit zu erzeugen, müssen etwa 3 Energie-Einheiten und bei Mastvieh/Kraftfutterwirtschaft sogar rund 10 Einheiten aufgewendet werden. Anders gesagt: nur rund 10-30 % der für die landwirtschaftliche Produktion aufgewendeten Energie bleiben in der Nahrung verfügbar zurück.

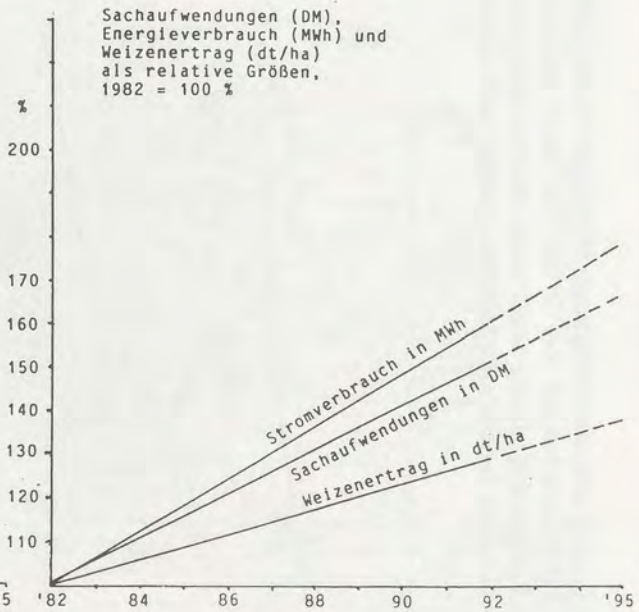
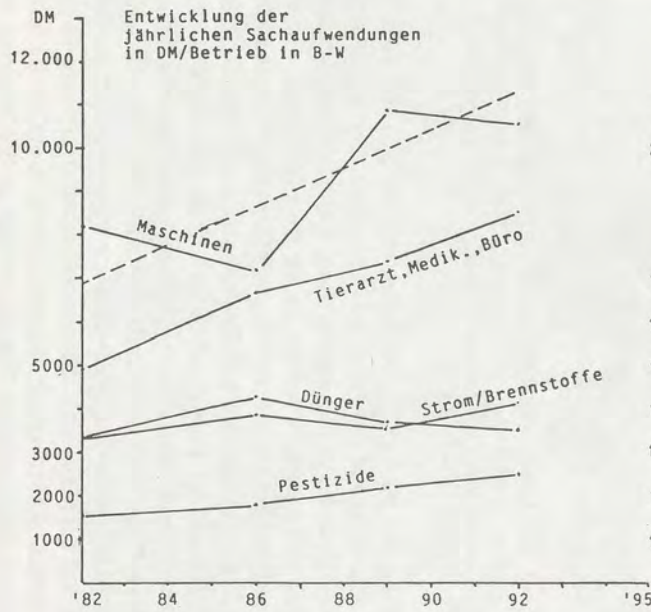


Abb. 9a/b: Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Sachaufwendungen in DM pro Betrieb in Baden-Württemberg und die relative Entwicklung des jährlichen Stromverbrauchs (Mwh) im Vergleich zum jährlichen Weizenertrag (dt/ha) (Daten: Statist. Landesamt B-W)

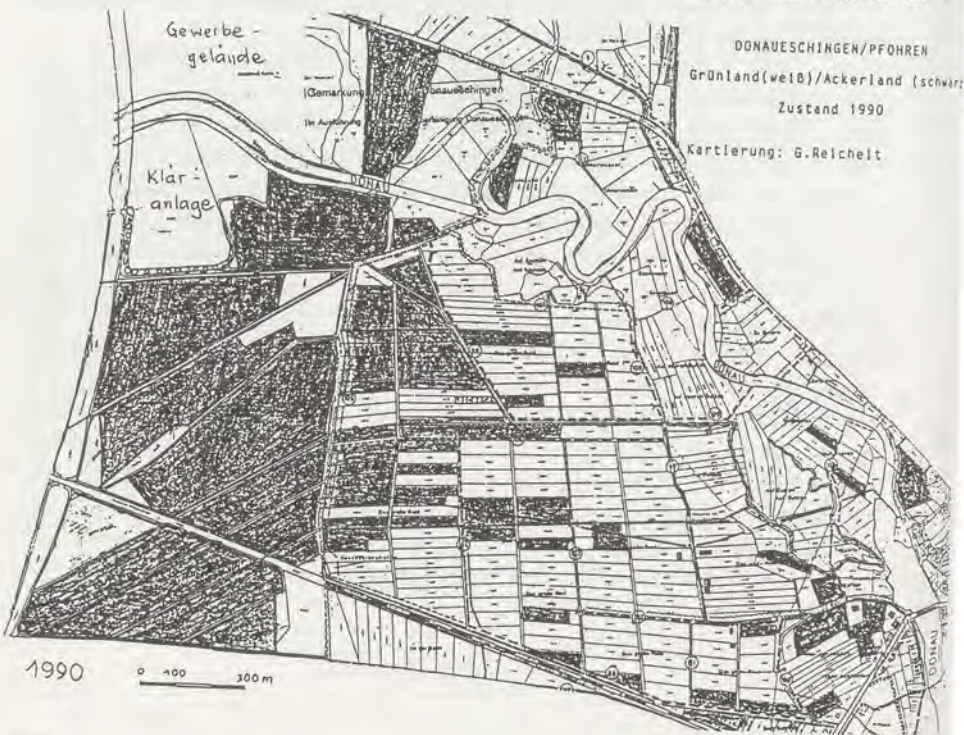
Die herrschende Entwicklung belegt eine immer stärker klaffende „Energie/Ertrags-Schere“ (Abb. 9b). Dieser nur scheinbar abstrakte Gesichtspunkt wird zwar nur selten beachtet, ist aber gleichwohl nicht nur von betriebswirtschaftlicher, sondern auch von volkswirtschaftlicher und ökologischer Bedeutung.

Damit wird nämlich nicht nur eine höchst bedenkliche Entwicklung angesprochen, sondern auch die Frage provoziert, wie unter diesen Umständen Landwirtschaft überhaupt rentabel sein kann. Sie wäre es zweifellos nicht, wenn nicht Boden, Wasser und die Leistung der Agrarbiozöten als unbegrenzt und kostenlos verfügbar angesehen, sondern als echte Betriebsmittel und damit reale Bilanzgrößen angesetzt würden. Bei einer ökologischen Buchführung rechnete sich die Intensivlandwirtschaft längst nicht mehr.

Konkreter sind indessen die in der Landschaft sichtbaren Folgen einer - aus betriebswirtschaftlicher Sicht naheliegenden - intensiven Landnutzung.

Flurbercinigungen wirken in kurzer Zeit auf großer Fläche. Für die Riedbaar mag das ein Vergleich zweier Kartierungen des Ackeranteils von 1951 und 1989 belegen (Abb. 10). Gleich nach der Zuteilung an die Teilnehmer beginnt der Umbruch von Wiesenflächen. Silomais und Raps werden die bevorzugten Fruchtarten auf nunmehr regelmäßig größeren Schlägen. Der Verlust an biologischer Diversität ist gravierend. Darüber hinaus greifen die Maßnahmen oft erheblich in den Wasserhaushalt ein.

Im gezeigten Beispiel Donaueschingen wurden 1978 von rund 900 ha Bereinigungsgebiet rund 360 ha volldrainiert. Danach ist es nicht verwunderlich, dass der im Gebiet liegende Grundwasserbrunnen Allmendshofen mit langdauernden sommerlichen Wasserstandsdefiziten und einer Senkung des durchschnittlichen Wasserstandes um mehr als 30 cm reagiert. Das geschieht in einem für die Landwirtschaft kritischen Bereich von 1,7-2 m unter Flur. Bei den vorherrschenden Böden (geringmächtiger Auelehm über Kiesen) sind Trockenschäden mittelfristig zu erwarten. Falls noch die regelmäßigen Überschwemmungen ausblieben - etwa wegen des geplanten Hochwasserbeckens bei Wolterdingen -, wäre eine Auffüllung des Defizits auch im Winter nicht mehr gewährleistet. Nun unterliegt die Riedbaar bereits seit mehr als 150 Jahren einer systematischen langsamen Entwässerung, was im Rückgang ihrer Gewässer zum Ausdruck kommt, sich aber auch am **Abgang der Moore** demonstrieren lässt. (Abb. 11). Darüber hinaus droht allen vom Bodenwasser abhängigen Grünland-Biozöten der Riedbaar - nach der Ramsay-Konvention ein nationales Feuchtgebiet - höchste Gefahr. Schon sind zahlreiche Pflanzenarten verschwunden, begleitet und/oder gefolgt von Wiesenbrütern wie Brachvogel, Bekassine und Kiebitz (Reichelt 1995).



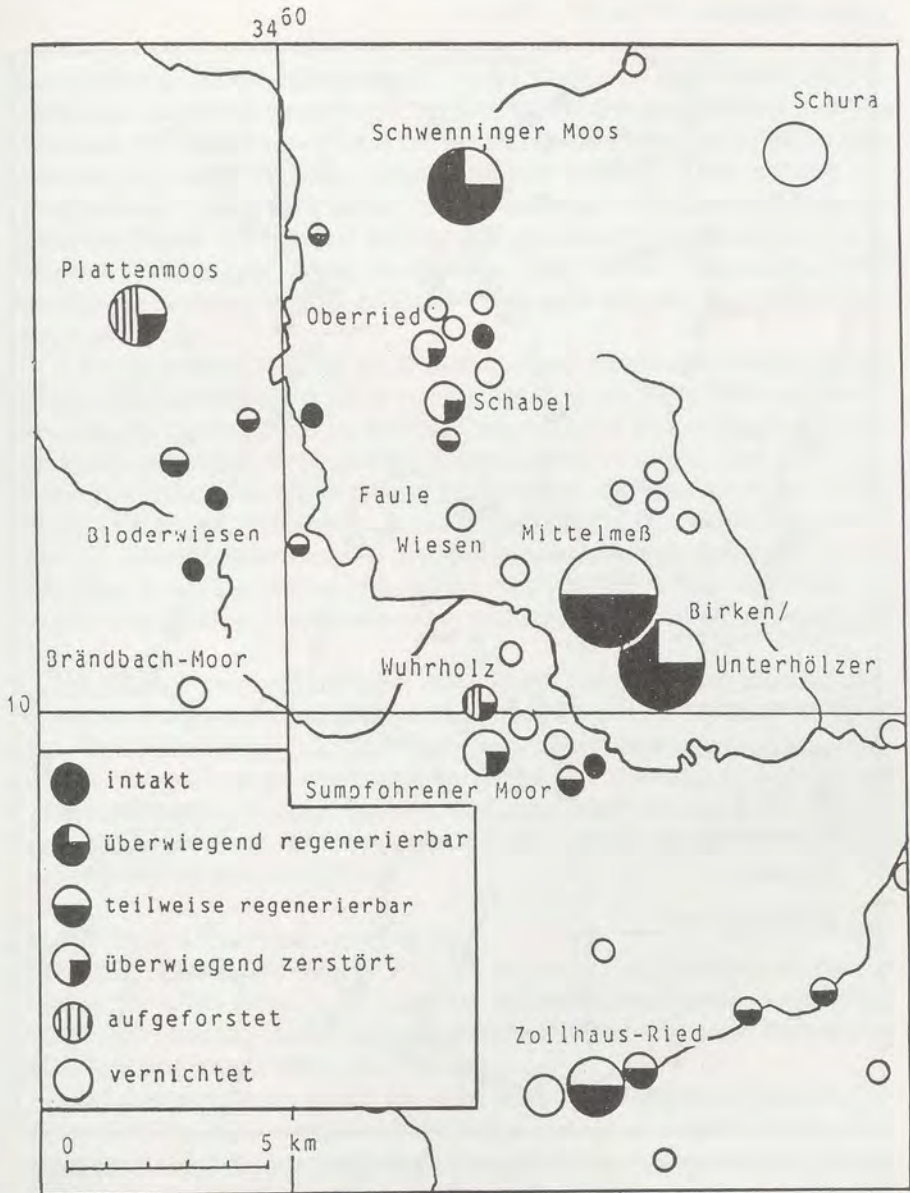


Abb. 11 Zustand der Moore auf der Baar um 1995 (aus Reichelt 1995)

Abb. 10 (gegenüber): Ackeranteil 1951 und 1990 in der Riedbaar im Bereich des Überschwemmungsgebietes (aus Reichelt 1995)

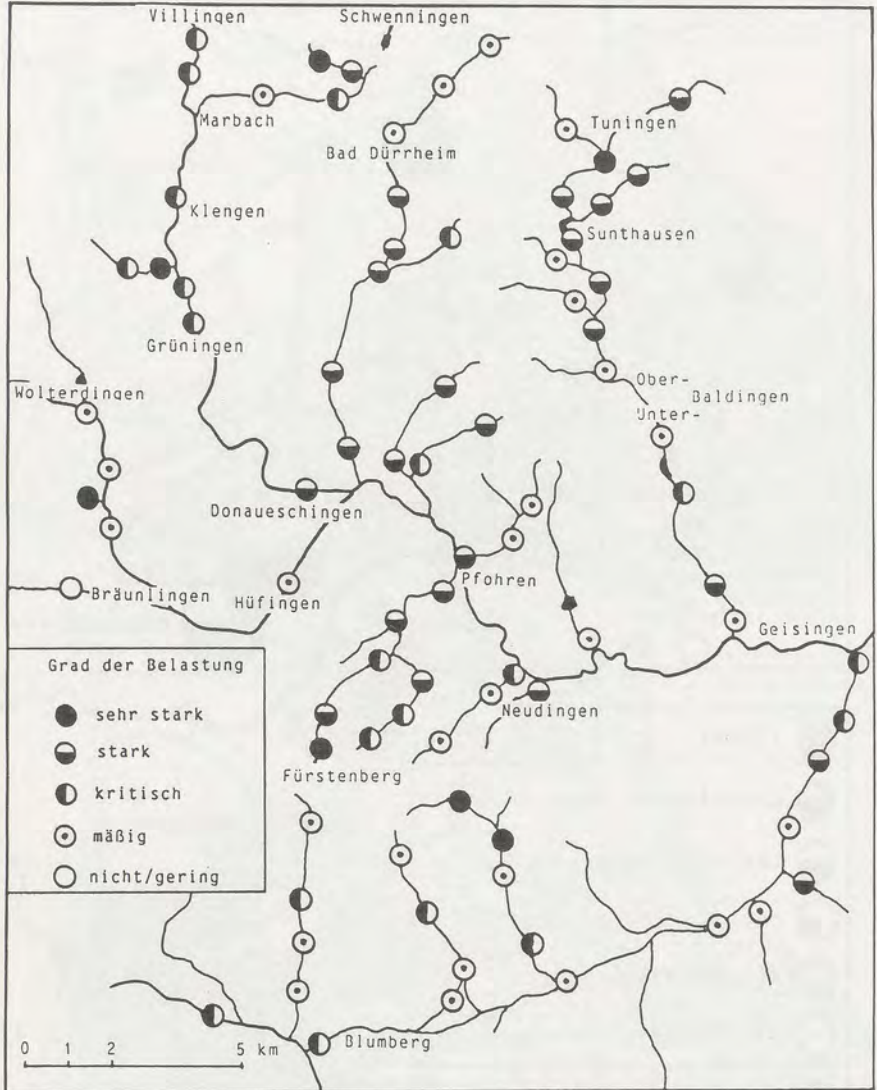


Abb. 12: Gewässerqualität der Flüsse und Bäche der Baar (Daten: n. Semmler-Elpers 1990)

Düngung: Zwar geht der Einsatz von Mineraldünger offenbar zurück. Aber das Gülleproblem bleibt. Die ausgebrachte Güllemenge bestimmt einerseits das Ausmaß der Uniformierung und damit die ökologische Verarmung der verblie-

benen Wiesen. Bei der Kartierung der realen Vegetation von 1989/90 wurden zahlreiche überdüngte Grundstücke festgestellt. Die Düngung belastet andererseits auch die Vorfluter, wie nicht nur die Massenentwicklung des Fluthahnenfußes in der Donau zeigt. Die biologische und chemische Untersuchung der Fließgewässer durch Biologen des damaligen Wasserwirtschaftsamtes (Semmler-Elpers 1990) belegt anhand der gemessenen Konzentrationen von Nitraten, Nitriten und sogar Ammonium, dass diffuse landwirtschaftliche Quellen die Gewässer weithin kritisch bis sehr stark belasten bzw. sogar überlasten (Abb. 12).

Auf eine weitere Tatsache sei in diesem Zusammenhang unbedingt hingewiesen: Schwemmmist und Gülle verursachen eine sehr hohe Ammoniakemission. An der Emission von ca. 69.000 Tonnen/Jahr in Baden-Württemberg ist die Landwirtschaft zu 80 % beteiligt. Daraus entstehen weitere, stark wirksame Klimagase. Allein die Niederschläge enthalten bei uns etwa 17-20 kg. Stickstoff/Jahr x ha. Der Kronenbereich von Wäldern fängt die 2-4fache Menge auf. Aus der Ammoniakemission der Landwirtschaft errechnen sich schon 10-12 kg/N/Jahr x ha. Da Gebiete mit starken Waldschäden Werte von 20-80 kg N/Jahr x ha aufweisen, erscheint der Anteil der Landwirtschaft daran gravierend.

Mit dieser Darstellung soll keine Anklage der Landwirte verbunden werden. Es sei auch ausdrücklich gewürdigt, dass inzwischen rund 50 Landwirte über das MEKA-Programm der Landesregierung (Marktentlastungs-, Kulturlandschafts-Ausgleichsprogramm) hinaus freiwillige Sonderverträge im Rahmen des „Riedbaar-Projekts“ eingegangen sind und gegen eine Nutzungsentschädigung etwa 220 ha im Sinne der Erhaltung des ökologischen Potentials unter Düngeverzicht extensiv bewirtschaften.

3. Analyse des Hochwassergeschehens

Die Flüsse Brigach und Breg verursachen schon vor ihrer Vereinigung mit der Donau, vor allem aber in der Riedbaar beiderseits der Donau, regelmäßige Überschwemmungen (Abb. 14). Diese nehmen seit etwa anderthalb Jahrzehnten nach Zahl und Höhe auffällig zu (Abb. 13).

Hochwasserereignisse haben ein recht komplexes Ursachengefüge, in welchem die Höhe und Intensität der Niederschläge nur wichtige Einflussgrößen unter mehreren sind. So erfolgte etwa das „Jahrhunderthochwasser“ der Donau 1990 bei Niederschlägen, wie sie statistisch alle 15 Jahre fallen. Grundsätzlich kommen als Ursachen sowohl naturbedingte Veränderungen der Einflussgrößen als auch anthropogene Eingriffe infrage.

Dass anthropogene Faktoren beteiligt sind, erweisen die Hochwasserbilanzen der Donau bei Kirchen-Hausen. Vor der 1958 begonnenen Eindeichung der

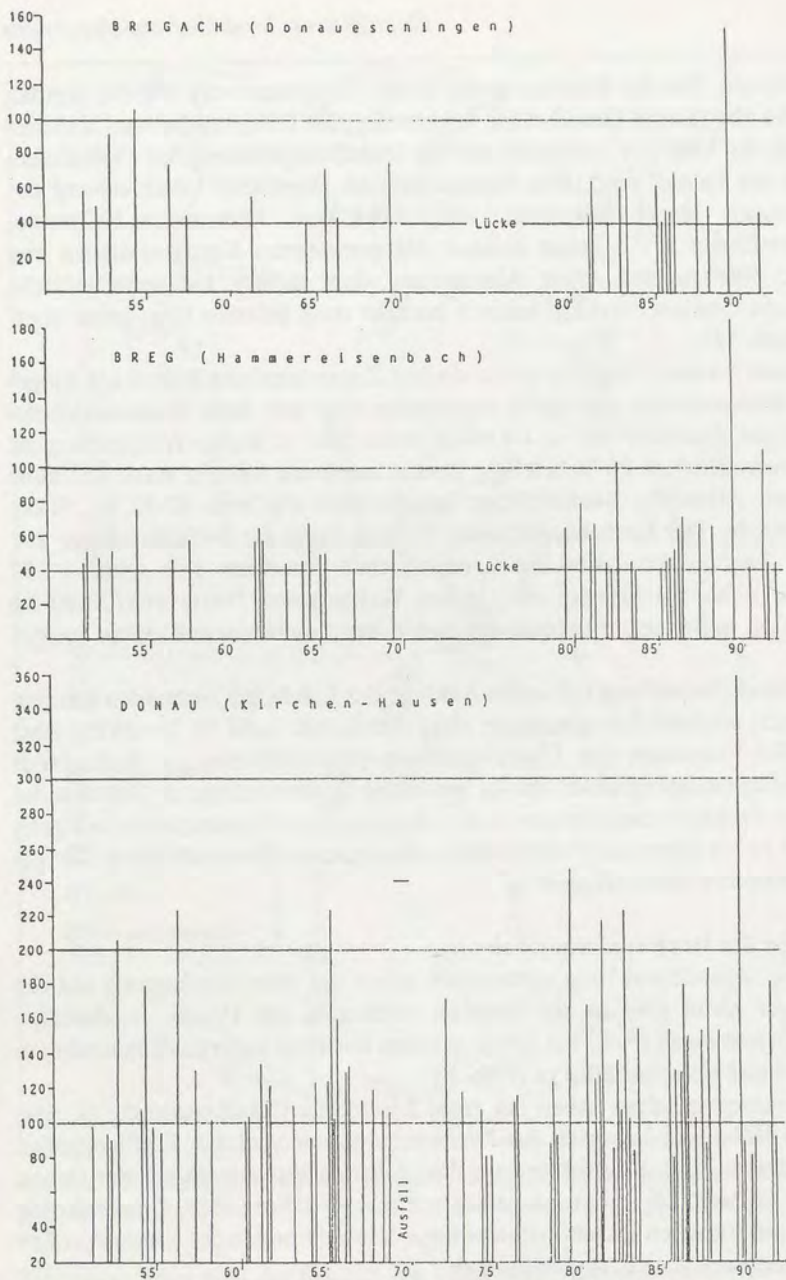


Abb. 13: Anzahl und Höhe der Hochwassermengen bei Brigach und Breg über $40 \text{ m}^3/\text{s}$, bei der Donau von $80 \text{ m}^3/\text{s}$ von 1950-1992 (aus Reichelt 1995)

Breg lagen die Hochwasserspitzen der Donau meist unter der Hochwassersumme von Brigach und Breg und nur gelegentlich bis zu $30 \text{ m}^3/\text{s}$ darüber. Zwischen 1962 und 1992 wurden hingegen diese Summen durchschnittlich um $60 \text{ m}^3/\text{s}$ (bis $80 \text{ m}^3/\text{s}$) überschritten. Dies offenbar deshalb, weil die eingedeichte, kanalisierte Breg seitdem größere Hochwassermengen schneller der Donau zuführt. Dazu kommt die Einengung der Retentionsräume durch Gebäudekomplexe und Aufschüttungen (Abb. 14).



Abb. 14: Die eingedeichte Donau im Überschwemmungsgebiet der Riedbaar bei Donaueschingen, 27.01.1995. Der Retentionsraum wird eingeengt durch Gewerbebetriebe (links) und Kläranlage (rechts)

Außerdem haben sich die winterlichen Hochwasserereignisse in den letzten Jahrzehnten zeitlich (mit Maximum im Dezember) verlagert, was den Einfluss überregionaler natürlicher Faktoren zu belegen scheint. Tatsächlich haben die winterlichen Niederschlagssummen bei einigen Stationen gegenüber dem langjährigen Mittel (1870-1930) um rund 11 % zugenommen - zu wenig, um darin die entscheidende Einflussgröße zu sehen. Wichtiger ist wohl eine Zunahme milderer Winter durch die Zunahme der Häufigkeit und Dauer westzyklonaler Großwetterlagen (Abb. 15a/b), verbunden mit einer (statistisch noch nicht gesicherten) Erhöhung der durchschnittlichen Temperaturen für Dezember und

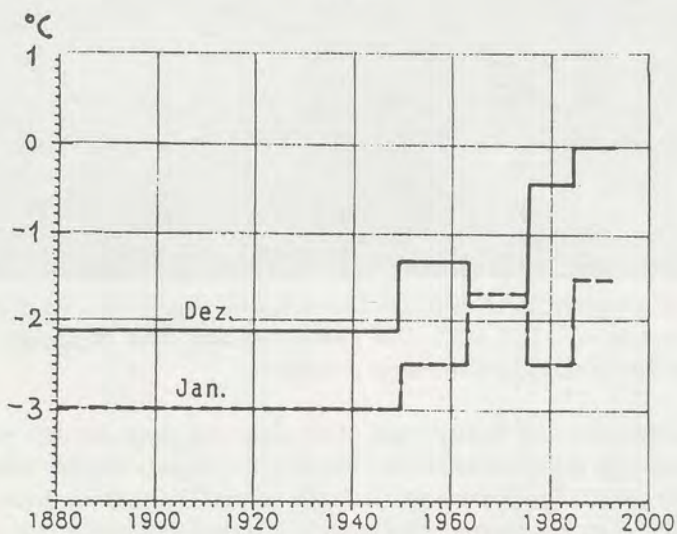
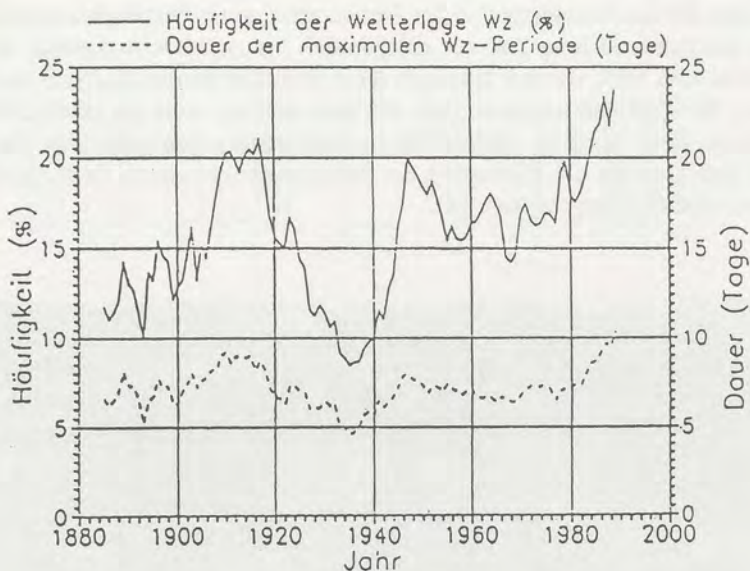


Abb. 15a/b: a: Mittlere Häufigkeit und Dauer der Großwetterlage „Westlage zyklonal“ für Dezember, Januar und Februar 1881-1994, b: Monatsmittel der Lufttemperaturen als Mittel mehrerer Jahre für Dezember und Januar, Station Donaueschingen (a: Caspari & Bardossy 1995; b: Daten Wetterstation DS)

Januar. Der Niederschlag fällt häufiger als Regen denn als Schnee. Die möglichen Ursachen für diese Veränderung werden derzeit kontrovers diskutiert, scheinen aber zumindest teilweise anthropogen zu sein und sind dann letztlich mit dem steigenden Energieverbrauch gekoppelt.

Dennoch bleibt merkwürdig, dass zwar Brigach und Breg übereinstimmend eine Zunahme der Winterhochwässer verzeichnen, diese indessen bei der Breg neuerdings unverhältnismäßig hohe Abflussscheitelwerte bei etwa gleichgebliebenem Niedrigwasser erreichen. Mithin sind die Abflussschwankungen bei der Breg größer geworden. Das widerspricht der Erwartung und gehört näher analysiert.

Die **Abflussschwankungen** können durch die Pegelmessungen z.B. als Quotient aus Mittlerem Hochwasser (MHW) und Mittlerem Niedrigwasser (MNW) erfasst werden; er gibt an, um wieviel größer der Mittlere Hochwasserabfluss gegenüber dem Mittleren Niedrigwasserabfluss ist. Das Diagramm mit den zehnjährigen Mittelwerten des Schwankungsquotienten (Abb. 16) ist sehr aufschlussreich.

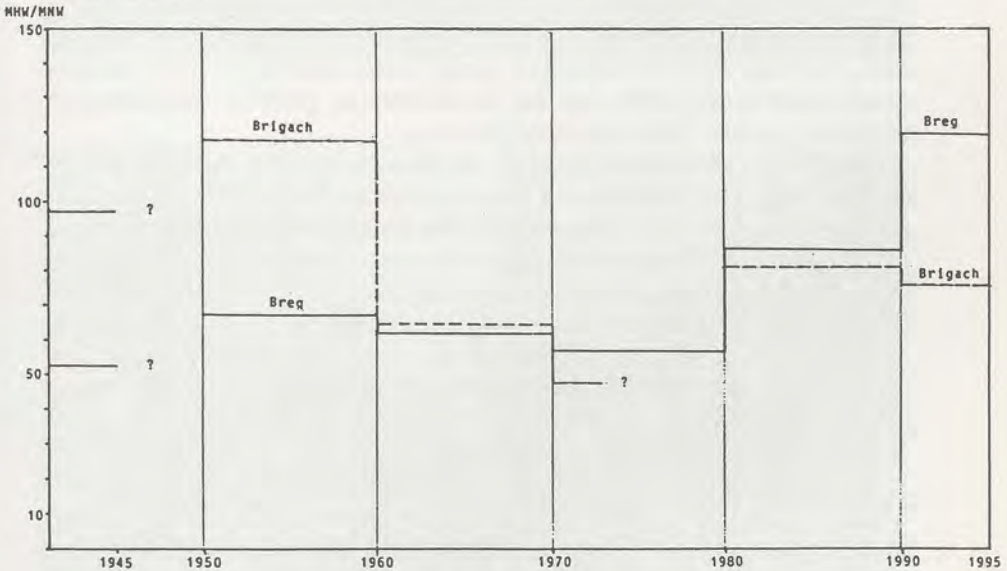


Abb. 16: Abflussmengen-Schwankungen bei Brigach und Breg als Quotient zwischen Mittlerem Hochwasser und Mittlerem Niedrigwasser seit Beginn der Messungen (Daten: Landesanst. f. Umweltsch. B-W)

Einmal zeigt sich erwartungsgemäß, dass die Breg bis 1980 im Vergleich zur Brigach eine wesentlich ausgeglichene Wasserführung hatte. Wohl sind die

physiographischen Faktoren des Reliefs und der geologischen Unterlage bei beiden Flüssen sehr ähnlich; indessen unterscheiden sich die Einzugsgebiete wesentlich durch die unterschiedliche Nutzung (s. Tab. 3).

Tab. 3: Nutzungsanteile in % in den Einzugsgebieten von Brigach und Breg, Stand 1980 (Daten: Statist. Landesamt B-W)

Nutzung	Brigach	Breg
Wald	46 %	69 %
Grünland	24 %	20 %
Ackerland	20 %	7 %
Siedlungsfläche	10 %	4 %

Insbesondere der hohe Waldanteil im Einzugsgebiet der Breg lässt eine große Tiefensickerung erwarten, die dem Niedrigwasser zugute kommt; außerdem ist der Oberflächenabfluss bei sommerlichen Starkregen zu vernachlässigen und erfolgt bei der winterlichen Schneeschmelze in der Regel erheblich verlangsamt. Demgegenüber wirken - wie bereits dargelegt - die Landwirtschaftsflächen, vor allem aber die Siedlungen sowohl abflussfördernd als auch versickerungshemmend. Das sollte sich bei der Brigach in größeren Schwankungen bemerkbar machen. Dazu eine Modellrechnung:

Beträgt der Gebietsniederschlag für die Brigach etw 1025 mm/Jahr und bei der Breg rund 1200 mm/Jahr und werden die bereits früher (Tab. 1) mitgeteilten Versickerungs- und Abflussmengen für die verschiedenen Nutzungsarten auf die jeweiligen Flächenanteile umgerechnet, so ergibt sich der durchschnittliche Oberflächenabfluss im Einzugsgebiet der Breg ($157,3 \text{ km}^2$) zu rund 40 l/s, bei der Brigach ($187,4 \text{ km}^2$) hingegen immerhin zu 300 l/s. Die Tiefensickerung würde bei der Breg $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ und bei der Brigach - trotz des größeren Einzugsgebietes - nur $1,84 \text{ m}^3/\text{s}$ betragen. Insoweit entsprechen die Ergebnisse der Pegelmessungen bis 1980 grundsätzlich durchaus der Erwartung.

Das wird ab 1980 erheblich anders. Wie schon früher ausgeführt (Reichelt 1995, S. 36f), nähert sich das Abflussverhalten der Breg demjenigen der Brigach in zweifacher Hinsicht. Einmal nehmen bei beiden die winterlichen Hochwässer gegenüber den sommerlichen um den Faktor 2 bzw. 1,7 zu; außerdem sind nun die winterlichen Hochwässer der Breg durchweg größer als bei der Brigach. Damit erhöht sich der Quotient MHQ/MNQ bei der Breg gegenüber dem langjährigen Mittel (1927-1980) von 65 auf (zwischen 1980 und 1992) 110, während er bei der Brigach nur von 90 auf 120 zunimmt. Bei Betrachtung der Zehnjahresmittel (Abb. 16) fällt die Veränderung noch drastischer aus.



Abb. 17, 18, oben: Waldzustand am Brend 1986, unten: gleicher Standort 1990

Also wären qualitative Unterschiede maßgebender Einflussfaktoren zu diskutieren, vor allem beim Wald. Er nimmt mit 69 % den größten Teil des Einzugsgebietes der Breg ein, bei der Brigach nur 49 %. In beiden Gebieten herrschen Fichtenforsten mit etwas Tanne und Kiefer. Der Einfluss des Waldes auf den Abfluss wurde bereits dargelegt. Er würde die verstärkten Breghochwässer gerade nicht erklären bzw. nur dann, wenn er seit 1980 ein anderes Abflussverhalten als vorher zeigte. Dabei wäre an die sogenannten 'neuartigen Waldschäden' zu denken, deren Ursachen - wie erwähnt - mindestens größtenteils auf die Schadstoffbelastung der Luft und des Bodens zurückgehen. Die Schäden könnten sich sowohl auf die Interzeption der Niederschläge als auch auf deren Eindringen in den Boden auswirken. Das Phänomen sei an zwei Aufnahmen aus 1986 und 1990 vom Wald am Brend illustriert (Abb. 17, 18). Sicher hat der inzwischen stark aufgelichtete Wald eine verringerte Interzeption, die zudem durch den amtlich auf 30-40 % geschätzten Nadelverlust noch weiter verringert sein müsste (Abb. 19). Das sollte sich in den Abflusssummen der Vorfluter niederschlagen.

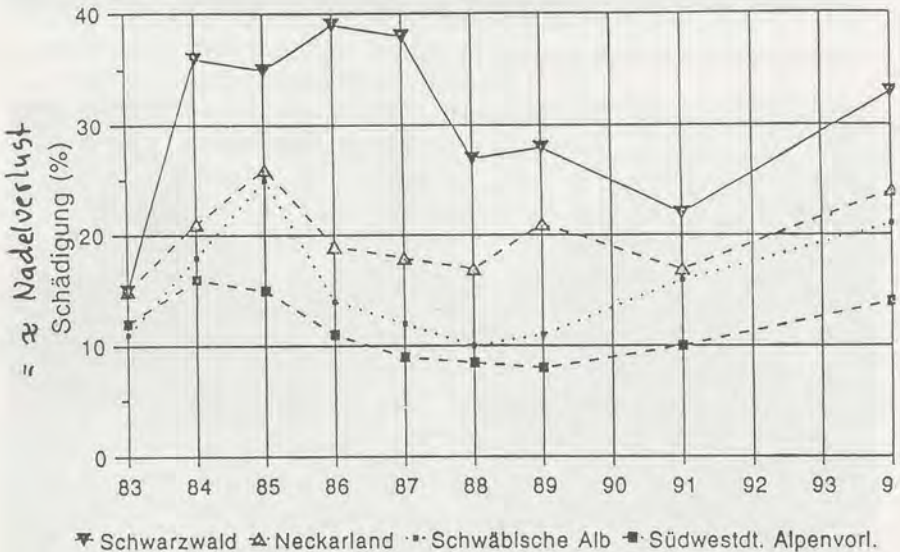


Abb. 19: Waldschadensentwicklung 1983-1994 in Wuchsgebieten Baden-Württembergs (Schadstufen 2-4) (Waldschadensbericht B-W 1994)

Tatsächlich konnte Caspary (1990) im nördlichen Mittelschwarzwald unter ähnlichen Bedingungen steigende sommerliche Abflüsse bei gleichbleibenden Niederschlägen nachweisen. Analog dazu wurde darum für die Einzugsgebiete von Breg und Brigach das Verhalten der Niederschläge und der sommerlichen Abflussmengen zwischen 1976 und 1995 geprüft (Abb. 20a/b). Es zeigte sich, dass die Abflüsse bei laut Regressionsgeraden gleichbleibenden Niederschlägen zwischen 1977 und 1988 erwartungsgemäß zunahmen, die Fähigkeit des Gebietes, Wasser zurückzuhalten („Gebietsrückhalt“) also nachließ, besonders stark bei der Breg. Der ebenfalls erwartete Unterschied zur Brigach wäre aus den unterschiedlichen Waldanteilen erklärbar.

Bemerkenswert ist aber das spätere Abflussverhalten, das von 1988-1991 eine umgekehrte Entwicklung suggeriert, indessen ab 1992 erneut ein Ansteigen der Abflusssummen erkennen lässt. Wahrscheinlich wirken dabei mehrere Teilursachen zusammen. So hat die Schädigung der Nadelbäume im Schwarzwald zwischen 1987 und 1991 vorübergehend um rund 10 % abgenommen (vgl. Abb. 19). Außerdem ist möglich, dass die seit 1985 zunehmend durchgeführte Düngung eine Verbesserung der Humusformen mit günstigerer Boden-Infiltration und einer verbesserten Wasserkapazität bewirkt hat. Schließlich zeitigten Düngung, stärkere Durchforstung und Auflichtung des Waldes eine inzwischen merklich dichtere Kraut- und Strauchschicht (Reichelt 1995), welche der ursprünglichen Interzeption eines Waldes mit geschlossener Kronenschicht und voller Benadelung nahe kommen könnte.

Ein Zeichen für die Gesundung des Waldes wäre das indessen keineswegs. Denn seit 1991 bis 1994 haben die Schäden wieder deutlich zugenommen (Abb. 19). Ob auch das parallel verlaufende Ansteigen der sommerlichen Abflusssummen darauf zurückzuführen ist, kann wegen der 1994 sehr hohen Niederschläge in Furtwangen nicht sicher beantwortet werden, bleibt aber im Hinblick auf das Verhalten der Niederschläge und der Abflussmengen bei der Brigach sehr wahrscheinlich.

Vorsorglich sei angefügt, dass insgesamt nicht auf eine Stabilisierung des Hochwassergeschehens überhaupt geschlossen werden darf (Caspary & Bardossy 1995). Vor allem nicht auf dem Hintergrund der mindestens teilweise anthropogenen Destabilisierung des Klimageschehens.

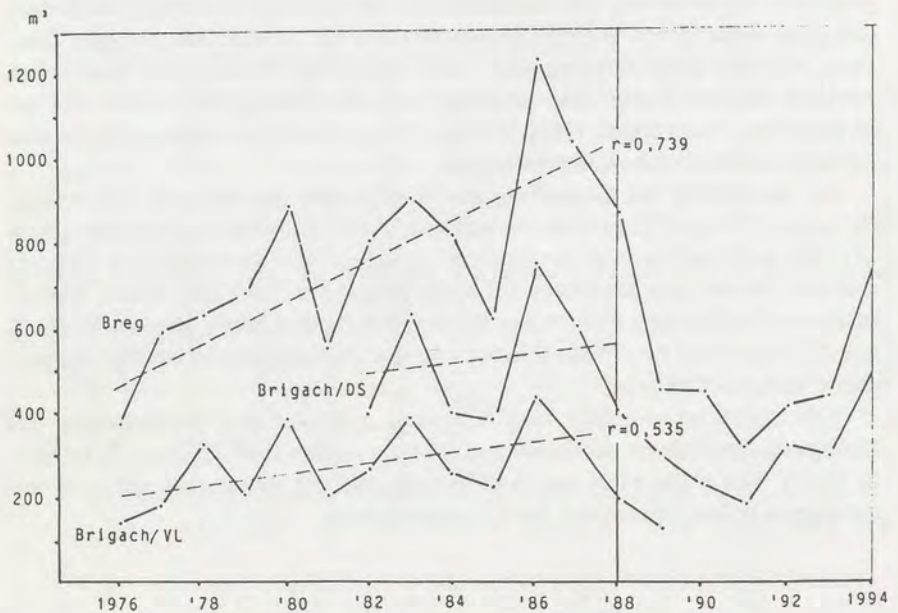
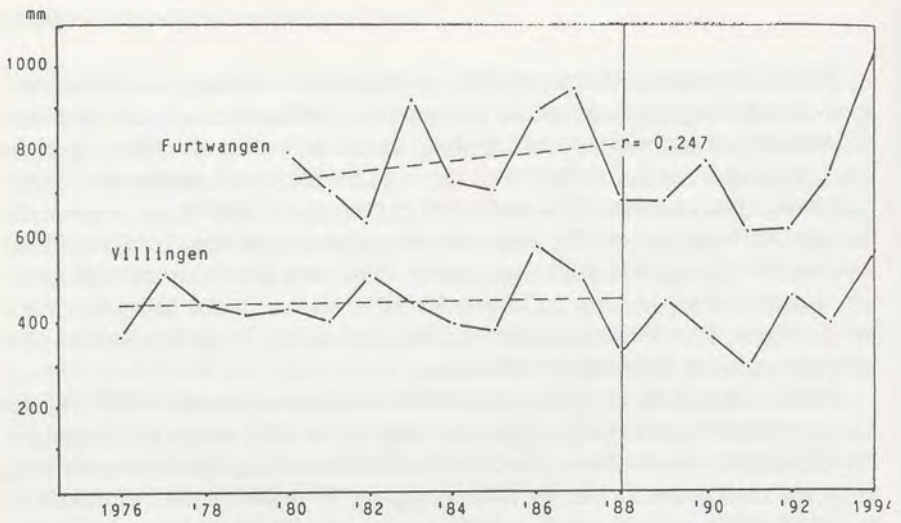


Abb. 20a/b: a: Niederschlagssummen April-September in mm von 1976-1994 für Furtwangen und Villingen, b: Abflusssummen April-September in m^3 bei Brigach und Breg. r = Maßkorrelationskoeffizient (Daten: Landesanst. f. Umweltsch. B-W, Dt. Wetterdienst)

Schluss

Mein Beitrag bringt keine grundsätzlich neuen Erkenntnisse. Alle Beispiele und alle Erklärungen sind prinzipiell bekannt. Trotzdem werden gewöhnlich Folgen eines Eingriffs leichter behauptet als sie nachzuweisen und in ihrer Größenordnung abzuschätzen sind. Gerade das zu versuchen, schien mir der Mühe wert. Und sei es auch nur, um erneut zur Einsicht zu führen, dass Planungen und Maßnahmen unerwünschte und jedenfalls nicht erwartete Nebenwirkungen beachtlicher Größenordnung haben können, die aus Gründen der Erhaltung einer ökologisch vielfältigen, zu Ausgleichsleistungen fähigen Kulturlandschaft besser vermieden werden, andernfalls geheilt werden müssten.

Literatur

- Bayerisches Statistisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Donauegebiet; div. Abflussjahre bis 1985, München
- Caspary, H.J. (1990): Auswirkungen neuartiger Waldschäden und der Bodenversauerung auf das Abflussverhalten von Waldgebieten; Mitteilungen des Instituts für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, 37, Karlsruhe
- Caspary, H.J., Bardossy, A. (1995): Markieren die Winterhochwasser 1990 und 1993 das Ende der Stationarität in der Hochwasserhydrologie infolge von Klimaänderungen?; *Wasser und Boden*, 47, 3, S. 18-24
- Koha, O. (1976): Untersuchungen zur Niederschlagsverteilung auf der Baar nach hydrologischen Halbjahren; *Schriften der Baar* 31, S. 125-128
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg, Teil 5, Pegelauswertungen Donauegebiet (ab 1986), Karlsruhe
- Leser, H. (1976): *Landschaftsökologie*, UTB 521, Stuttgart, 432 Seiten
- Mader, H.J. (1979): Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen; *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, 19, Bonn-Bad Godesberg, 130 Seiten
- Mader, H.J. (1981): Der Konflikt Straße-Tierwelt aus ökologischer Sicht; *Schriftenreihe für Naturschutz und Landschaftspflege*, 22, Bonn-Bad Godesberg, 104 Seiten

- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg (1977): Freiräume in Stadtlandschaften, Stuttgart, 154 Seiten, 15 Karten
- Reichelt, G. (1995): Die Baar 1945-1995 - Landschaft im Wandel; Kuhn-Verlag, Villingen-Schwenningen, 223 Seiten
- Schneider, R., Lemke, D., Preuss, S. (1974): Statistische Untersuchungen zur Niederschlagsverteilung auf der Baar; Schriften der Baar 30, S. 251-256
- Semmler-Elpers, R. (1990): Gütezustand der Gewässer im Schwarzwald-Baar-Kreis; Wasserwirtschaftsamt Rottweil, Donaueschingen, 86 Seiten
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Gemeindestatistik Band 280/3, Band 470/5, Stuttgart
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Statistische Taschenbücher 1987-1993, Stuttgart
- Vogt, J., Laufersweiler, M., Siegmund, A. (1997): Das Stadtklima von Donaueschingen - Ergebnisse klimatologischer Felduntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung von Luftaustauschprozessen; Schriften der Baar 40, S. 37-60, Donaueschingen