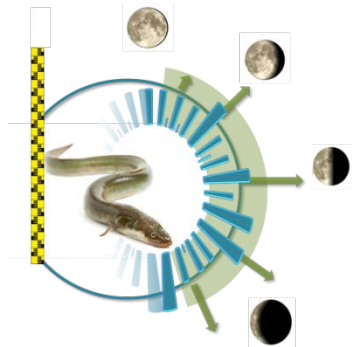




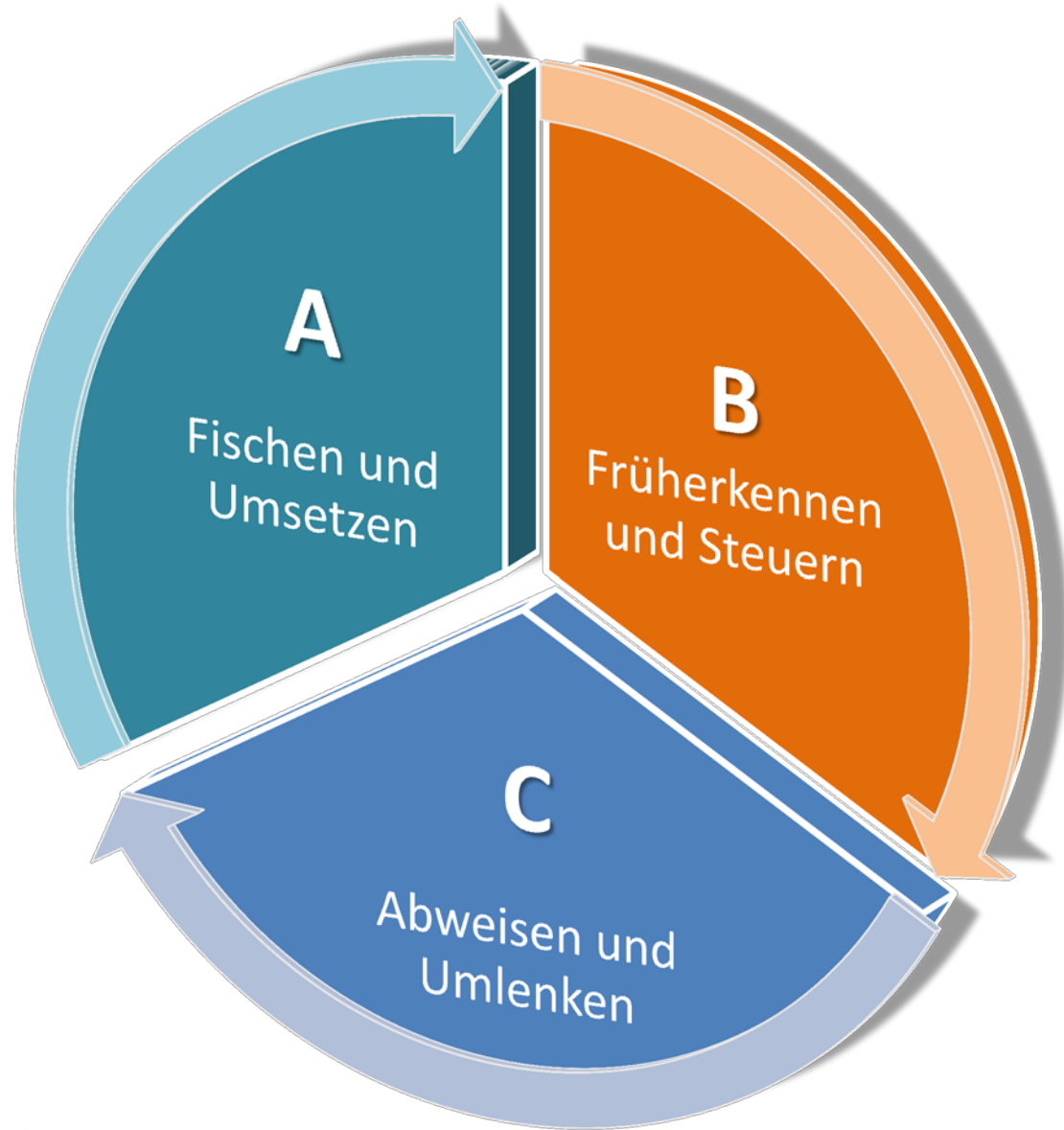
15. Mainzer Arbeitstage des
Landesamtes für Umwelt
Rheinland-Pfalz

Softwarebasierte Früherkennungssysteme zur Prognose der Abwanderungswahrscheinlichkeit von Blankaalen



Roman HUGO & Roman FRICKE

Büro für ökologische Studien und GIS-gestützte Datenauswertung



nach TEGGERS-JUNGE, S. & L. KROLL, 2010

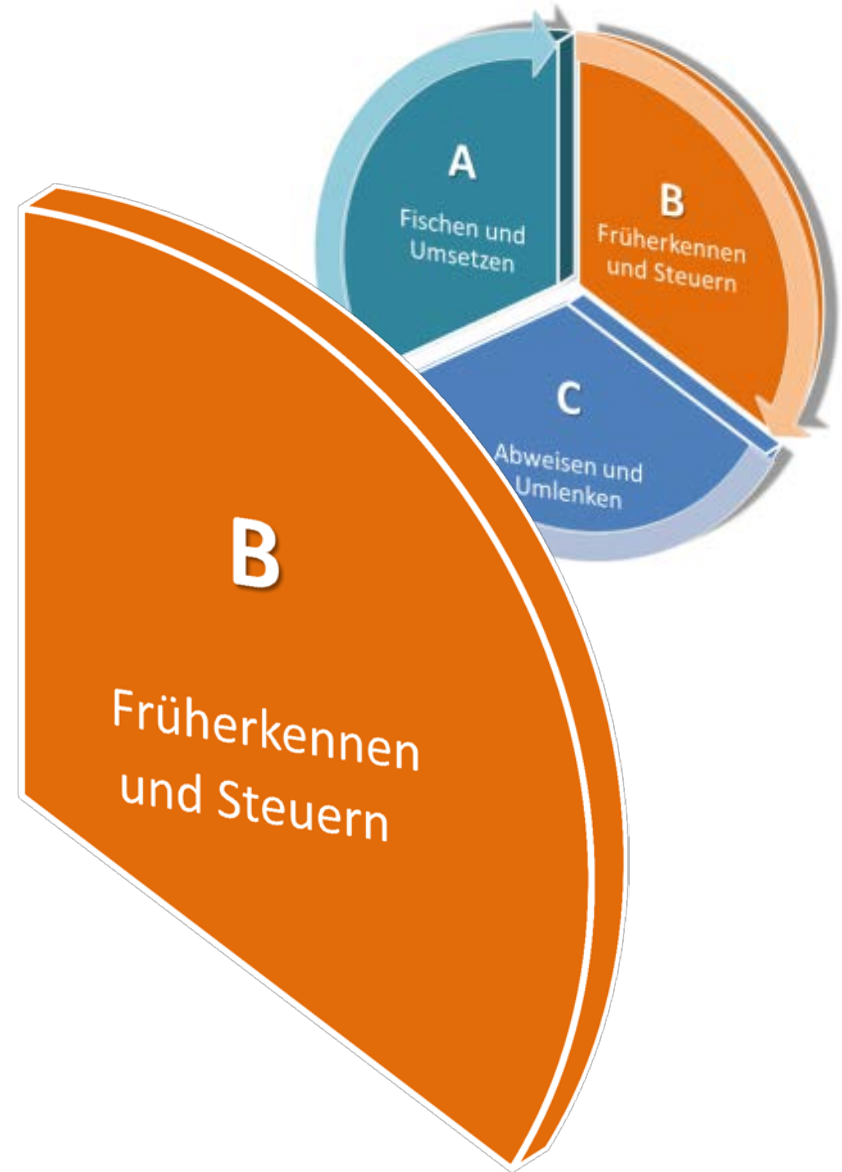
Projektaktivitäten der **Aalschutzinitiative** Rheinland-Pfalz & innogy SE



vom
Abwanderungsmodell
zu
Früherkennungssystemen

Modell zur
M.A.P.
Abwanderungsprognose der
Blankaale in der Mosel

Dr. David Wendling



Grundlagenbetrachtung: abwanderungssteuernde und - abwanderungsbeeinflussende

M.A.P.

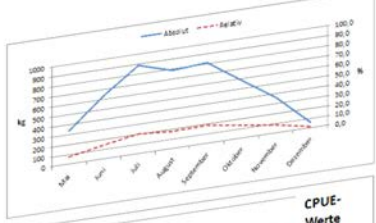
ASPEKTE

Datum	Pegel Trier			Pegel Cochem			Wassertemp. [°C]
	Pegelstand [cm]	Durchfluss [m³/s]	Durchfluss-Differenz	Pegelstand [cm]	Durchfluss [m³/s]	Durchfluss-Differenz	
01.01.1956	440	1020	1020	528	1190		4,3
02.01.1956	415	931	-89	494			
03.01.1956	403	886	-45	463			
04.01.1956	386	824	-62	433			
05.01.1956	326	615	-209	369			
06.01.1956	280	465	-150	327			
07.01.1956	259	400	-65	300			
08.01.1956	247	363	-37	282			
09.01.1956	228	399	36	261			
10.01.1956	217	279	-120	248			
11.01.1956	210	261	-18	243			
12.01.1956	243	351	90	296			
13.01.1956	256	391	40	316			
14.01.1956	253	381	-10	305			
15.01.1956	255	328	-53	282			
16.01.1956	235	322	-6	277			
17.01.1956	232	320	-2	275			
18.01.1956	232	336	16	280			
19.01.1956	238	309	-27	265			
20.01.1956	228	325	16	269			
21.01.1956	234	342	17	281			
22.01.1956	240	342	-36	281			
23.01.1956	227	306	-45	267			
24.01.1956	243	351	214	307			
24.01.1956	311	585	214	307			

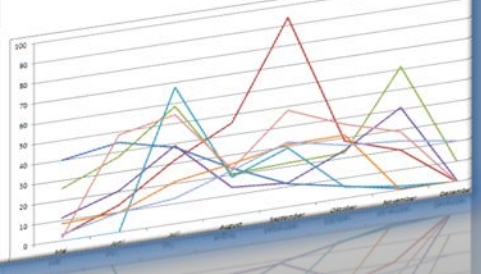
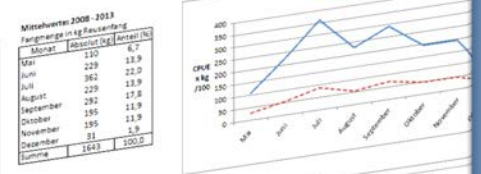
Datum	Pegel Cochem			Lehmen			Fankel			Trier			Fankel		
	Pegelstand [cm]	Abfluss [m³/s]	Wassertemp. [°C]	24 h Niederschlag [mm]	Sauerst. konz. [mg/l] O2	pH-Wert	Leitfähigk. [µS/cm]	Leitfähigk. [µS/cm]	Trübung [TEF]	Mondphase	Luftdruck hPa	Anzahl Aale (STK)	Gewicht (KG)	Fangtage (Hamen)	
15	1,3	226	93,7	80,5	7,57	7,8									
2,9	2,9	222	72,5	80,2	7,66	7,8									
3,9	4,9	222	86,7	80,0	7,65	7,8									
4,9	6,9	225	91,2	80,0	7,75	7,8									
5,9	8,9	225	91,2	80,0	7,93	7,8									
6,9	7,9	225	90,4	80,1	7,72	7,8									
7,9	8,9	226	137	80,4	7,57	7,8									
8,9	9,9	230	97,2	80,2	7,82	7,8									
9,9	10,9	227	124	80,2	7,59	7,8									
10,9	11,9	242	78,4	80,2	7,43	7,8									
11,9	12,9	241	79,0	80,2	7,24	7,8									
12,9	13,9	260	272	80,2	7,16	7,8									
13,9	14,9	259	235	80,8	7,64	7,8									
14,9	15,9	260	270	80,8	7,88	7,8									
15,9	16,9	260	251	80,0	7,50	7,8									
16,9	17,9	252	191	80,8	7,45	7,8									
17,9	18,9	236	173	80,6	7,22	7,7									
18,9	19,9	235	135	80,6	6,93	7,7									
19,9	20,9	229	132	80,6	6,70	7,6									
20,9	21,9	233	130	80,2	6,50	7,6									
21,9	22,9	236	171	80,2	6,50	7,6									
22,9	23,9	235	163	80,2	6,70	7,6									
23,9	24,9	235	200	80,2	6,83	7,6									
24,9	25,9	240	200	80,2	6,83	7,6									

Mittelwerte 2008 - 2013 Fangmenge in kg Raucenfänge												
Fischer	Reimer	Koblenz	Lehmen	Müden	St. Aldegund	Esch	Mühlen	Burfeld	Weller	Schmitt	Rosengarten	Blanz
30	92	15	23	77	32	25	11	102	75	28	24	24
36	110	59	79	109	149	52	39	133	86	66	66	66
34	123	136	139	56	93	59	68	83	88	44	44	44
50	62	195	55	79	32	50	51	113	113	33	33	33
14	41	105	89	13	1	14	1	14	33	33	33	33
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200	540	570	600	480	390	285	430	641	377			

Mittelwerte 2008 - 2013 Fangmenge in kg Raucenfänge		
Monat	Absolut [kg]	Relativ [%]
Mai	330	14,2
Juni	811	34,6
Juli	881	37,6
August	810	34,2
September	588	24,8
Oktober	356	14,9
November	81	3,4
Summe	4412	100,0



Mittelwerte 2008 - 2013 kg Raucenfänge CPUE / 100												
Fischer	Reimer	Koblenz	Lehmen	Müden	St. Aldegund	Esch	Mühlen	Burfeld	Weller	Schmitt	Rosengarten	Blanz
11	40	3	16	12	1	1	1	10	10	1	1	1
19	45	14	38	21	39	68	21	32	23	20	20	20
11	38	32	21	12	23	6	32	16	48	8	8	8
15	12	94	22	12	23	2	1	30	17	17	17	17
4	6	23	61	3	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
64	164	236	359	163	124	128	151	241	114			



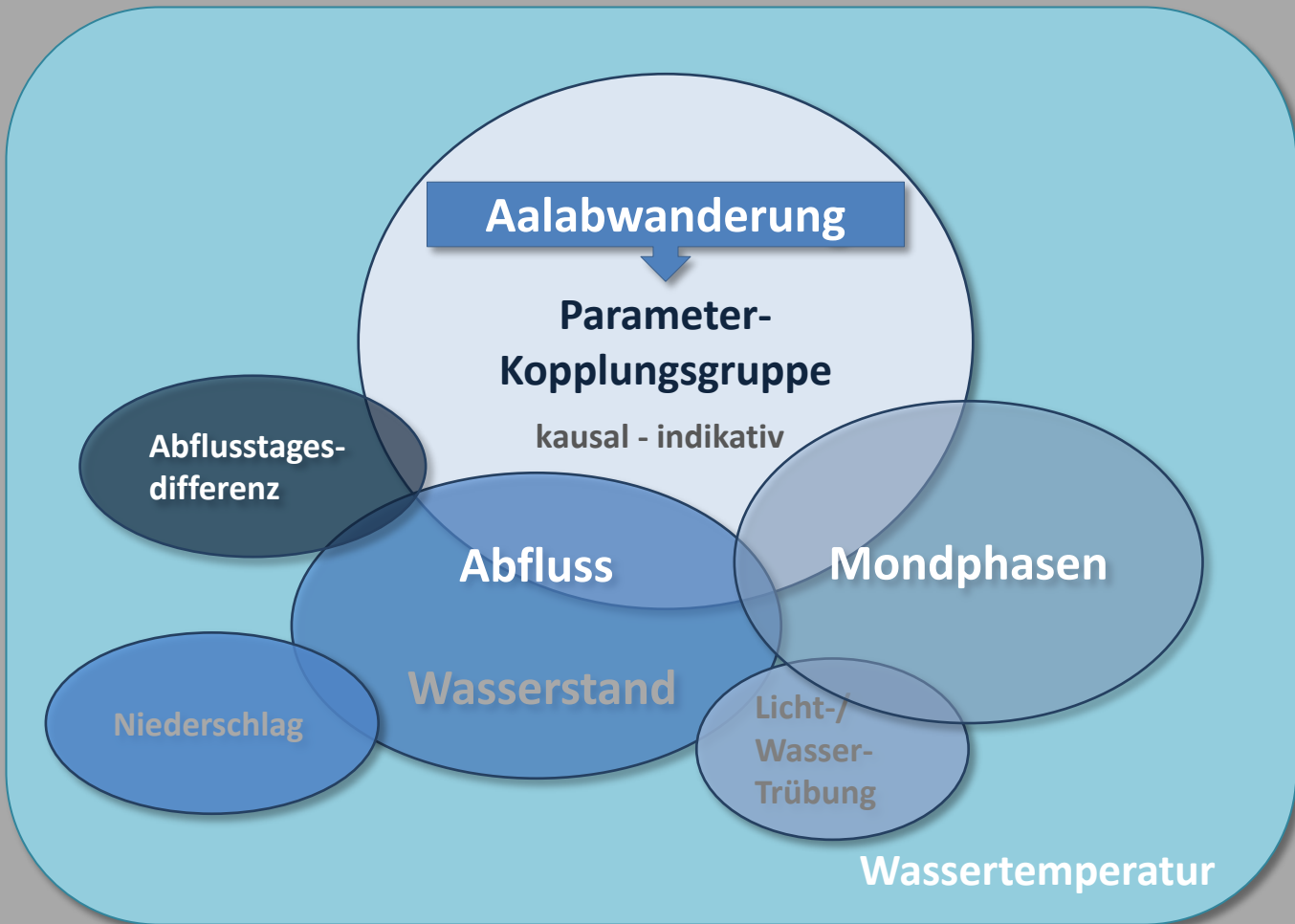
1952 - 1962
1963 - 1973
1993
Grunddaten

2008 - 2013
2011 - 2015

Grundlagenbetrachtung: abwanderungssteuernde und – abwanderungsbeeinflussende

M.A.P.

ASPEKTE

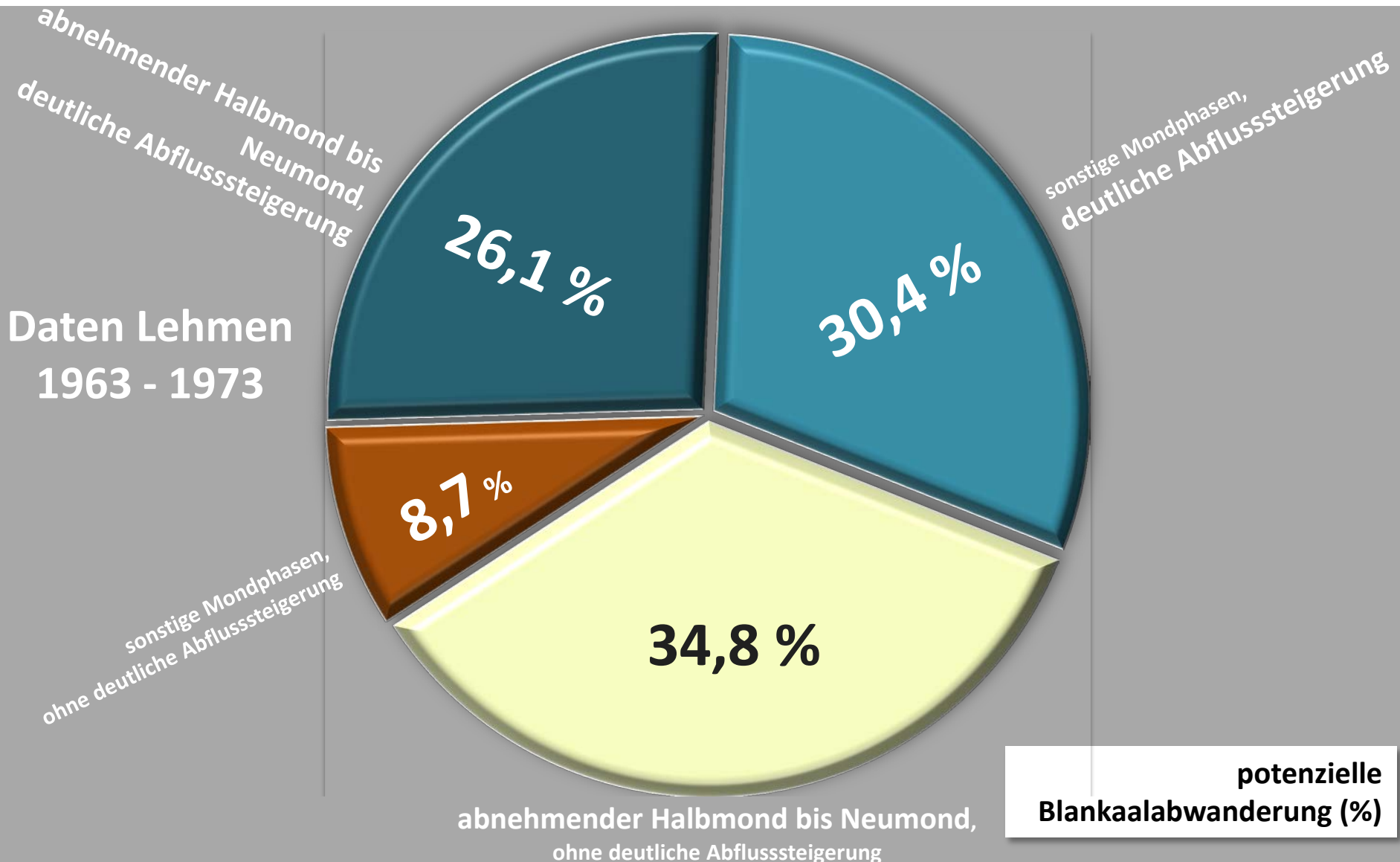


Grundlagenbetrachtung: abwanderungssteuernde und – abwanderungsbeeinflussende

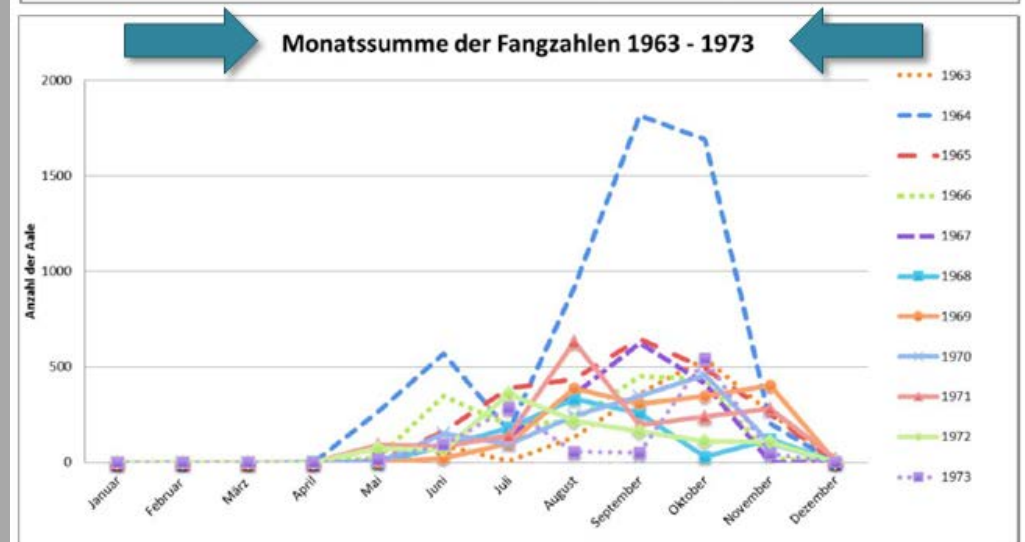
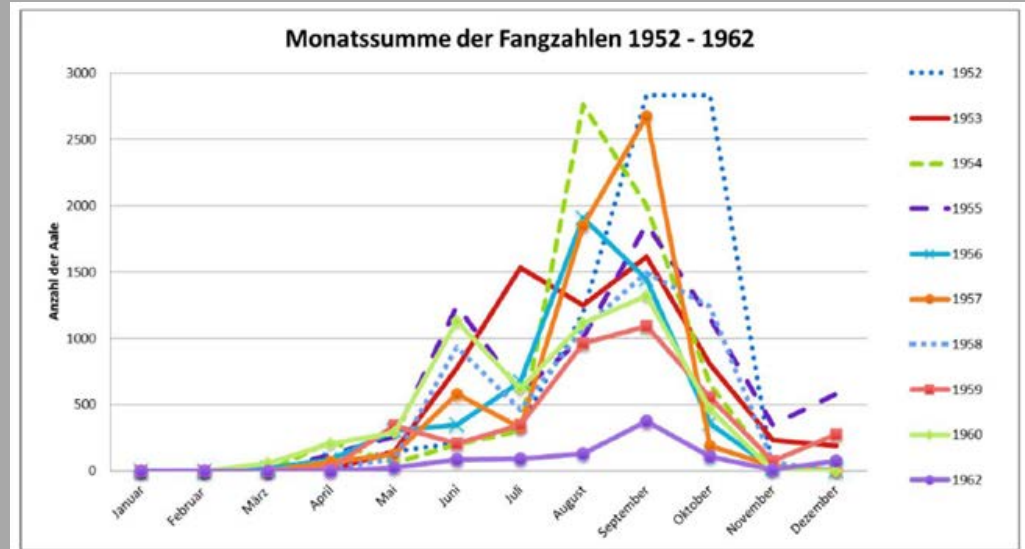


ASPEKTE

nach Wendling, D. (2017)



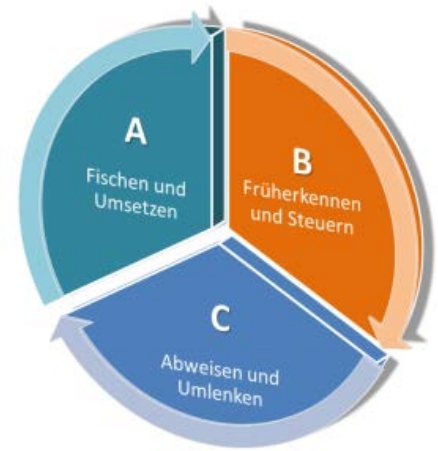
Aalfänge in Lehmen zwischen 1952 und 1973



Modell zur
Abwanderungsprognose
der Blankaale in der
Mosel

M.A.P.

Dr. David Wendling



Grunddaten
multivariate
Statistik



- Q** Abfluss
- ΔQ** Abflussdifferenz
- MP** Mondphasen
- WT** Wassertemperatur
- I** Index

Methoden



$$x^2 + px + q = 0$$

$$x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}$$

FUZZY

CBR

KNN

Prognose(n)

Abwanderungswahrscheinlichkeit



FUZZY

FUZZY-Logik

CBR

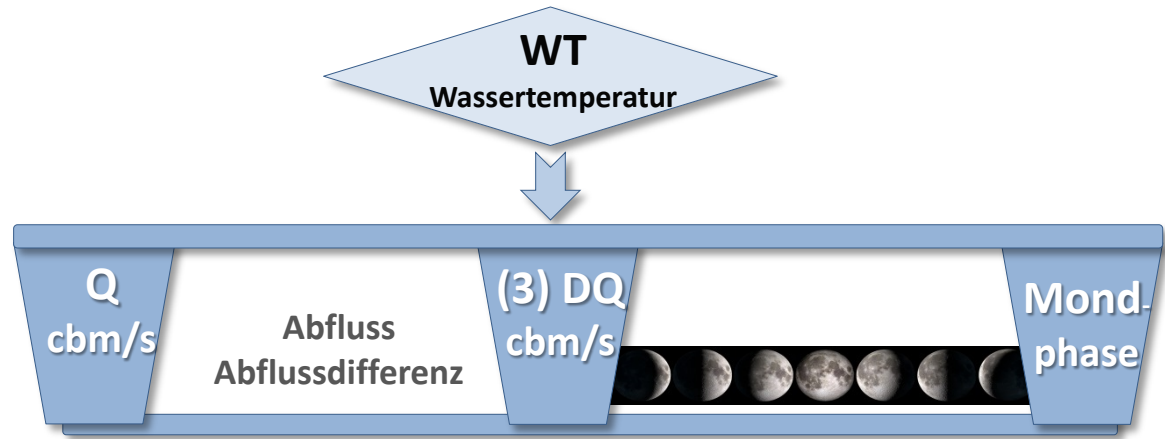
Case-Based-Reasoning

KNN

Künstliche Neuronale Netzwerke

M.A.P.

FUZZY



FUZZY-
Modell

Doppelspitzen
Regenerationsfaktor

AW Abwanderungs-
wahrscheinlichkeit

Prognose einer
Abwanderung

wahrscheinlich > 70%

möglich 50-70%

unwahrscheinlich <
50%

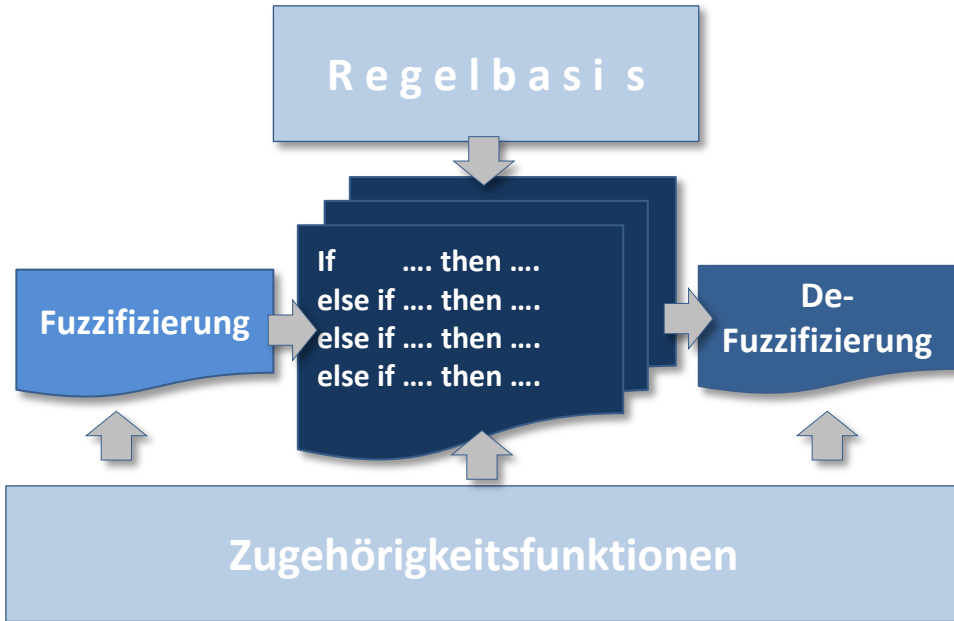
Regelbasis

Fuzzifizierung

If then ...
else if then ...
else if then ...
else if then ...

De-
Fuzzifizierung

Zugehörigkeitsfunktionen

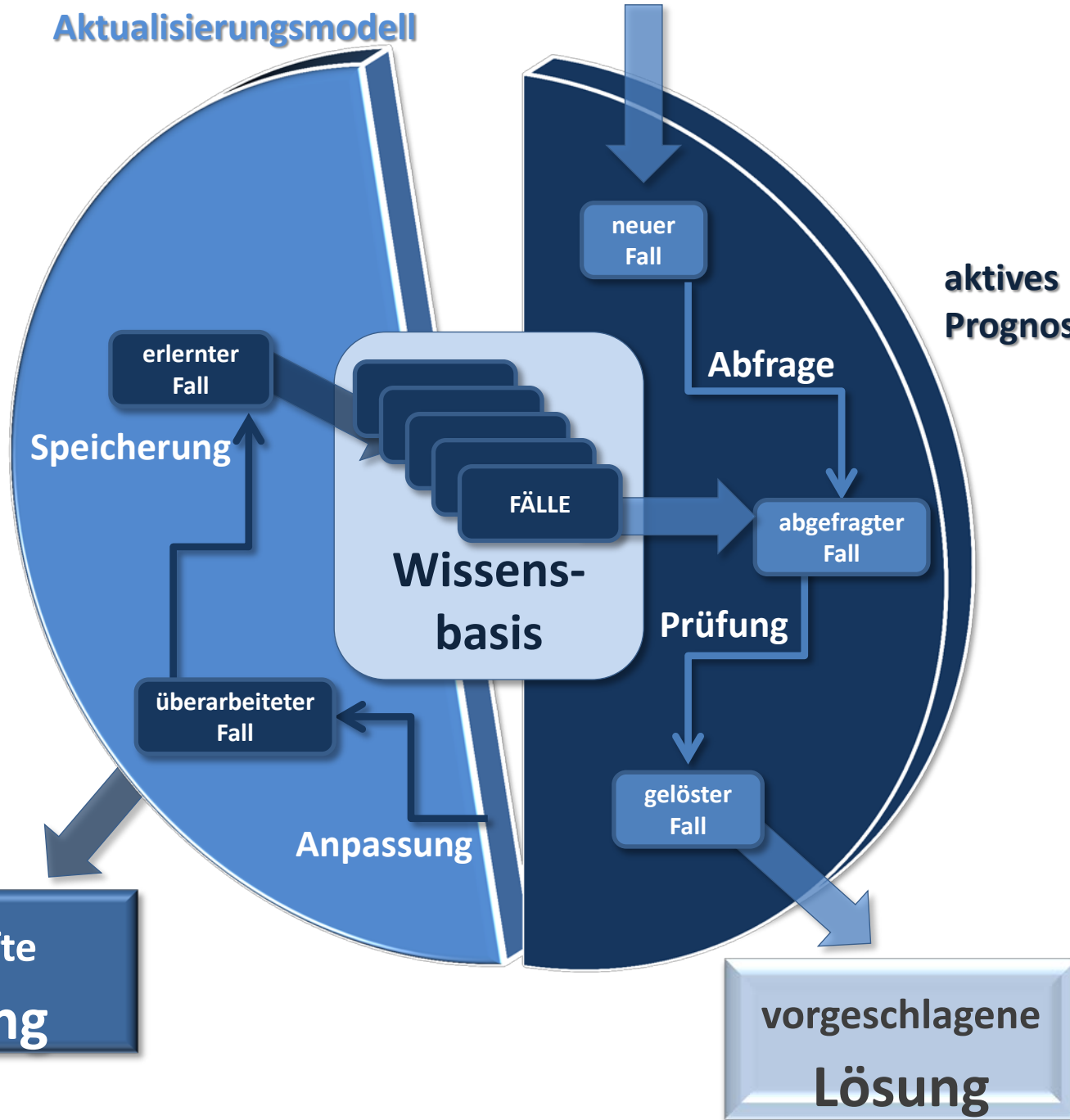


M.A.P.

CBR

aktives
Aktualisierungsmodell

aktives
Prognosemodell



M.A.P.

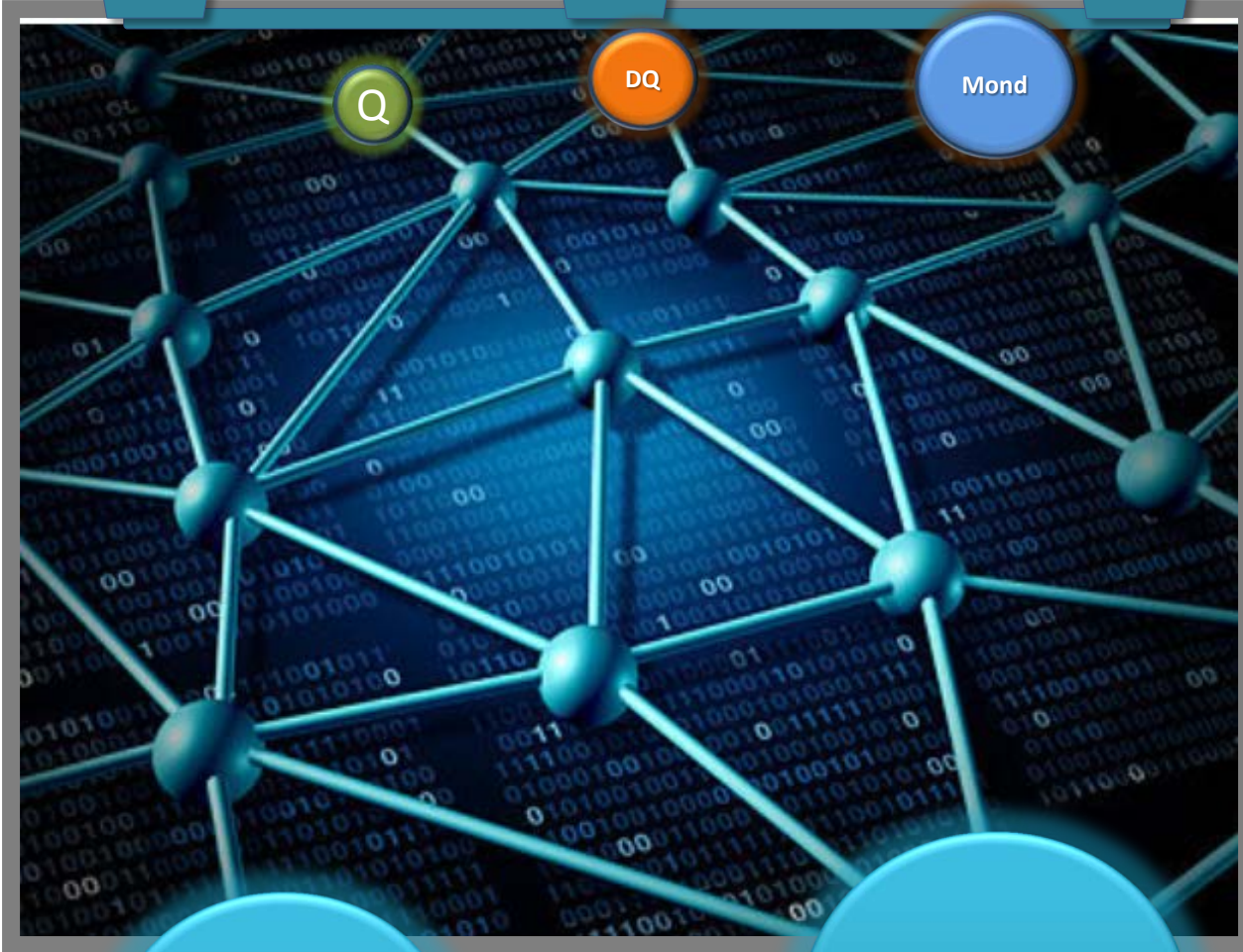
KNN

Künstliche Neuronale Netze

Q
cbm/s

(3) DQ
cbm/s

Mond-
phase



Aale pro
Reuse

Aale pro
Reuse

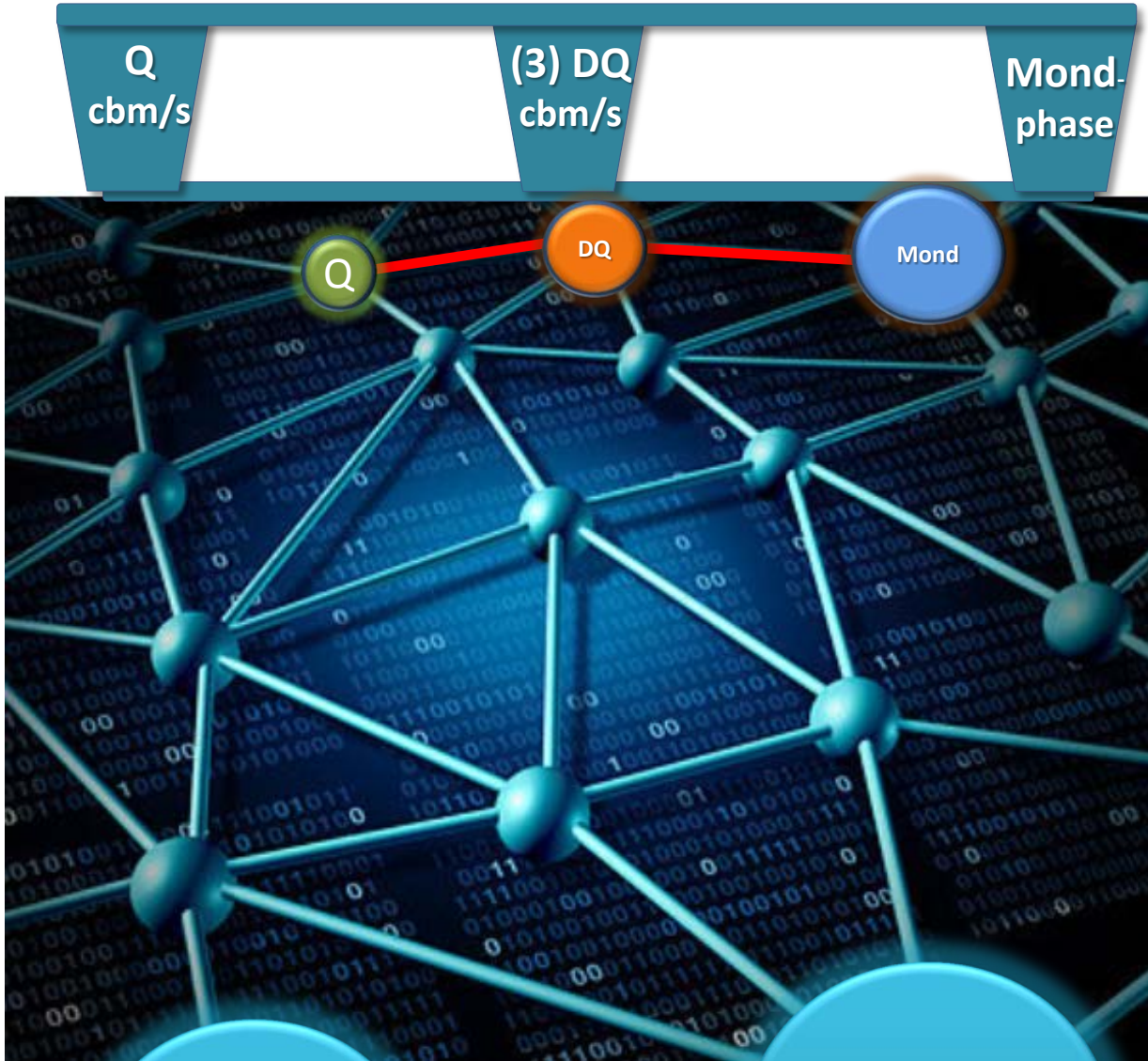
Parameter-Einfluss



M.A.P.

KNN

Künstliche Neuronale Netze



Aale pro Reuse

Aale pro Reuse

Parameter-Einfluss



M.A.P.

KNN

Künstliche Neuronale Netze

Q
cbm/s

(3) DQ
cbm/s

Mond-
phase



Aale pro
Reuse

Aale pro
Reuse

Parameter-Einfluss



M.A.P.

KNN

Künstliche Neuronale Netze

Q
cbm/s

(3) DQ
cbm/s

Mond-
phase



Aale pro
Reuse

Aale pro
Reuse

Parameter-Einfluss



M.A.P.

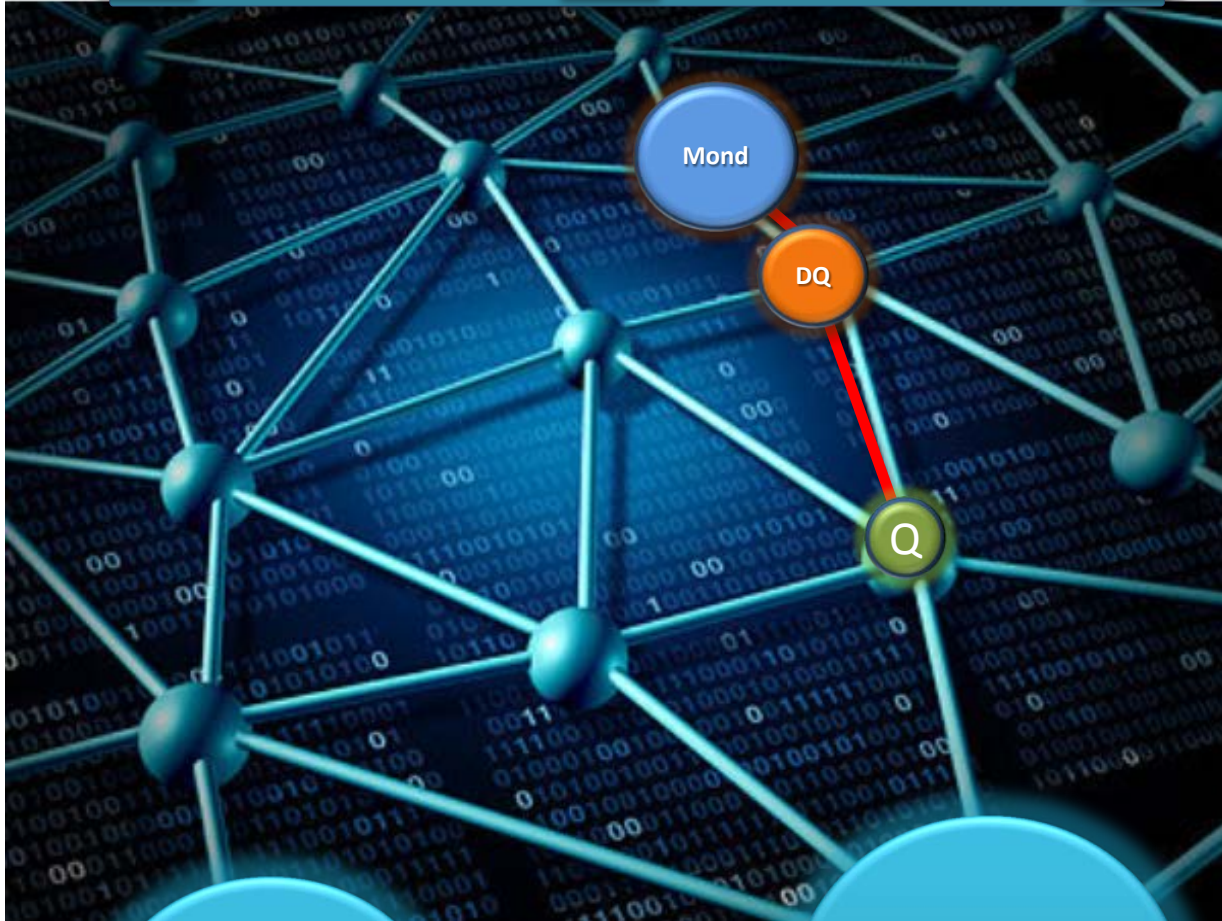
KNN

Künstliche Neuronale Netze

Q
cbm/s

(3) DQ
cbm/s

Mond-
phase



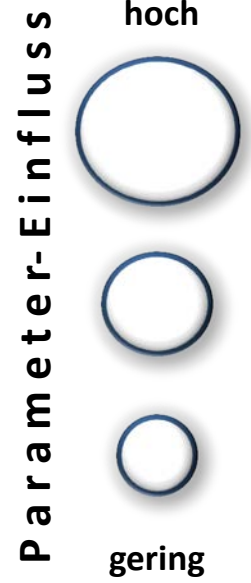
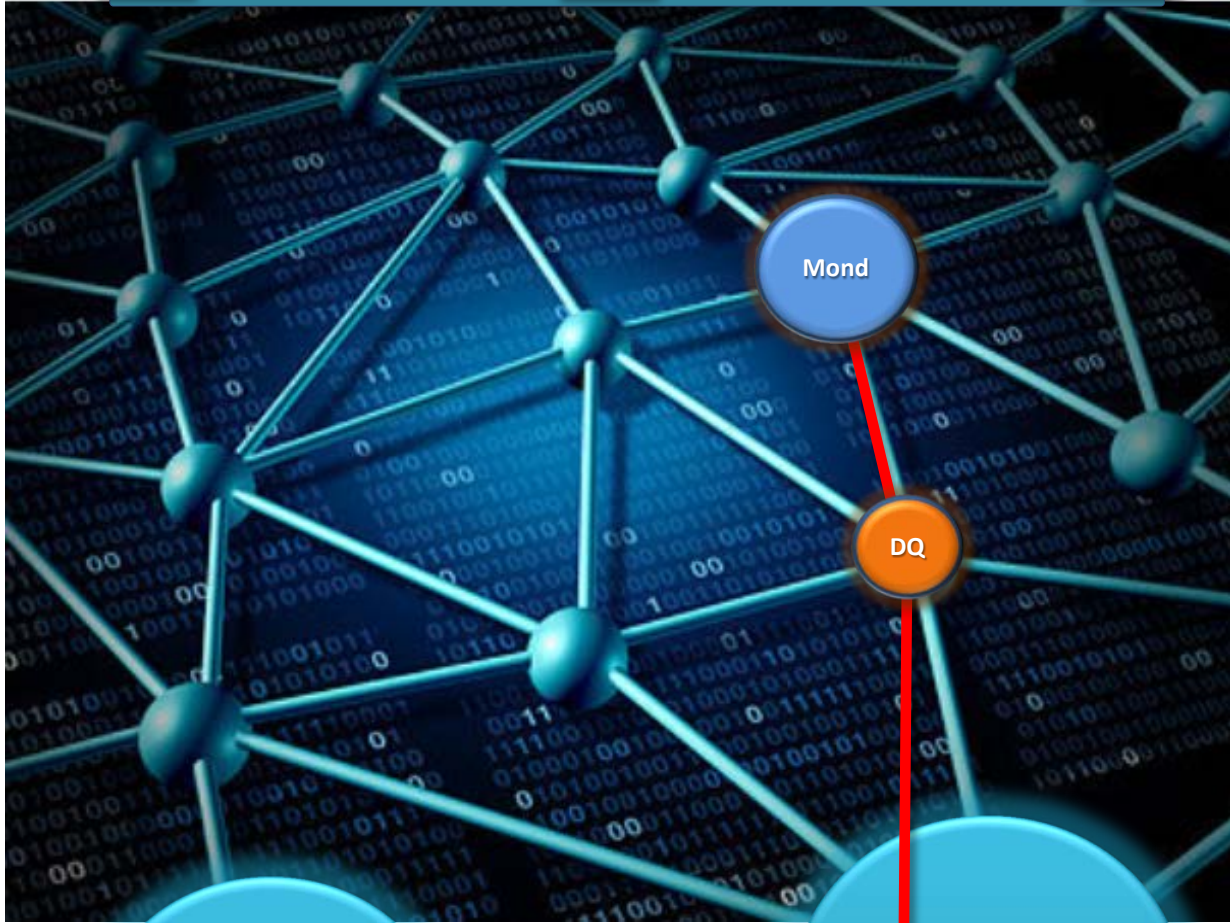
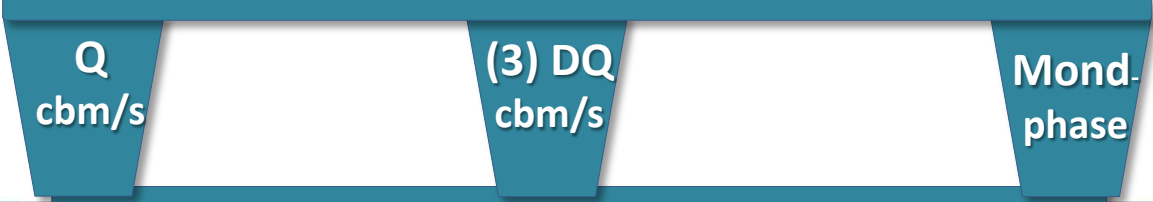
Aale pro
Reuse

Aale pro
Reuse

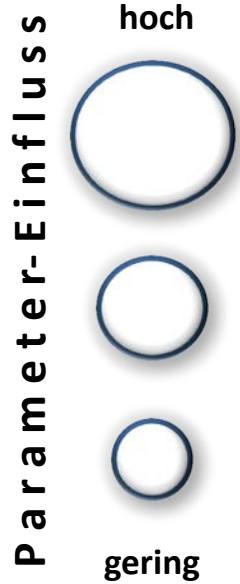
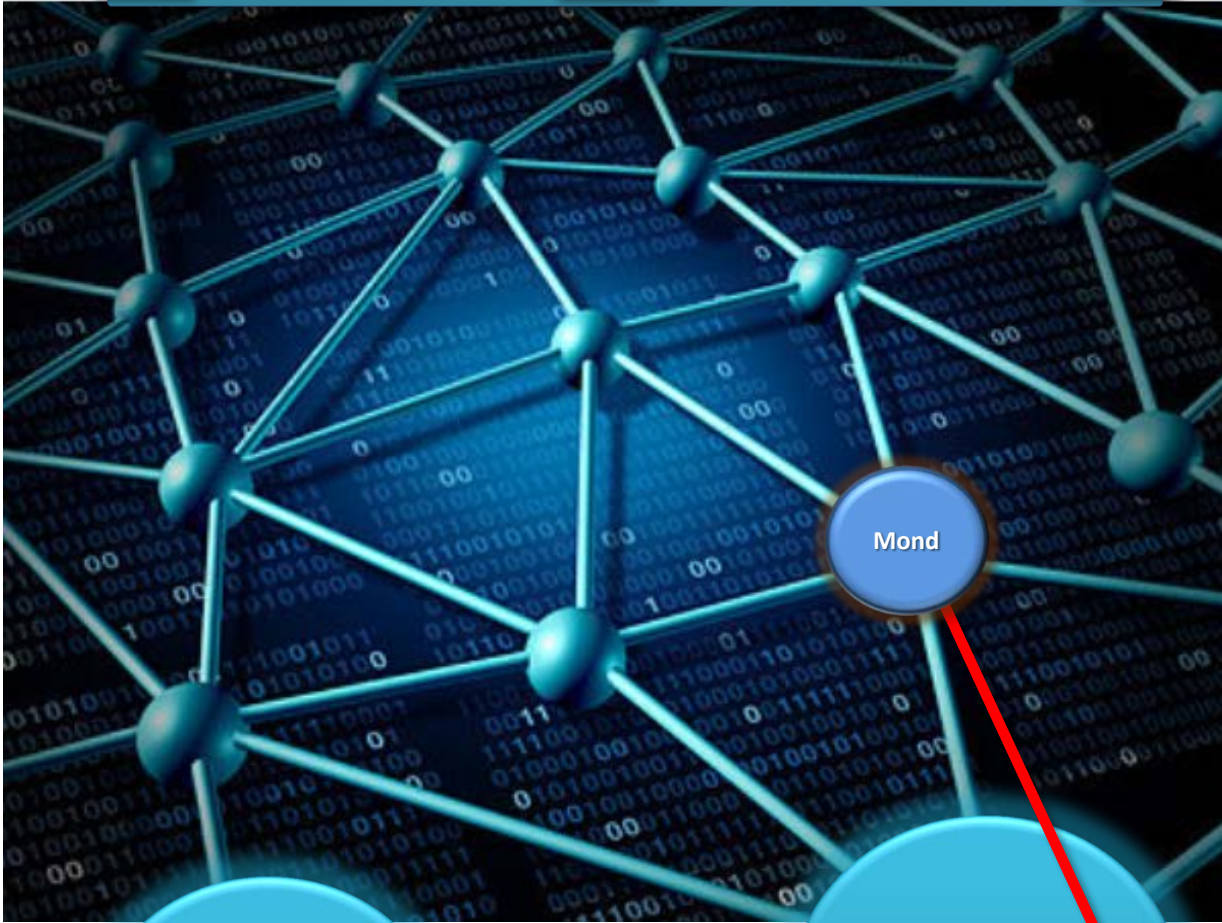
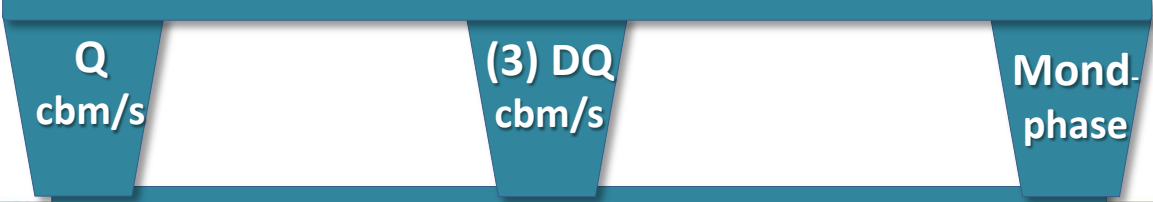
Parameter-Einfluss



Künstliche Neuronale Netze



Künstliche Neuronale Netze



Künstliche Neuronale Netze

Q
cbm/s

(3) DQ
cbm/s

Mond-
phase



25 Aale
pro Reuse

26 Aale pro
Reuse

Q

DQ

Mond

Parameter-Einfluss

hoch



gering

Software-Implementierung 2018

vollautomatisierter Datentransfer über
Internet-Datenbankserver upload-download
vollautomatisierte Abwanderungsprognose



Prognose

PC 000110001100

0000111000 1

11 0000 0

00101010001100

11 00000

101010001100

001100000

0000111 0000



Datenaufbereitung



Prognose PC



Tagesprognose Abwanderungswahrscheinlichkeit

FUZZY

CBR

KNN

WEBSERVER

ASI

DATA FLOW



00011000110000

0000111000 1 11 0000 0

101010001100000

00110000

0000111000 1 11 0000 0

101010001100000

11000 1 00110000

0000111 0000 0

101010001100000

Grund

Landesamt für Umw



Datum: 08.09.2018

Mondphase: -0,154

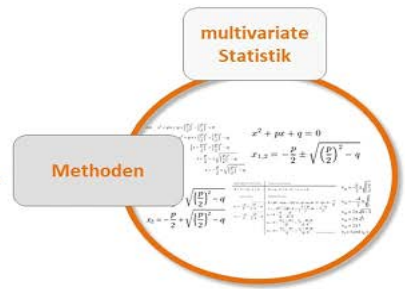
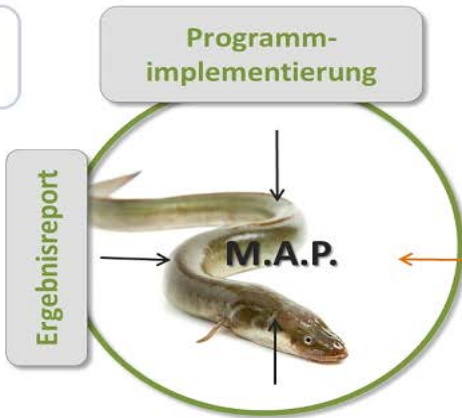
Abfluss Pegel Cochem LfU: 58 cbm/s; Differenz zum Vortag: 25 cbm/s

Wassertemperatur Koblenz BfG: 21.2 °C

Fuzzy-Prognose (%)	34	↓
CBR-Prognose (Anzahl Aale)	12	↓
KNN-Prognose (Anzahl Aale)	28	↑

Konzeption und Umsetzung (M.A.P.-Software) der Prognosen: Dr. David Wendling

nächster Programmstart 08.09.2018 06.00 Uhr



ABWANDERUNGSPROGNOSE AAL

Fuzzy-Prognose (%)

34



CBR-Prognose (Anzahl Aale)

12



KNN-Prognose (Anzahl Aale)

28

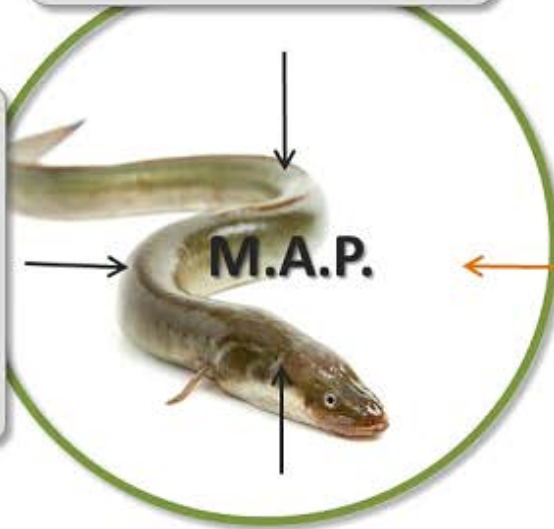


Konzeption und Umsetzung (M.A.P.-Software) der Prognosen: Dr. David Wendling

nächster
Programmstart
08.09.2018
06.00 Uhr

Programm-
implementierung

Ergebnisreport



multivariate
Statistik

Methoden

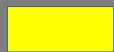


ABWANDERUNGSPROGNOSE AAL

Problemfelder

fehlende Synchronisation
der einzelnen Methoden

2018



Abwanderung möglich



Abwanderung wahrscheinlich

Datum	FUZZY	CBR	KNN	Q	Q _{diff}	Mond
17.08.2018	0	6	16	51	11	0,41
18.08.2018	0	6	17	39	-12	0,51
19.08.2018	0	6	19	43	4	0,61
20.08.2018	0	6	24	54	11	0,70
21.08.2018	0	2	21	29	-25	0,78
22.08.2018	0	6	27	45	16	0,86
23.08.2018	0	2	29	42	-3	0,93
24.08.2018	0	2	33	50	8	0,96
25.08.2018	0	2	22	49	-1	0,99
26.08.2018	0	2	17	45	-4	1,00
27.08.2018	2	40	6	45	0	-0,99
28.08.2018	7	40	7	52	7	-0,97
29.08.2018	16	8	7	47	-5	-0,92
30.08.2018	27	40	11	85	38	-0,86
31.08.2018	38	12	10	63	-22	-0,78
01.09.2018	49	12	13	47	-16	-0,68
02.09.2018	104	12	17	48	1	-0,58
03.09.2018	105	12	19	47	-1	-0,47
04.09.2018	47	12	23	50	3	-0,36
05.09.2018	40	12	22	33	-17	-0,25
06.09.2018	34	12	28	58	25	-0,15
07.09.2018	28	12	30	54	-4	-0,08
08.09.2018	23	12	26	46	-8	-0,03
09.09.2018	21	12	25	56	10	0,00
10.09.2018	21	12	27	44	-12	0,01
11.09.2018	18	12	27	40	-4	0,04
12.09.2018	12	12	26	43	3	0,10
13.09.2018	4	8	24	39	-4	0,17
14.09.2018	0	8	20	37	-2	0,26
15.09.2018	0	8	16	38	1	0,35

Problemfelder

- Prognoseszenarien gelten ereignis- und (jahres-)zeitorientiert

FUZZY

In Phasen des abnehmenden Halbmondes und Neumondes, sollte im Methodenvergleich der Fuzzy-Prognose eine höhere Bedeutung beigemessen werden. In Jahren mit einer schwächeren Ausprägung der auslösenden Faktoren sind die Fuzzy-Prognosen am besten geeignet.

Gegen Ende der Saison (zweite Novemberhälfte/Dezember) sind oft die Fuzzy-Prognosen etwas besser geeignet.

CBR

Am Anfang der Saison (den Monaten bis Ende Juli) liefern die CBR-Prognosen die besten Ergebnisse.

KNN

Sollte als Kontroll-Prognose für die beiden anderen Modelle oder bei „flacheren Verläufen“ verwendet werden.

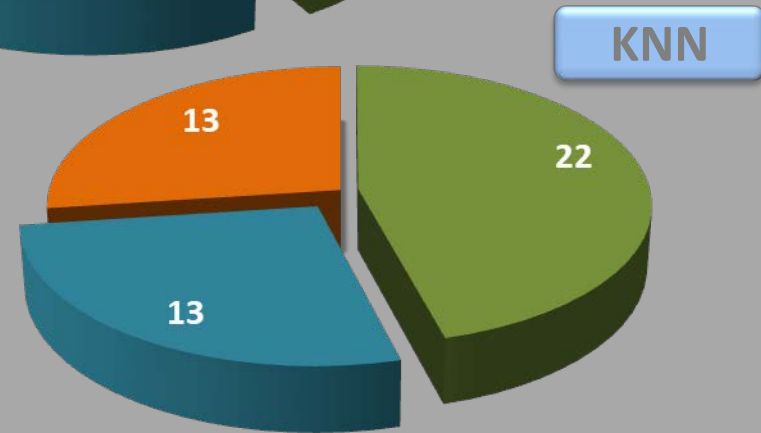
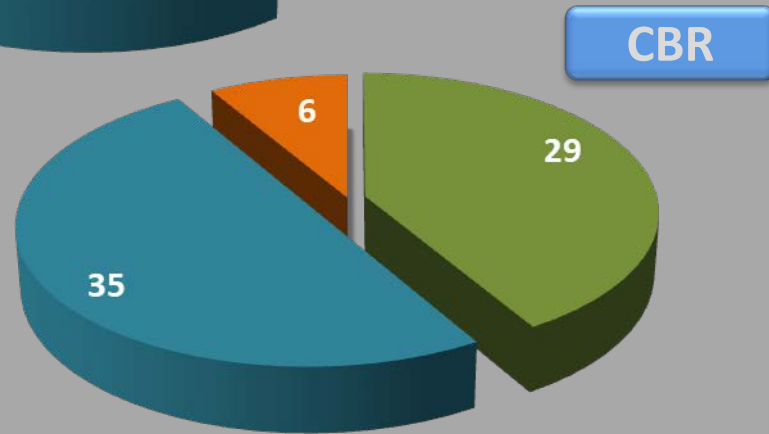
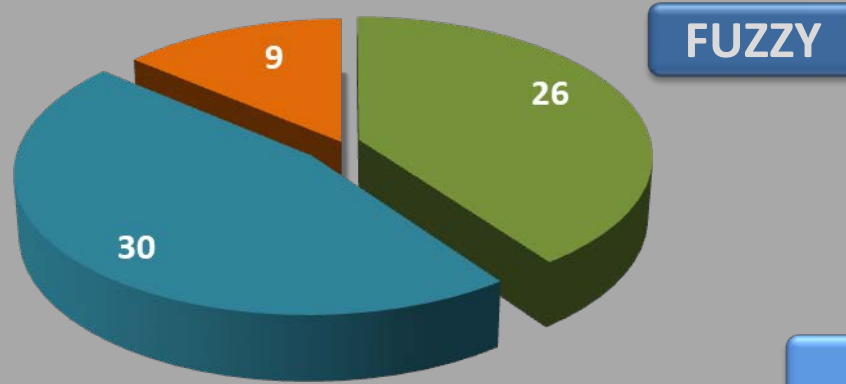
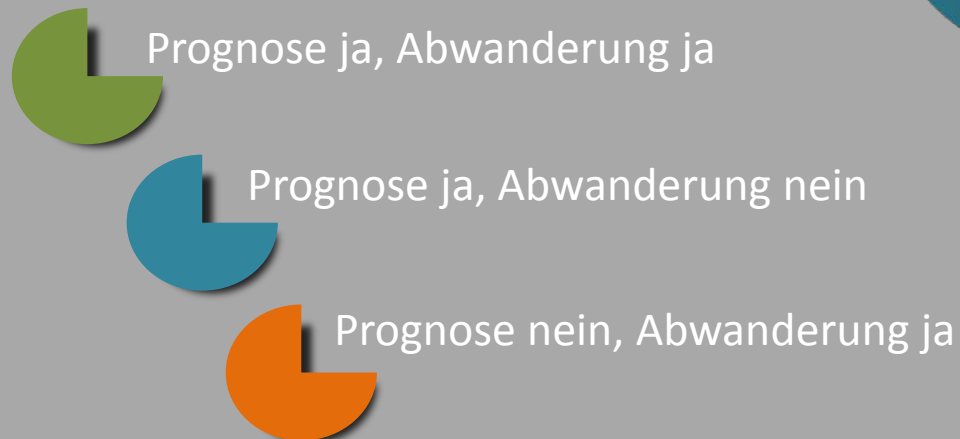


Auswertung Lehmen 1963 - 1973

Problemfelder

Prognosehäufigkeit

➔ Abwanderungsmeldung
ohne Aalabwanderung



Bewertung der Ergebnisse

Problemfelder

Optimierung



Grunddaten
Methoden



Optimierung:

M.A.P.

Grunddaten

Zeit

Datenbewertung Grundrauschen
Bsp.: Gelbaal-Blankaal

Startzeit
Migration
Lokalität

Aalabwanderung

Parameter-
Kopplungsgruppe

kausal - indikativ

Abflusstages-
differenz

Abfluss
Strömung
Wasserstand

Mondphasen

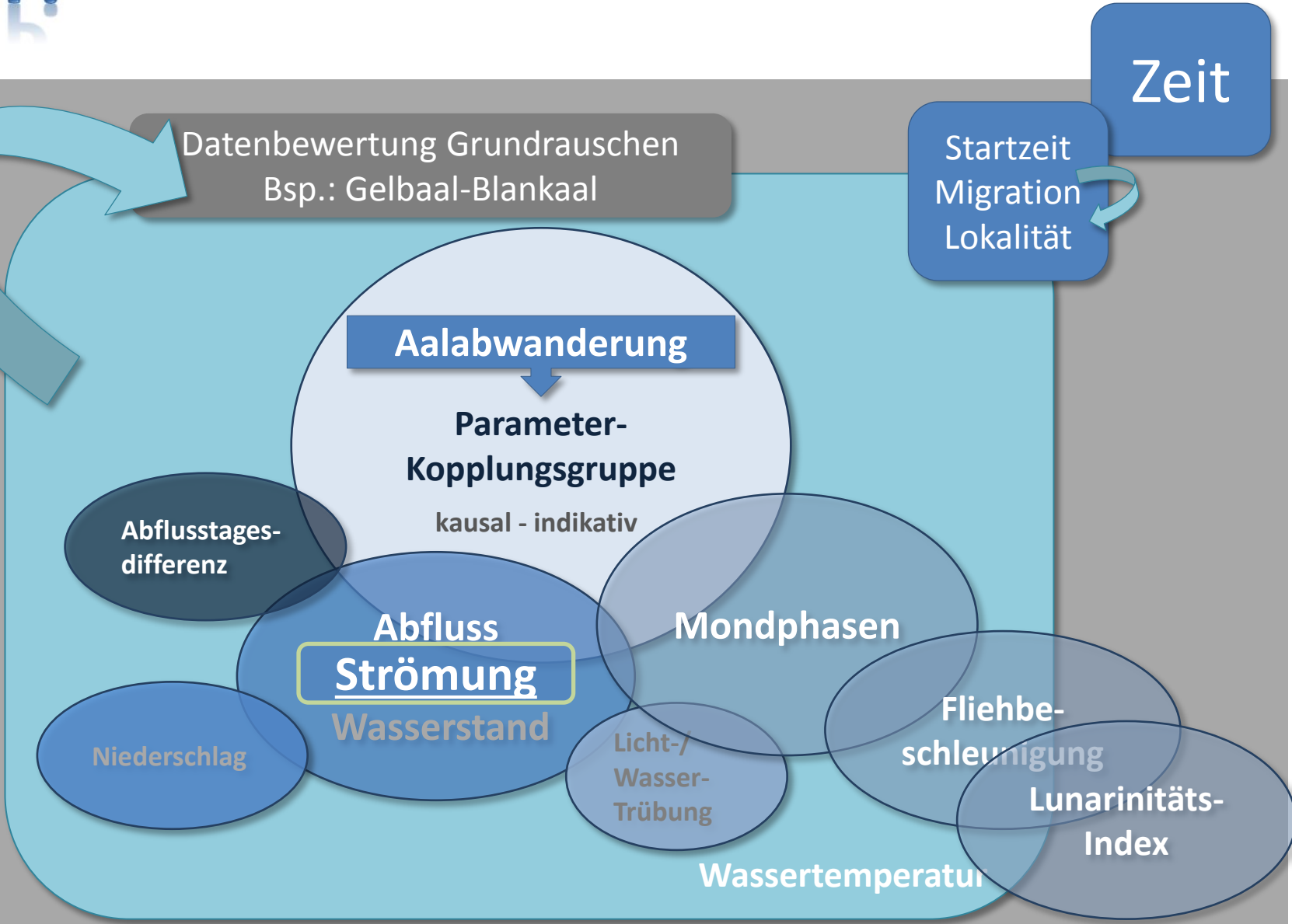
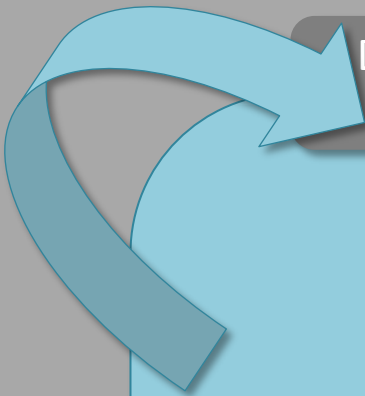
Niederschlag

Licht-/
Wasser-
Trübung

Fliehbe-
schleunigung

Lunarinitäts-
Index

Wassertemperatur

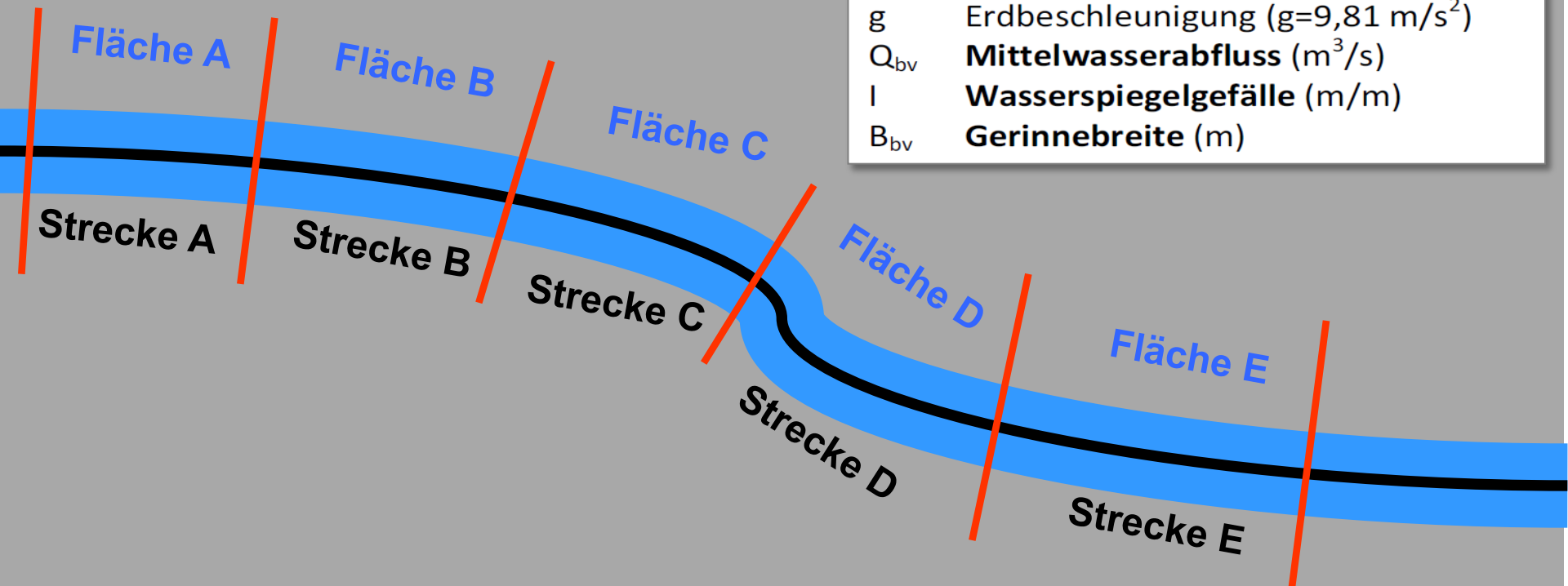


Strömungsleistung ω

in Anlehnung an Ferguson (1987)

$$\omega = \rho g Q_{bv} l / B_{bv} \text{ (W/m}^2\text{)}, \text{ wobei}$$

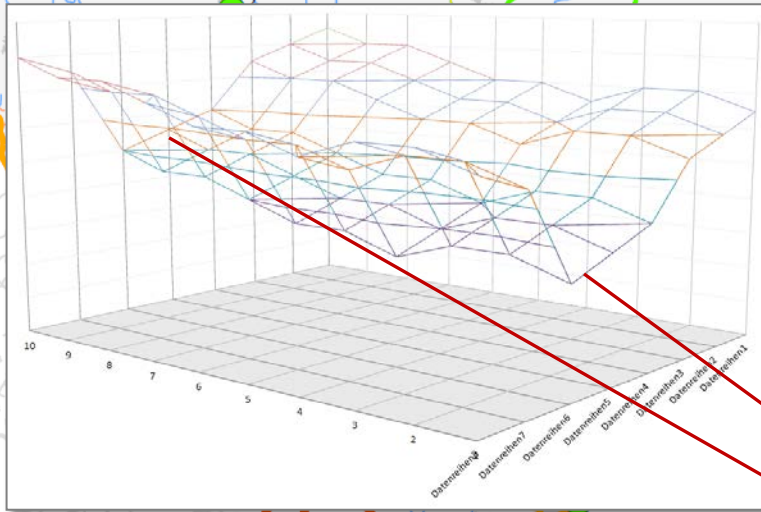
ω	Strömungsleistung
ρ	Dichte des Wassers ($\rho=1000 \text{ kg/m}^3$)
g	Erdbeschleunigung ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)
Q_{bv}	Mittelwasserabfluss (m^3/s)
l	Wasserspiegelgefälle (m/m)
B_{bv}	Gerinnebreite (m)



$$\text{Relative Gewässerbreite} = \frac{\text{Fläche des Gewässerabschnitts}}{\text{Strecke des Gewässerabschnitts}}$$

Strömungsleistung ω

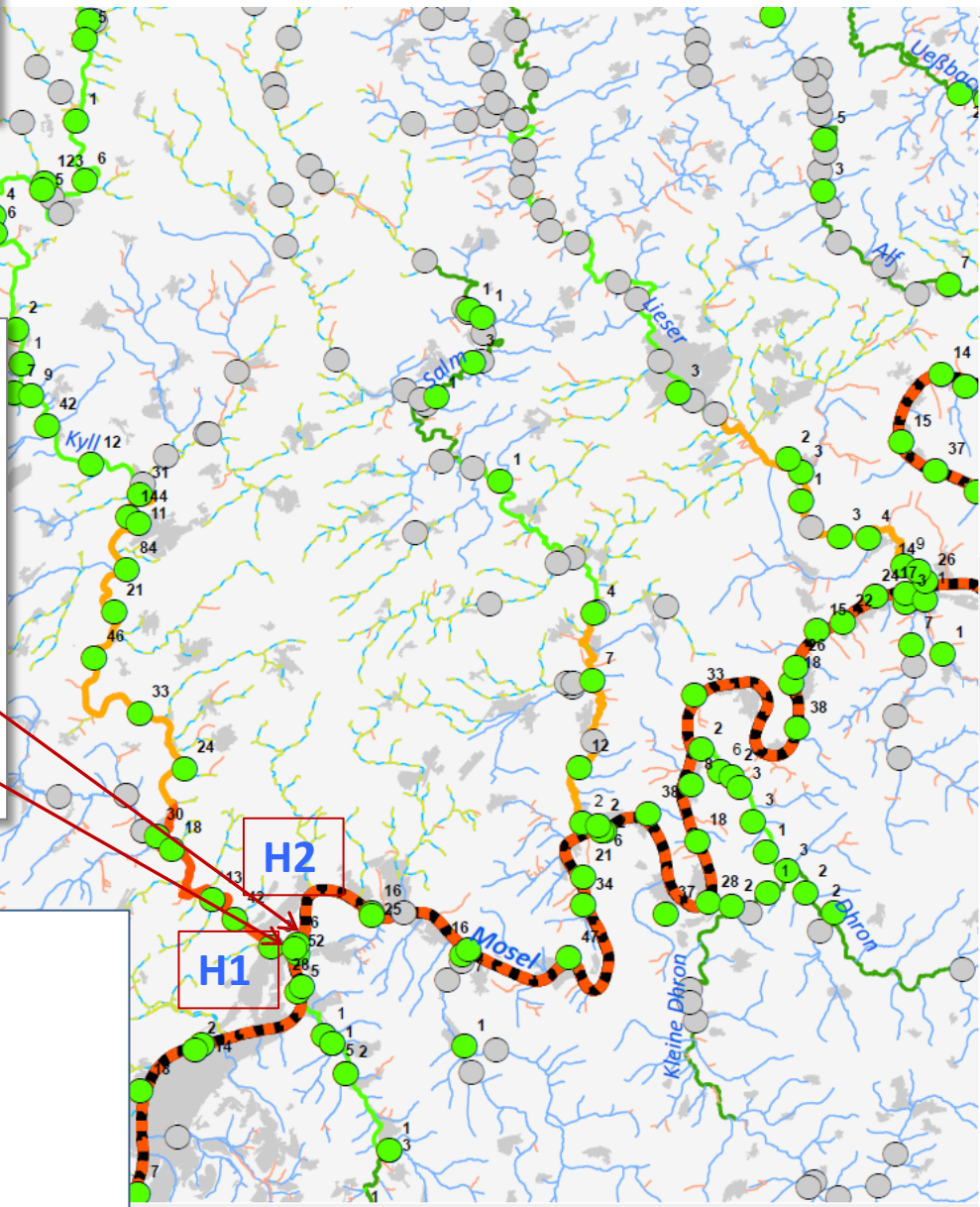
● Probestelle mit Aalnachweis
○ Probestelle ohne Aalnachweis



DGM = digitales Geländemodell

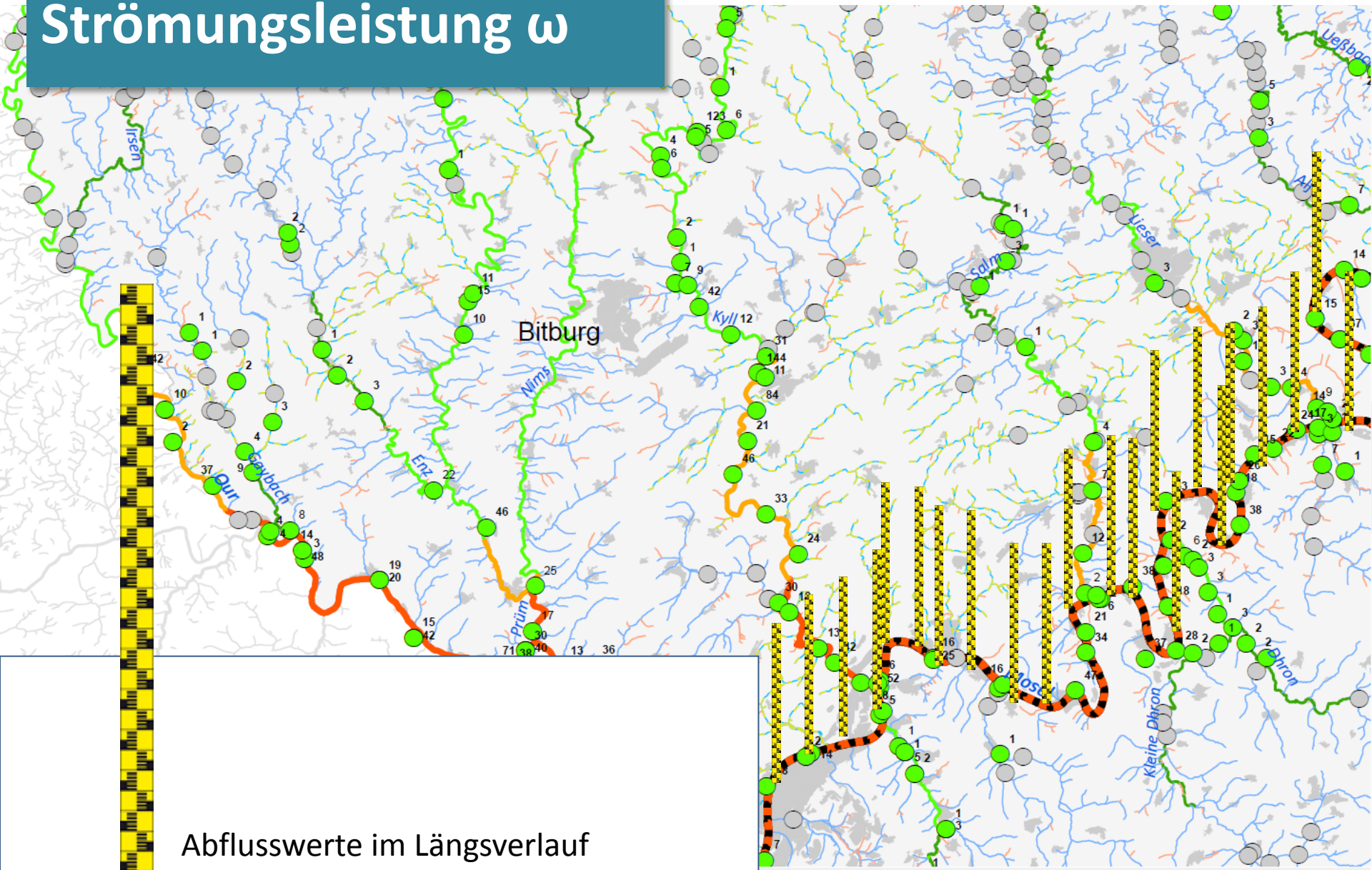
$$\text{Gefälle} = \frac{H1 - H2}{S_{H1_H2}}$$

H1 = Höhe1
H2 = Höhe2



Strömungsleistung ω

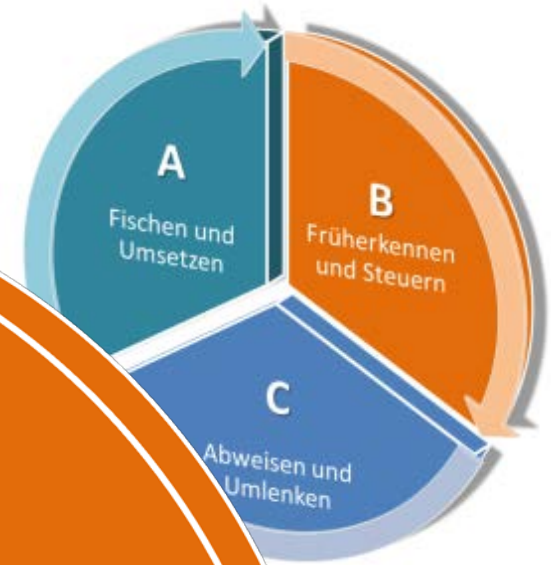
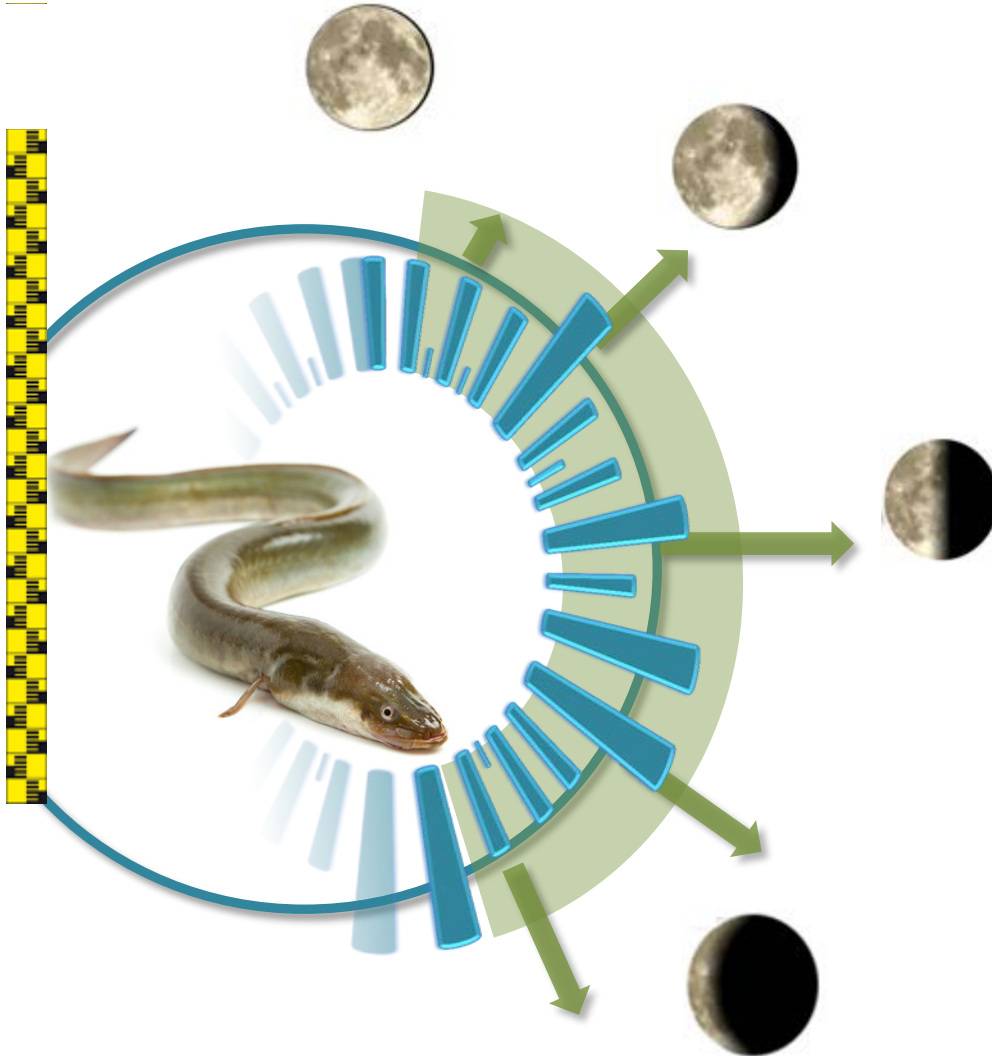
- Probestelle mit Aalnachweis
- Probestelle ohne Aalnachweis



Abflusswerte im Längsverlauf

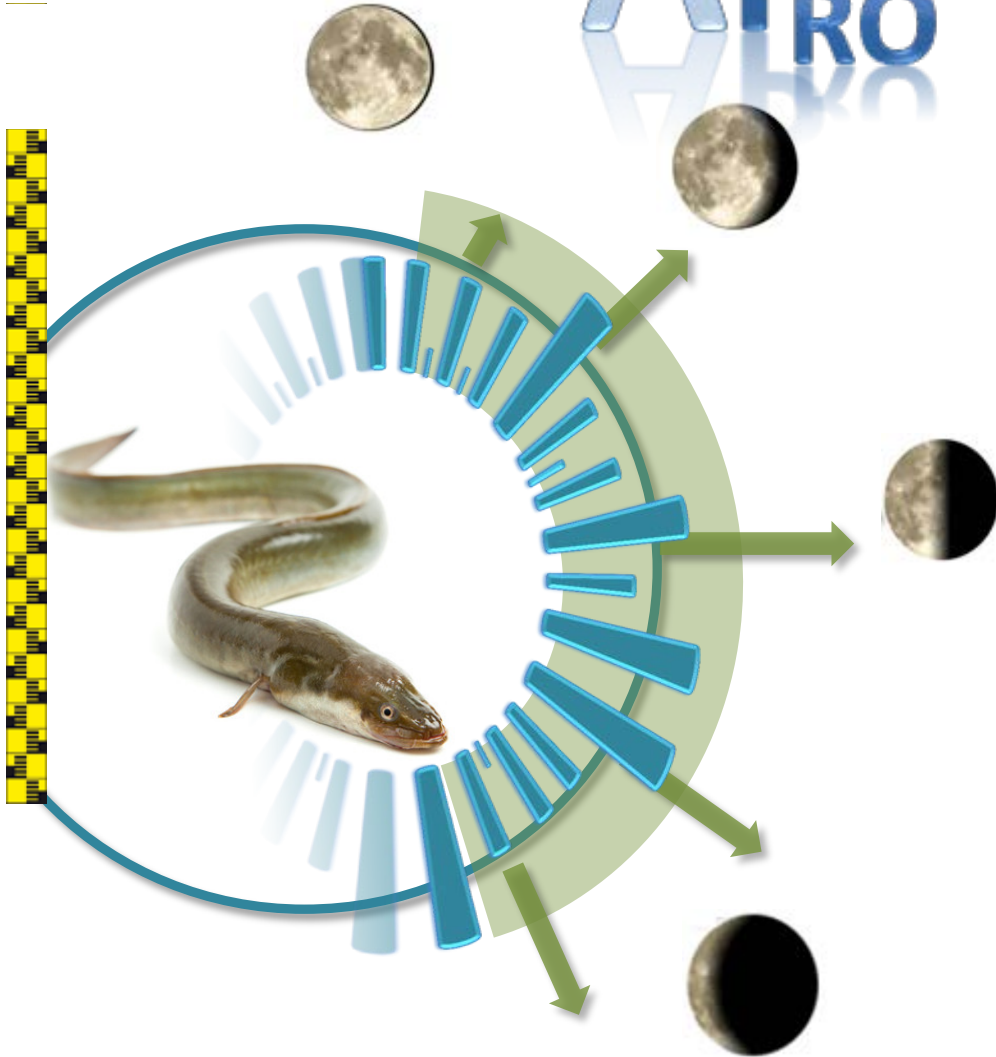
Modell zur
Abwanderungsprognose der
Blankaale in der Mosel

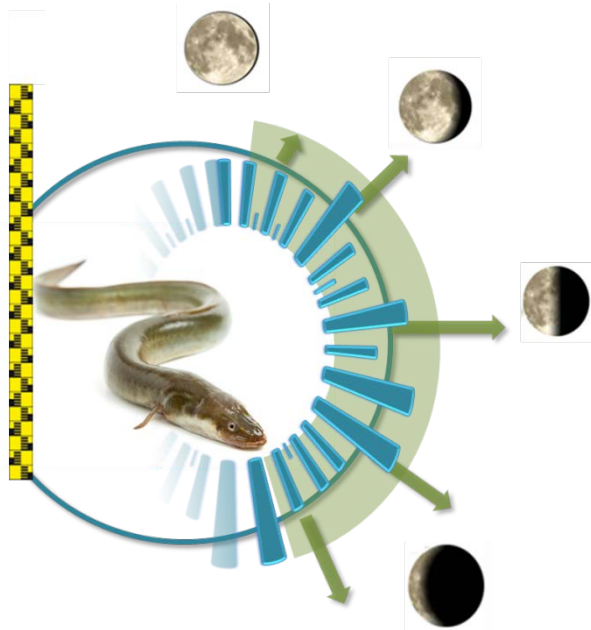
M.A.P.



Früherkennungssystem zur Prognose der Blankaalabwanderung

APRO





APRO

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.

