

Einfluss des Klimawandels auf die Wasserkraft- produktion: **Wie ist es in den Wintermonaten?**

Manfred Stähli, Tobias Wechsler, Eidg. Forschungsanstalt WSL

In cooperation with the CTI



Energy funding programme

Swiss Competence Centers for Energy Research



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

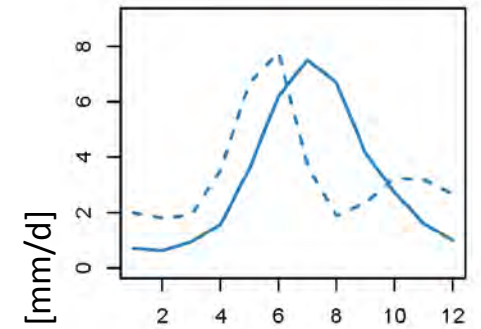
Swiss Confederation

Commission for Technology and Innovation CTI

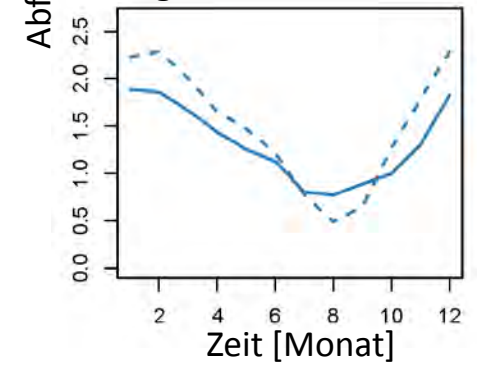
SCCER SoE Annual conference,
13-14 September 2018, Horw (FH Luzern)



Schmelzdominiert

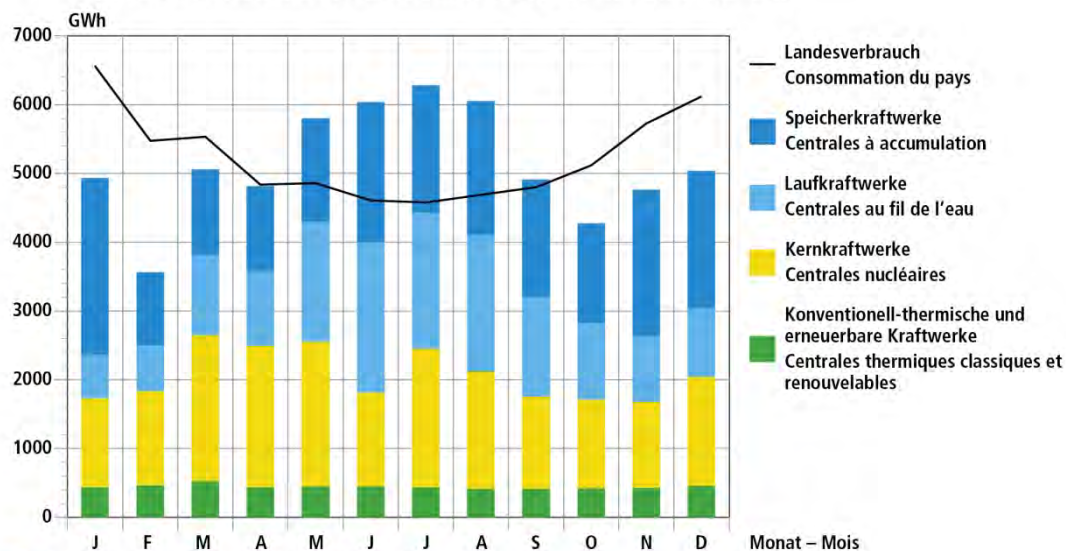


Regendominiert



Monatliche Stromproduktion in der Schweiz

Fig. 10 Monatliche Erzeugungsanteile und Landesverbrauch im Kalenderjahr 2017
Quotes-parts mensuelles et consommation du pays durant l'année civile 2017



BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2017 (Fig. 10)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2017 (fig. 10)

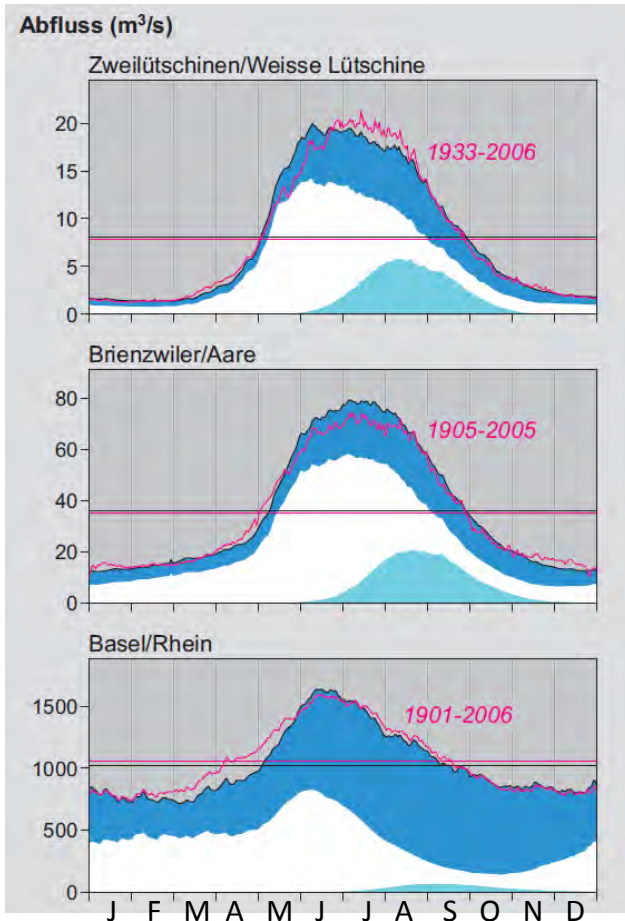
Produktion pro Monat (TWh) Mittelwert 2013-2017:

	Dez	Jan	Feb
Import	0.74	0.83	0.75
Speicher KW	1.97	1.93	1.66
Lauf KW	0.90	0.89	0.86
Kern KW	1.96	2.16	2.01

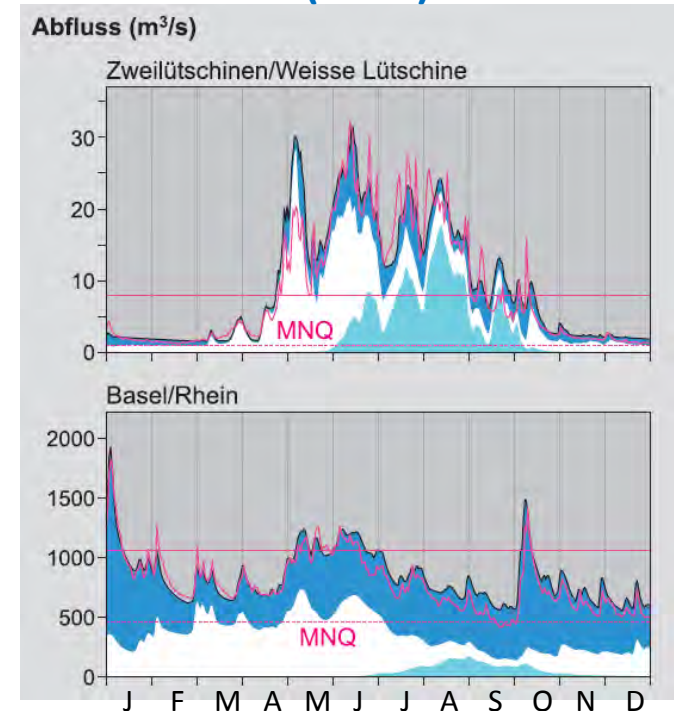
Wie gross ist der Abflussanteil aus Gletscher- und Schneeschmelze im Winter?

- **KHR-Studie** Abflussanteile aus Schnee- und Gletscherschmelze im Rhein und seinen Zuflüssen ... (Stahl, K., Weiler, M., et al., Dez. 2016)

Normales Jahr:



Trockenes Jahr (2003):



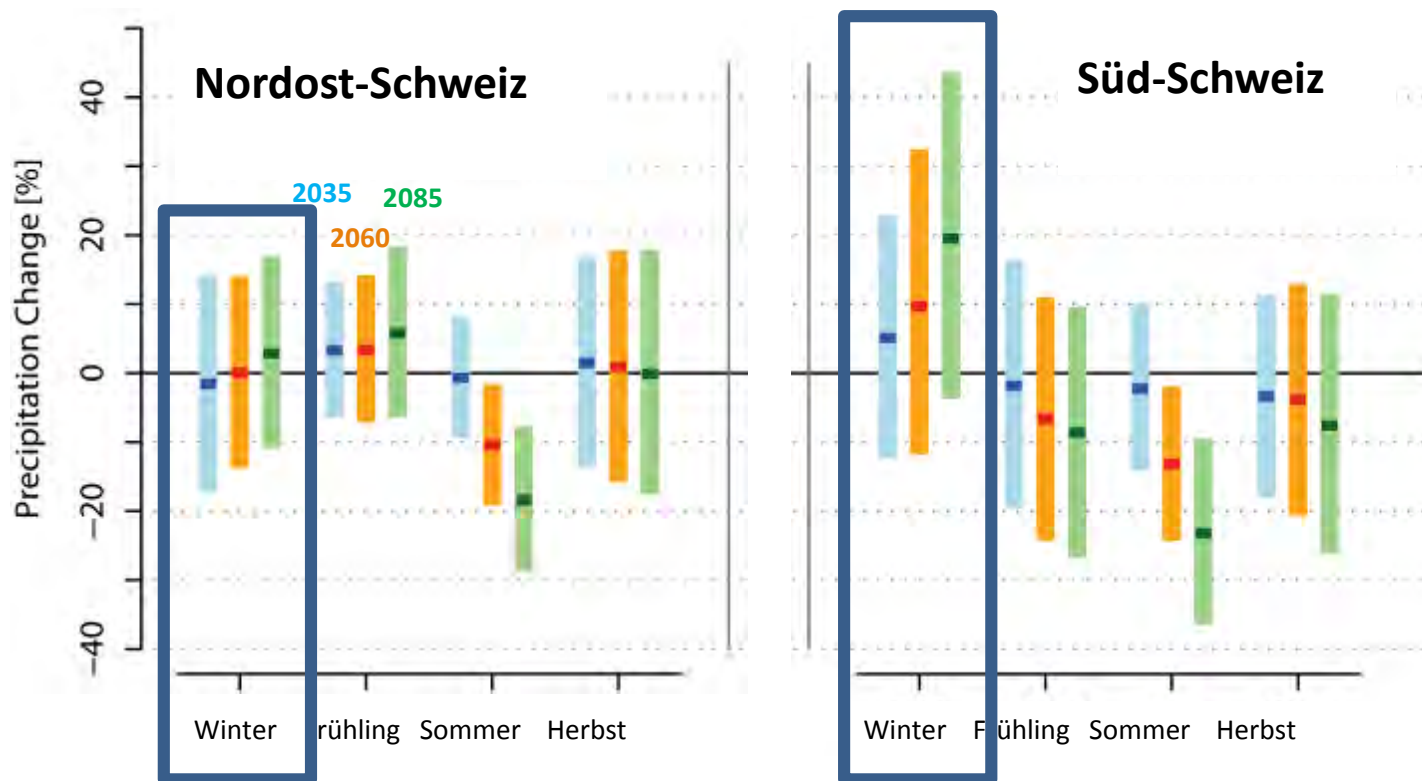
- Anteil Gletscherschmelze Dez-März: vernachlässigbar (auch nach einem Hitzesommer, wie im 2003)

Was sagen die Modelle bezgl. Niederschlagsänderung im Winter?

Swiss Climate Change Scenarios CH2011 (www.ch2011.ch)

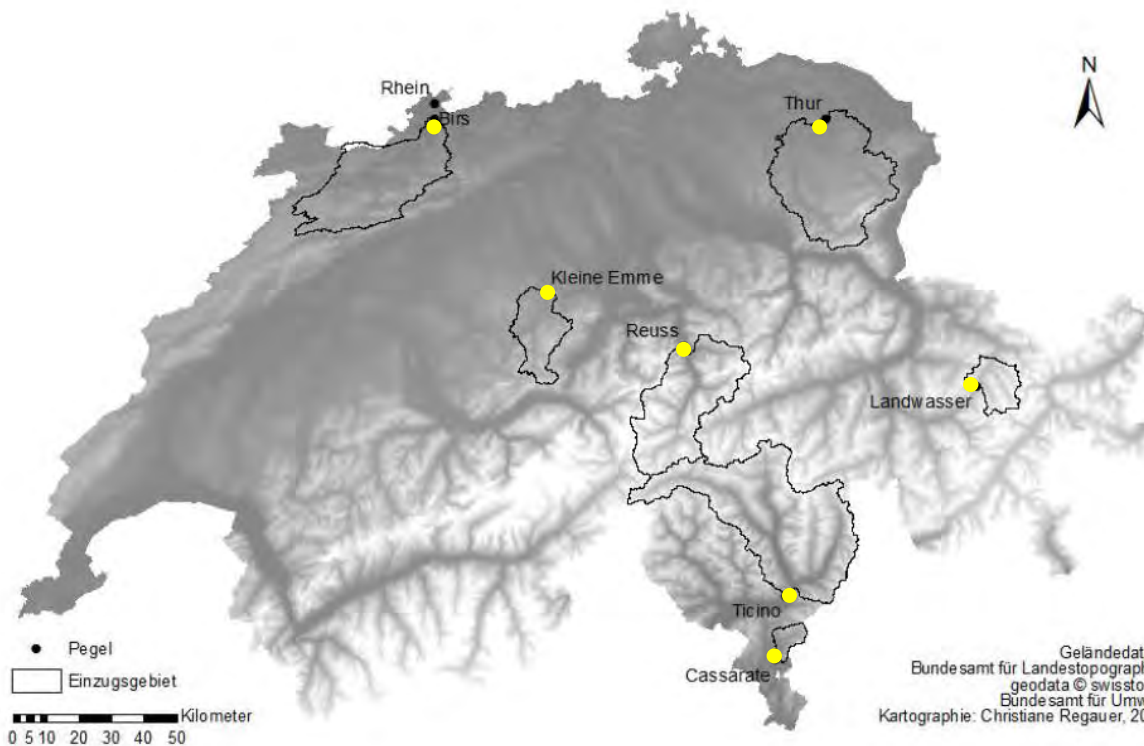
Winter:

- Höhere Niederschlagsintensität



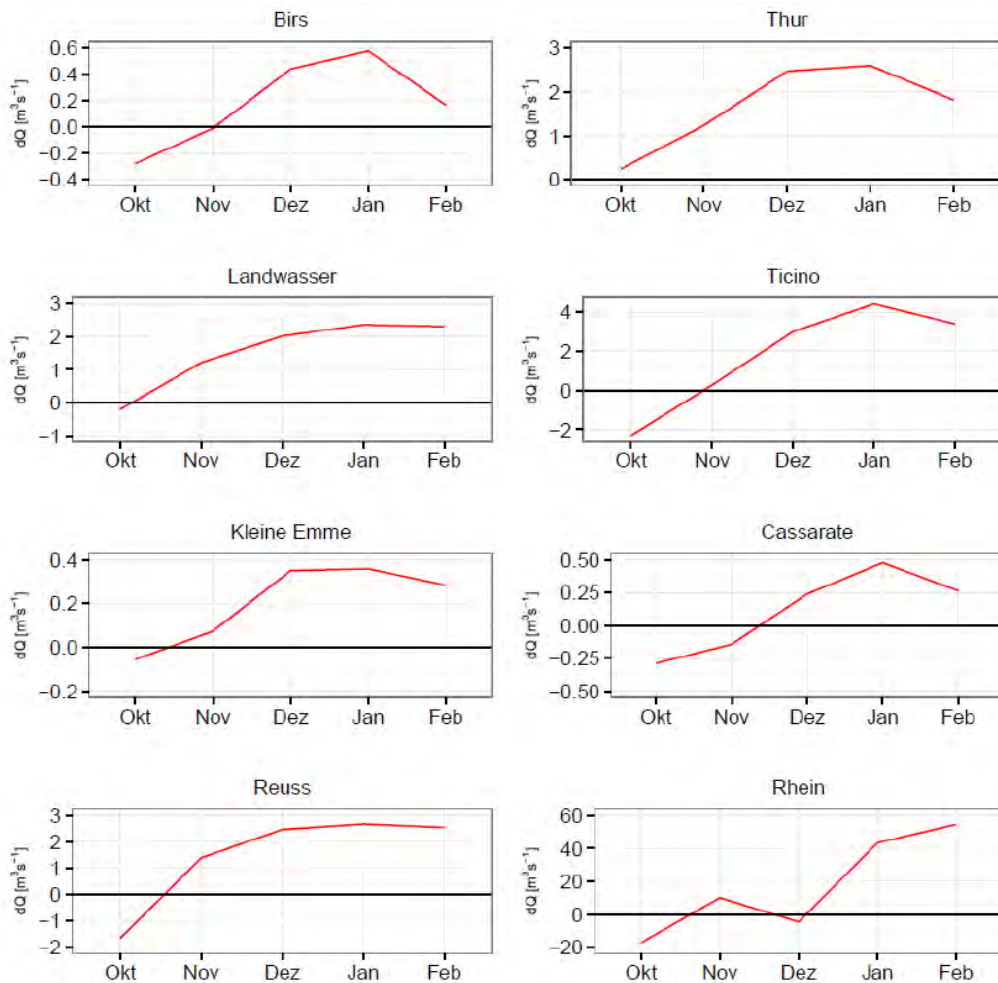
Wie ändern sich Abfluss und Produktion bei den Laufkraftwerken?

Masterarbeit Christiane Regauer (Uni Innsbruck), 2017



Pegel	Laufwasser- kraftwerk
Birs - Münchenstein	Neue Welt
Landwasser - Davos	Glaris
Kleine Emme - Werthenstein	Ettisbühl
Reuss - Seedorf	Amsteg
Thur - Halden	Thurfeld
Ticino - Bellinzona	Biaschina
Cassarate - Pregassona	Stampa
Rhein - Basel	Birsfelden

Wie ändert sich Abfluss und Produktion bei den Laufkraftwerken?



abs. Zunahme (m³/s) rel. Zunahme (%)

Pegel	Summe DJF	Mittelwert DJF
Birs (Münchenstein)	1,2	2,7
Landwasser (Davos)	6,7	27,6
Kleine Emme (Werthenstein)	1,0	14,6
Reuss (Seedorf)	7,7	25,4
Thur (Halden)	6,9	10,7
Ticino (Bellinzona)	10,8	12,3
Cassarate (Pregassona)	1,0	6,4
Rhein (Basel)	93,3	4,0

Abbildung 5.2: Absolute Änderungen der Abflüsse [m³s⁻¹] unter Annahme des A2 Szenarios von der Kontrollperiode 1980-2009 an den jeweiligen Pegeln von Oktober bis Februar (eigene Darstellung).

Wie ändert sich Abfluss und Produktion bei den Laufkraftwerken?

Tabelle 5.5: Relative Produktionsveränderung [%] an den jeweiligen Kraftwerken 2021-2050 in den Monaten Oktober bis Februar und der Mittelwert über den gesamten Zeitraum unter Annahme des A2 Szenarios im Vergleich zur Kontrollperiode 1980-2009.

Kraftwerk	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	Mittelwert	Mittelwert DJF
Neue Welt (Birs)	-5,5	-0,1	3,9	4,8	1,3	0,9	3,3
Amsteg (Reuss)	-4,7	10,1	21,9	31,9	36,2	19,1	30,0
Ettisbühl (Kl. Emme)	-5,9	6,3	17,6	17,6	17,6	10,7	17,6
Thurfeld (Thur)	1,3	6,0	12,1	13,9	10,0	8,7	12,0
Biaschina (Ticino)	-6,5	0,7	19,7	19,3	16,1	9,9	18,4
Birsfelden (Rhein)	-2,1	1,3	-0,5	6,5	7,2	2,5	4,4

Vergleich mit Hänggi et al. (2011): [Mittlere Zunahme Okt-Apr, Schweiz: 10.1%](#)

=> Zunahme in den Monaten Dez-Feb deutlich höher

Wie ändert sich Abfluss und Produktion bei den Laufkraftwerken?

Publikation (Uni Basel), 2018

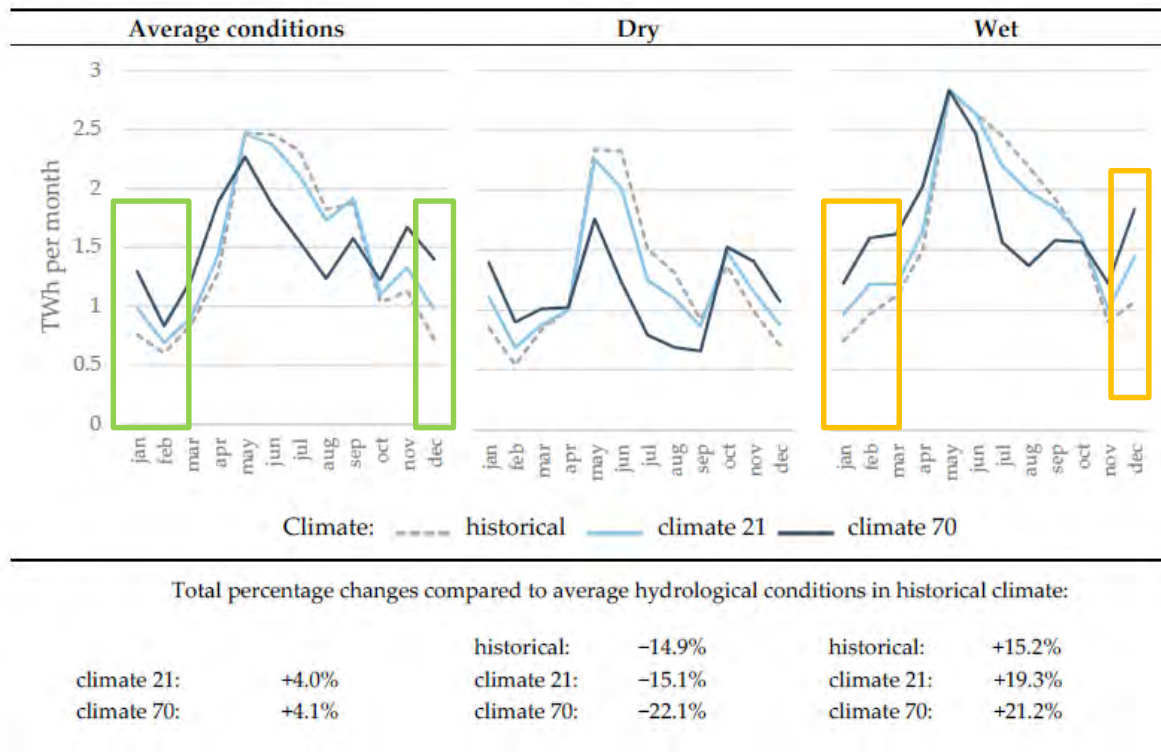


Figure 8. Run-of-river generation by climate period and hydrological year.

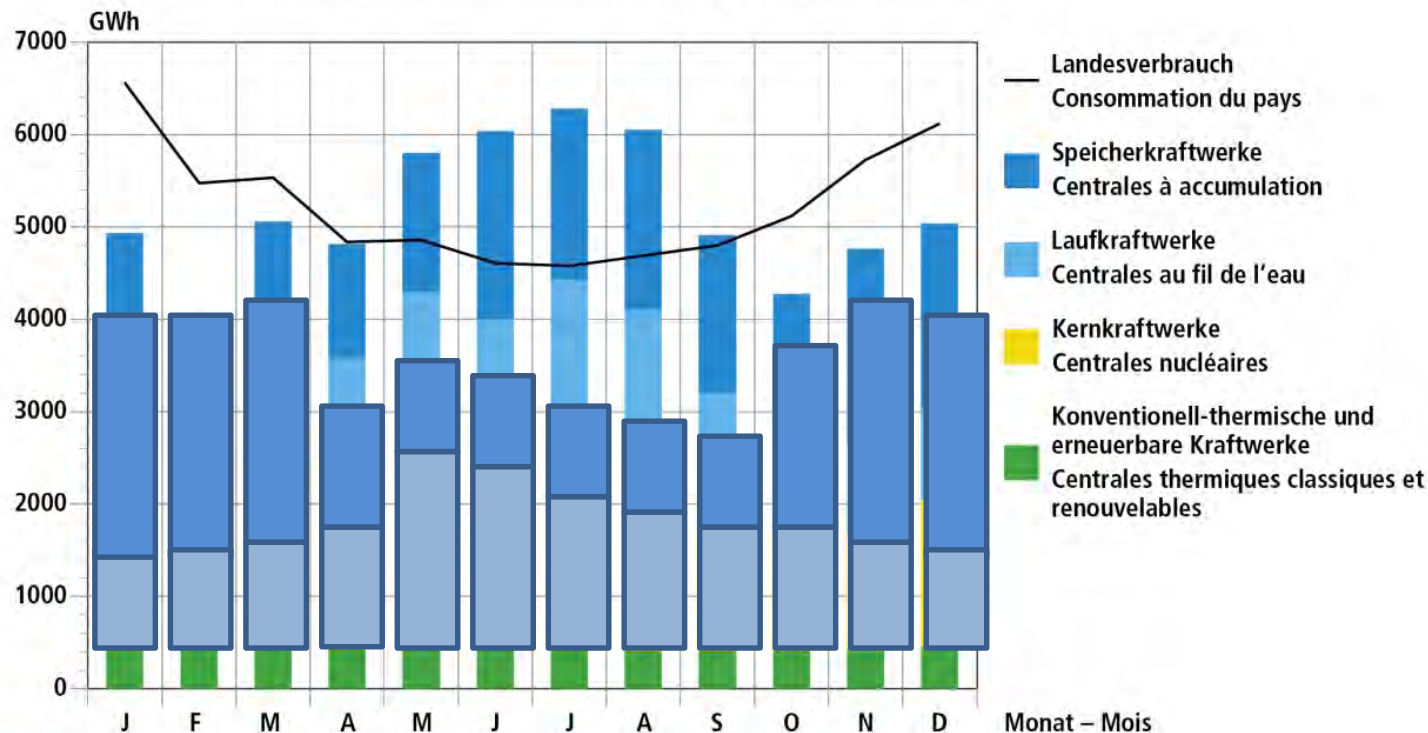
Mehr Produktion bei kleinen Wasserkraft-Anlagen?



- Winterbetrieb lohnend dank Klimawandel?
 - Ökologische Auswirkungen im Winter?
- Kaum Forschungsarbeiten dazu vorhanden

SpeicherKW: Volllast im Winter mit dem Klimawandel?

Fig. 10 Monatliche Erzeugungsanteile und Landesverbrauch im Kalenderjahr 2017
 Quotes-parts mensuelles et consommation du pays durant l'année civile 2017



BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2017 (Fig. 10)
 OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2017 (fig. 10)

Speicherkraftwerke (2008-2017): 21.2 TWh/Jahr
 Laufkraftwerke (2008-2017): 16.5 TWh/Jahr

Winter ohne Schnee



Alptal (Holzegg, Gr. Mythen, SZ), 31.12.2016

Schlussfolgerungen

- Keine Reduktion der Abflüsse in den Wintermonaten, wenn keine Gletscher mehr da
- Zunahme Stromproduktion Laufkraftwerke um $> 10\%$ in den Monaten Dez-Feb
- Vollast während 3-4 Wintermonaten bei Speicherkraftwerken scheint – aus Sicht Wasserressourcen – theoretisch möglich
- Dez 2016 hat aufgezeigt, was eine längere Winterperiode ohne Niederschlag bedeuten könnte