



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt

Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau

Vorstand: O. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans-Peter Nachtnebel

**Analyse der Auswirkungen von Klimafolgen auf das
Linienpotential: Am Beispiel von Lech und Schwechat**

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur

Betreuer:

O. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. h.c. Hans-Peter Nachtnebel

eingereicht von

Georg Seidl

Wien, Juni 2011

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn O. Univ.Prof. DI Dr. Hans-Peter Nachtnebel für seine Betreuung sowie die Akzeptanz für meine selbständigen Überlegungen und Ausführungen in dieser Arbeit. Aber auch die immerwährende Bereitschaft für Besprechungstermine trotz seines straffen Zeitplans erachte ich nicht als Selbstverständlichkeit.

Weiters bin ich Herrn DI Dr. Martin Fuchs für seine ausführlichen Erklärungen betreffend der Potentialermittlung in der Pöyrystudie, und das gute Gesprächsklima zu Dank verpflichtet.

An dieser Stelle möchte ich mich auch bei meinem Kollegen und Freund Georg Weissensteiner bedanken, welcher mir die Startphase meiner GIS-Analysen durch zahlreiche Ideen und staubtrockenen Humor versüßte. Aber auch meinen Gefährten Marco Lassnig, Rul Kalss und Stefan Höfler möchte ich für die „wunderbaren“ Zeiten in unserer Lerngemeinschaft und für die noch wunderbareren Zeiten beim Feierabendbier bedanken. Ebenso meinem smarten, freundgewordenen Kollegen Werner Fleißner sei an dieser Stelle Dank für die guten Zeiten ausgesprochen.

Der Löwenanteil des Dankes gebührt aber meinen Eltern Georg Santner und Melitta Seidl für die jahrelange Unterstützung, ebenso Josef Aichholzer, welcher mir seit nunmehr einem Vierteljahrhundert ein treuer Wegbegleiter ist. Besonders aber meiner Mutter bin ich für die Ermutigungen in den engen Phasen des Studiums ausgesprochen dankbar.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	1
2	Zielsetzung und Abgrenzung der Fragestellung	2
2.1	Zielsetzung der Fragestellung	2
2.2	Abgrenzung der Fragestellung	2
3	Charakterisierung der Untersuchungsgebiete	3
3.1	Einleitung	3
3.2	Der Lech	3
3.2.1	Einzugsgebiet und geographische Lage	3
3.2.2	Geologie	4
3.2.3	Vegetation	5
3.2.4	Hydrologie	5
3.2.5	Klima	7
3.3	Die Schwechat	9
3.3.1	Einzugsgebiet und geographische Lage	9
3.3.2	Geologie	9
3.3.3	Vegetation	10
3.3.4	Hydrologie	10
3.3.5	Klima	12
4	Datengrundlagen	14
4.1	Wasserkraftkataster	14
4.2	Wasserkraftstudien	15
4.2.1	Begriffsdefinitionen	15
4.2.2	Wasserkraftpotentialstudie von Schiller	16
4.2.3	Wasserkraftpotentialstudie der Pöyry	18
4.2.4	Flächenpotentialermittlung aus KlimAdapt	19
4.3	Hydrologischer Atlas Österreichs	20
4.4	Bundesgewässernetz	20
4.5	Digitale Geländemodelle	21

4.5.1	ASTER-DEM	22
4.5.2	SRTM-DEM	22
4.6	KlimAdapt	22
4.6.1	Klimaszenarien	23
4.6.2	Auswirkungen der Szenarien auf die Hydrologie österreichischer Einzugsgebiete	24
4.6.2.1	Gegenüberstellung der relativen Abflussänderungen der Zeitreihen in den Szenarien	25
4.6.2.2	Gegenüberstellung der rel. Abflussänderung der Szenarien in den Zeitreihen	28
5	Methodik	31
5.1	Das Abflusslinienpotential	31
5.2	Abflussspenden	34
5.2.1	Ermittlung mit konstanter Abflussspende	34
5.2.2	Ermittlung der Abflussspende über Gebietsniederschlag des HAÖ	34
5.2.3	Ermittlung der Abflussspende über Abflusshöhe des HAÖ	36
5.3	Berücksichtigung der Topographie	37
5.3.1	Ermittlung der Höheninformation im ArcGIS	39
5.3.1.1	Errechnung der Gewässerkoten mittels HEC-GeoHMS Terrain Reconditioning	40
5.3.1.2	Grobe Schätzung des Geopotentials mittels EASY PROFILER	41
5.4	Potential der Seitenzubringer	42
6	Anwendungen	45
6.1	Linienpotential	45
6.1.1	Rekonstruktion des Lechlinienpotentials aus dem Wasserkraftkataster	45
6.1.2	Rekonstruktion des Schwechatlinienpotentials aus dem Wasserkraftkataster	50
6.1.3	Einfluss des Ansatzes unterschiedlicher Abflussspenden auf das Linienpotential am Lech	54
6.1.4	Abflussspenden der Schwechat	56
6.2	Ermittlung von Längenschnitten in GIS	64
6.2.1	Höhenkoten des Lechs mittels Gewässernetz des HAÖ und unterschiedlicher DGM	65
6.2.2	Höhenkoten des Lechs mittels Bundesgewässernetz und DGM mit 75 m - Raster	67
6.2.3	Vergleichende Anwendung von HEC-GeoHMS in österreichischen Einzugsgebieten	69

6.2.3.1	Erstellung des Längenprofils an der Steyr	70
6.2.3.2	Erstellung des Längenprofils an der oberen Drau	71
6.2.3.3	Erstellung des Längenprofils an der oberen Mur	73
6.2.3.4	Erstellung des Längenprofils an der Schwechat	75
6.3	Diskretisierung der Betrachtungsabschnitte	78
6.3.1	Vergleich unterschiedlicher Diskretisierungen am Lech	78
6.3.2	Schätzung des Linienpotentials der Seitenzubringer	82
6.3.2.1	Einfluss der Topographie auf die Diskretisierung des Linienpotentials in den Seitenbächen des Lecheinzugsgebietes	82
6.3.2.1.1	Alperschonerbach	83
6.3.2.1.2	Bockbach	84
6.3.2.1.3	Bernhardsbach	85
6.3.2.1.4	Formarinbach	86
6.3.2.1.5	Grießbach	87
6.3.2.1.6	Höhenbach	88
6.3.2.1.7	Hornbach	89
6.3.2.1.8	Kaiserbach	90
6.3.2.1.9	Krabach	91
6.3.2.1.10	Krumbach	92
6.3.2.1.11	Namlosbach	93
6.3.2.1.12	Otterbach	94
6.3.2.1.13	Rotlech	95
6.3.2.1.14	Schwarzwasser - Fuchskarbach	96
6.3.2.1.15	Spullersbach	97
6.3.2.1.16	Streimbach	98
6.3.2.1.17	Sulzlbach	99
6.3.2.1.18	Weißbach	100
6.3.2.2	Einfluss der Topographie auf die Diskretisierung des Linienpotentials in den Seitenbächen der Schwechat	102
6.3.2.2.1	Triesting	103

6.3.2.2.2	Mödlingbach	104
6.3.2.2.3	Liesing	105
6.3.2.2.4	Petersbach	106
6.3.2.2.5	Sattelbach	107
6.4	Ableich der berücksichtigten Einzugsgebiete in den Studien von Pöyry und KlimAdapt	108
7	Abflusslinienpotential in den Klimaszenarien	111
7.1	Ansatz des Linienpotentials in den Betrachtungsgebieten	111
7.1.1	Diskretisierung des Lech	111
7.1.2	Diskretisierung der Schwechat	112
7.2	Errechnung der Mittelwasserführung	114
7.2.1	Lech	116
7.2.2	Schwechat	118
7.3	Abflusslinienpotential der Szenarien in den Zeitreihen	120
7.3.1	Lech	120
7.3.2	Schwechat	122
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	125
8.1	Vorgangsweise zur Schätzung des Linienpotentials	125
8.1.1	Hydrologischer Atlas Österreichs als Grundlage für die Potentialschätzung	125
8.1.2	Anwendung einer einheitlichen Methodik	126
8.2	Schätzung des Potentials der Seitenzubringer	127
8.2.1	Topographie	127
8.2.2	Entwässerungsverhältnisse in den Seitenbächen	130
8.3	Entwicklung des Linienpotentials in den Klimaszenarien	135
8.3.1	Lech	135
8.3.2	Schwechat	136
8.4	Datengrundlagen zur Erstellung von Längenschnitten	137
8.4.1	Landesregierungen als Datenquelle	137
8.4.2	Gebietsbauleitungen der Wildbach und Lawinenverbauung	138
8.4.3	Weitere Datenquellen	138

8.5	Schlusswort	139
9	Literaturverzeichnis	140
10	Tabellenverzeichnis	142
11	Abbildungsverzeichnis	143
12	Symbolverzeichnis	149
13	Anhang	151
13.1	Tabellen - Linienpotential im Modell 1961-1990	151
13.2	Tabellen – Linienpotential des Lech in den Szenarien	153
13.3	Linienpotential der Schwechat in den Szenarien	162
13.4	Potentialermittlungsansätze - Alpenschonenerbach (Lecheinzugsgebiet)	171
13.5	Potentialermittlungsansätze - Bernhardsbach (Lecheinzugsgebiet)	172
13.6	Potentialermittlungsansätze - Bockbach (Lecheinzugsgebiet)	173
13.7	Potentialermittlungsansätze - Formarinbach (Lecheinzugsgebiet)	174
13.8	Potentialermittlungsansätze - Grießbach (Lecheinzugsgebiet)	175
13.9	Potentialermittlungsansätze - Höhenbach (Lecheinzugsgebiet)	176
13.10	Potentialermittlungsansätze - Hornbach (Lecheinzugsgebiet)	177
13.11	Potentialermittlungsansätze - Kaiserbach (Lecheinzugsgebiet)	178
13.12	Potentialermittlungsansätze - Krabach (Lecheinzugsgebiet)	179
13.13	Potentialermittlungsansätze - Krumbach (Lecheinzugsgebiet)	180
13.14	Potentialermittlungsansätze - Namlosbach (Lecheinzugsgebiet)	181
13.15	Potentialermittlungsansätze - Ottersbach (Lecheinzugsgebiet)	182
13.16	Potentialermittlungsansätze - Rotlech (Lecheinzugsgebiet)	183
13.17	Potentialermittlungsansätze - Schwarzwasserbach (Lecheinzugsgebiet)	184
13.1	Potentialermittlungsansätze - Spullerbach (Lecheinzugsgebiet)	185
13.1	Potentialermittlungsansätze - Streimbach (Lecheinzugsgebiet)	186
13.1	Potentialermittlungsansätze - Sulzbach (Lecheinzugsgebiet)	187
13.2	Potentialermittlungsansätze - Weissenbach (Lecheinzugsgebiet)	188
13.1	Potentialermittlungsansätze - Liesing (Schwechateinzugsgebiet)	189
13.1	Potentialermittlungsansätze - Mödling (Schwechateinzugsgebiet)	190

13.1	Potentialermittlungsansätze - Mödling (Schwechateinzugsgebiet)	191
13.1	Potentialermittlungsansätze - Petersbach (Schwechateinzugsgebiet)	192
13.1	Potentialermittlungsansätze - Pöllersbach (Schwechateinzugsgebiet)	193
13.1	Potentialermittlungsansätze - Sattelbach (Schwechateinzugsgebiet)	194
14	Lebenslauf	195

1 Einleitung und Problemstellung

In zahllosen Berichterstattungen wird die allgemeine Erkenntnis der Klimaänderung sehr oft mit Naturkatastrophen aller Art in Verbindung gebracht und ein Zukunftsbild des Schreckens in die Bevölkerung getragen. Die Wissenschaft befasst sich seit geraumer Zeit mit der Thematik der Erderwärmung und ist versucht anhand von Zukunftsszenarien harte und weiche Fakten auszuweisen, um den Stand des Wissens transparenter zu machen.

So können für Mitteleuropa generelle Temperaturerhöhung mit stärkerem Anstieg der Sommertemperatur im mediterranen Bereich, und der Wintertemperatur im Nordosten als harte Fakten ausgewiesen werden. Auch der Rückgang der festen Komponente des Niederschlags, sowie eine Zunahme der Verdunstung und weiteres Schmelzen der Gletscher können als besser belegte Aussichten deklariert werden. Ebenso ist eine Zunahme der positiven Temperaturextremwerte mit einem analogen Rückgang der negativen Temperaturextremwerte als hartes Faktum einzustufen. (Böhm, 2007)

Diese Erkenntnisse ermöglichen Prognosen der Auswirkungen in den unterschiedlichsten Bereichen. Klimafolgen führen zu Artenverschiebungen und Veränderungen in Land, Forst und Wasserwirtschaft. Unter anderem wird sich das Abflussverhalten von Oberflächengewässern zukünftig verändern und entsprechende Auswirkungen auf die hydroelektrische Energieerzeugung haben.

In der Wasserkraftnutzung werden die Anlagen auf die Beobachtungsreihen der Abflüsse bemessen und sind auf diese ausgelegt. Jede Änderung des Abflusses resultiert in einer Änderung des Arbeitsvermögens. Möglichen zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels auf die Energieerzeugung durch Wasserkraft kann beispielsweise anhand des Abflusslinienpotentials Rechnung getragen werden.

2 Zielsetzung und Abgrenzung der Fragestellung

2.1 Zielsetzung der Fragestellung

Ziel der Arbeit ist die Analyse der möglichen Veränderung des Wasserkraftpotentials in Österreich infolge von Klimaveränderungen im Zeitraum 2010 – 2090. Grundlage für diese Arbeit bilden die Klimasimulationen mittels regionaler Klimamodelle. Diese haben eine Auflösung von 10x10 km. Die hydrologischen Daten für die Referenzperiode 1961- 1990 wurden aus KlimAdapt entnommen (Nachtnebel et al. 2010). Grundlegend für die Bearbeitung der Fragestellung sind einerseits die Qualität der zur Verfügung stehenden Daten, andererseits ein vernünftiges Konzept für den Ansatz des Linienpotentials, welches von einem Einzugsgebiet auf alle weiteren mit geringem Aufwand übertragbar sein soll. Zusätzlich zu den hydrologischen Grundlagen, welche dem hydrologischen Atlas Österreichs entnommen werden, sollten die topographischen Verhältnisse, welche das Geopotential definieren, mit Hilfe von GIS-Applikationen aus einem digitalen Geländemodell errechnet werden.

2.2 Abgrenzung der Fragestellung

Im Arbeitsablauf wurde festgestellt, dass vor allem die Erstellung der Längenschnitte aus digitalen Geländemodellen zu nicht zufriedenstellenden Ergebnissen führte, somit widmeten sich die Arbeiten vermehrt der Beurteilung möglicher Lösungsansätze. So wurde die Errechnung der Klimafolgewirkung auf die Wasserkraftnutzung, mittels zweier Einzugsgebiete unterschiedlicher geologischer, geographisch-klimatischer sowie hydrologischer, und topographischer Bedingungen durchgeführt. Der Schwerpunkt der Arbeit bezieht sich auf die Entwicklung eines vernünftigen Ansatzes zur Schätzung des Linienpotentials, sowie der Darstellung von möglichen Klimafolgen für die errechneten Abflusspotentiale.

Somit widmet sich die Arbeit der Findung eines vernünftigen Ansatzes zur Schätzung des Linienpotentials in einem gut dokumentierten Einzugsgebiet einerseits, und der Problematik bei GIS-basierten Kotenanalysen mit entsprechenden Problemlösungsansätzen andererseits, sowie der Darstellung von möglichen Klimafolgen in den errechneten Abflusslinienpotentialen.

3 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

3.1 Einleitung

Da trotz der eingeschränkten Zielsetzung, die Analyse der klimabedingten Veränderung des Wasserkraftpotentials in Österreich als zentrales Thema dieser Arbeit erhalten bleibt, galt bei der Wahl der zu behandelnden Einzugsgebiete, die Forderung nach zwei in Topographie und Hydrologie möglichst unterschiedlichen Einzugsgebieten. Es wurden daher die beiden Einzugsgebiete Lech und Schwechat gewählt.

3.2 Der Lech

3.2.1 Einzugsgebiet und geographische Lage

Die Quelle des Lech, der Formarinbach entspringt auf 1874 m ü. A in der Formarinalpe, am Fuß der Roten Wand. Seinen Namen trägt der Lech ab der Einmündung des Spullerbaches, einem Rechtszubringer. Aufgrund des stark verzweigten Flusssystem, mit sehr hoher Umlagerungsdynamik wird der Lech auch als einer der letzten Wildflüsse der Alpen bezeichnet. Der österreichische Lech durchfließt die Bundesländer Vorarlberg und Tirol, und entwässert dabei ein Einzugsgebiet von ca. 1300 km² (ohne Vils). Nach 250 km Lauflänge mündet er bei Rain (Deutschland) auf ca. 400 m ü. A in die Donau.

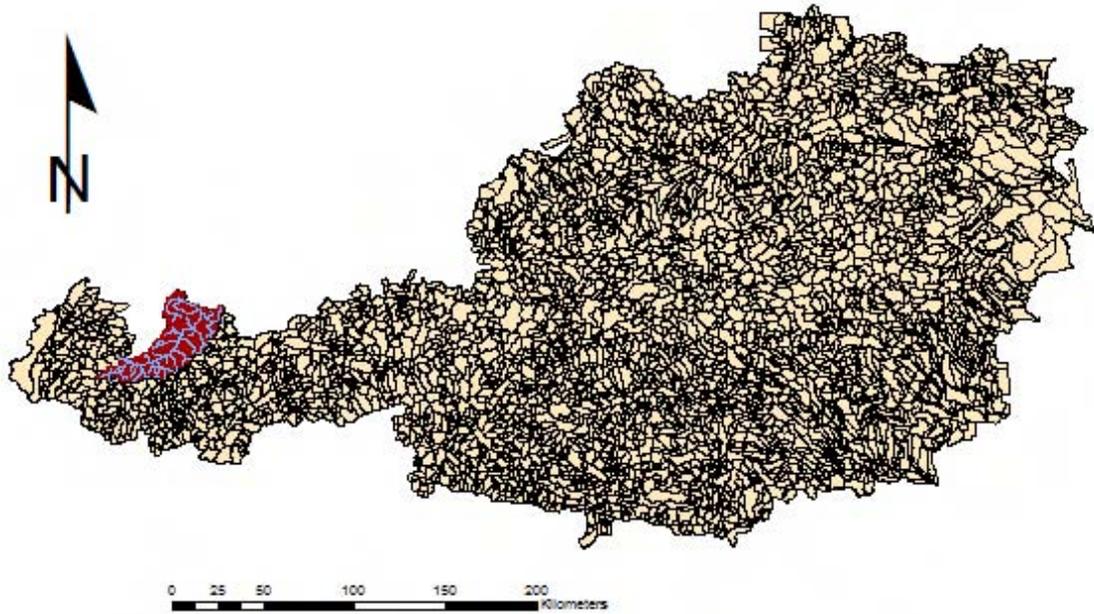
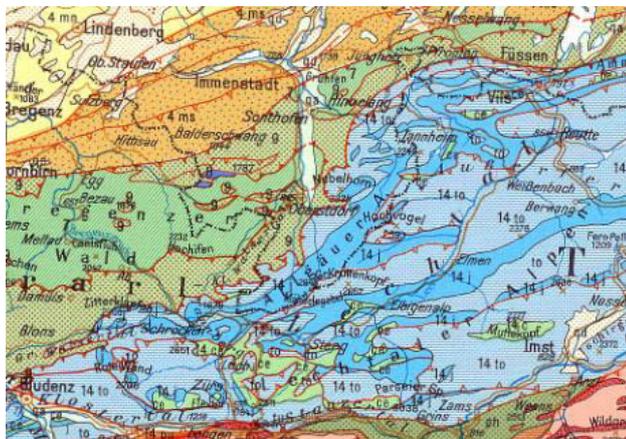


Abbildung 3.1 Geographische Lage des Lech

3.2.2 Geologie

Der Flusslauf des Lechs trennt die Lechtaler von den Allgäuer Alpen, beide Züge sind Gebirgsstöcke der nördlichen Kalkalpen mit sehr vielfältiger Geologie, und verwittern meist zu steilen, schroffen Bergformationen. Das SW-NO ausgerichtete Lechtal wies ursprünglich ein Trogprofil auf, und wurde postglazial überformt. Bis zur Einmündung des Vorderhornbaches (flussauf Stanzach) ist, mit Ausnahme der Kerbtal- bzw. Klammstrecke zwischen Lech und Prenten, die Talform als Sohlenkerbtal mit variabler Breite einzuordnen. Weiter flussabwärts lässt sich die Charakteristik als Sohlental einstufen. (Muhar et al. 1996)



Alpen und inneralpine Senkungsfelder

- Helvetikum (im Profil)
- Nordalpen: Flysch incl. Waschberg- u. Klippenzonen
- Südalpen: O. Kreide-Alttertiär (im Profil).
- Pennin (mesoz. u. paläoz. Schieferhüllen)
- Zentralgranite u. Gneiskerne
- Mesozoikum } der Zentralalpen (im Profil)
- z. T. mit Paläozoikum } der Nördl. Kalkalpen (Drauzug u. Karawanken etc.)
- Süd. Kalkalpen
- Paläoz. Grauwackenzone u. Karnische Alpen (im Profil)
- Kristallin der Zentralalpen mit mesoz. u. paläoz. Anteilen
- Tertiäre Senkungsfelder (in der Skizze)

Abbildung 3.2 Geologie des Lecheinzugsgebietes

3.2.3 Vegetation

Das Einzugsgebiet des Lechflusses entwässert Teile der Wuchsgebiete "4.1 Nördliche Randalpen – Westteil" und "2.1 Nördliche Zwischenalpen – Westteil". Wobei im Wuchsgebiet nördliche Randalpen nur die Einzugsgebiete der Vils, des Sababaches und Teile des Archbaches liegen, der Rest ist dem Wuchsgebiet nördliche Zwischenalpen zuzuordnen. Im Wuchsgebiet 4.1 stellen sich Buchenwälder in der submontanen Stufe und Buchennadelwälder mit Beimischung von Fichte und Tanne montan bzw. hochmontan und Nadelwaldreinbestände subalpin ein. Der Großteil des Untersuchungsgebietes befindet sich im Wuchsgebiet 2.1 in dem Fichten bzw. Fichten-Tannenwälder vorherrschen und auf trockenen Karbonatstandorten Weißkieferwälder als Waldgesellschaften vorzufinden sind. (KILIAN et al. 1993)

3.2.4 Hydrologie

Die hier angeführte Klassifizierung der Abflussregime wurde von PARDÉ 1947, GRIMM 1968 bzw. erweitert von STEIDL 1991 und MADER et al. 1996 entwickelt. So wird als Abflussregime die jahreszeitliche Schwankung des Abflusses verstanden, und durch Schwankungskoeffizienten wie folgt beschrieben:

$$SK_i = MQ_i / MQ_{\text{Jahr}} \quad (i = \text{entsprechender Monat})$$

(vgl. PARDÉ, 1947)

$$SK_{\text{max}} = MQ_{\text{max. Doppelmonat}} / 2 \times MQ_{\text{Jahr}}$$

$$SK_{\text{Jahr}} = MQ_{\text{max. Doppelmonat}} / MQ_{\text{min. Doppelmonat}}$$

(vgl. GRIMM, 1968)

Das Abflussregime ist bis zur Ortschaft Lech als **Nival** einzuordnen, welches durch ein winterliches Abflussminimum in den Monaten Dezember bis Februar charakterisiert wird. Flussab verändert sich das Regime und geht über zu **Gemäßigt Nival**, mit einer Abflussdominanz in den Monaten April bis Juni, wobei das Maximum zwischen Mai und Juni variiert. Das Einzugsgebiet der Vils ist als Winternival einzuordnen. Hier stellt sich neben dem Hauptmaximum zwischen Mai und Juli ein zweites deutlich schwächer ausgeprägtes Wintermaximum ein.

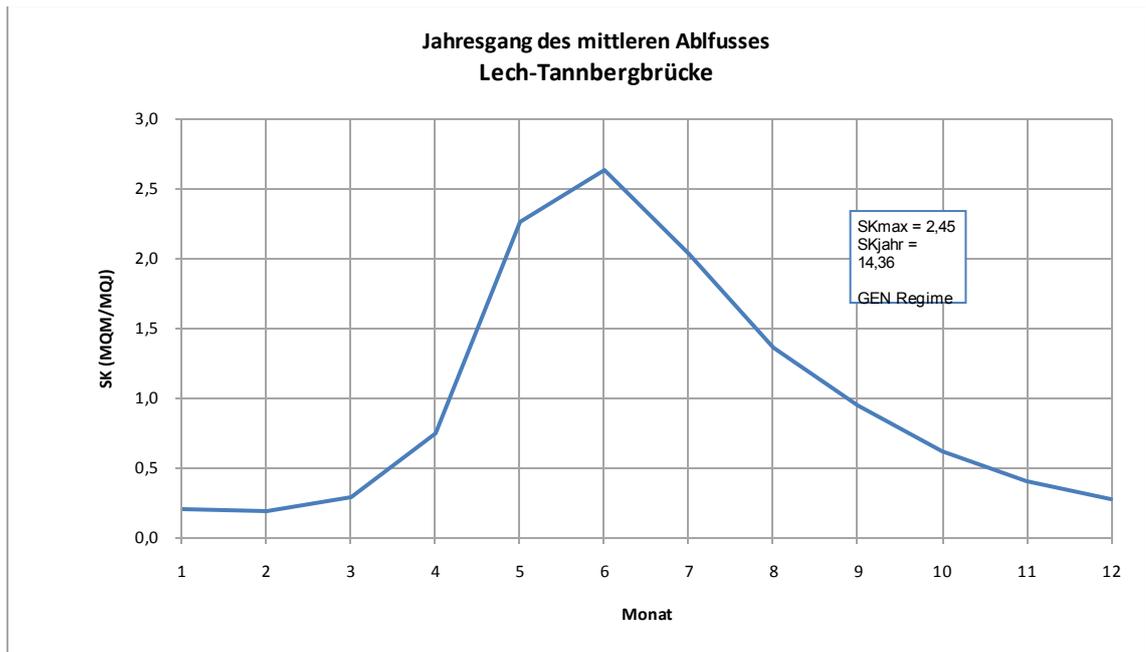


Abbildung 3.3 Gemäßigt Nivales Regime, 1951-2007

(Quelle: Hydrographisches Jahrbuch 2007)

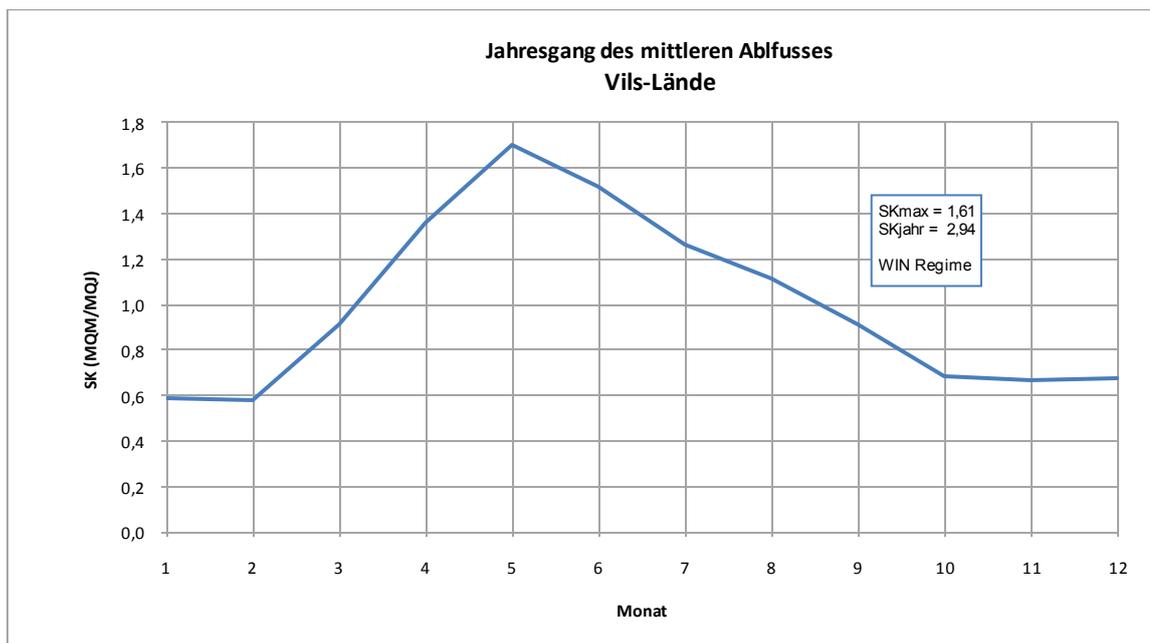


Abbildung 3.4 Winternivales Regime, 1961-2007

(Quelle: Hydrographisches Jahrbuch 2007)

3.2.5 Klima

Das Einzugsgebiet des behandelten Gebietes befindet sich in einem Übergangsklima vom subkontinentalen trockenen Innenalpenbereich zum kühl-humiden Bereich der Randalpen. Im Niederschlag ist ein deutliches Maximum in den Sommermonaten zu verzeichnen, während die Sommertemperaturen tiefer liegen als in vergleichbaren Höhenlagen der Zentralalpen. Die Winter sind schneereich und wärmer als in den Zentralalpen. Die Region ist des Weiteren von ausgeprägten Föhnlagen gekennzeichnet, und die nördlichen Areale sind stärker vom Randalpenklima geprägt.

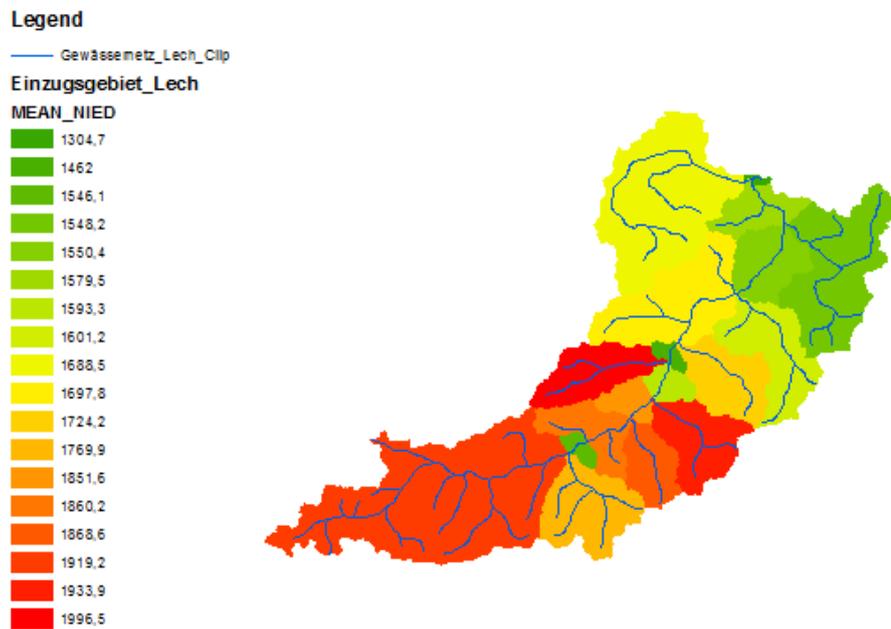


Abbildung 3.5 mittlere jährliche Niederschlagshöhen [mm] im Lecheinzugsgebiet (Quelle: HAÖ)

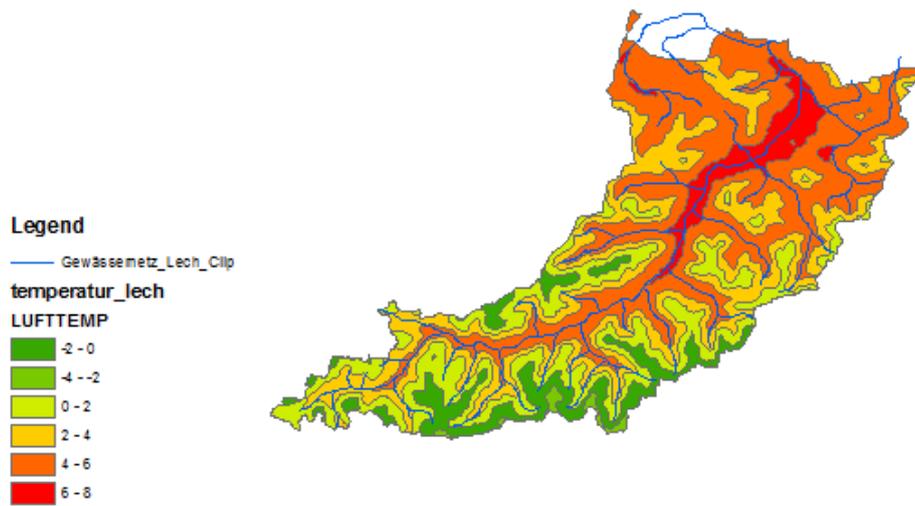


Abbildung 3.6 mittlere Jahrestemperatur [°C] im Lecheinzugsgebiet (Quelle: HAÖ)

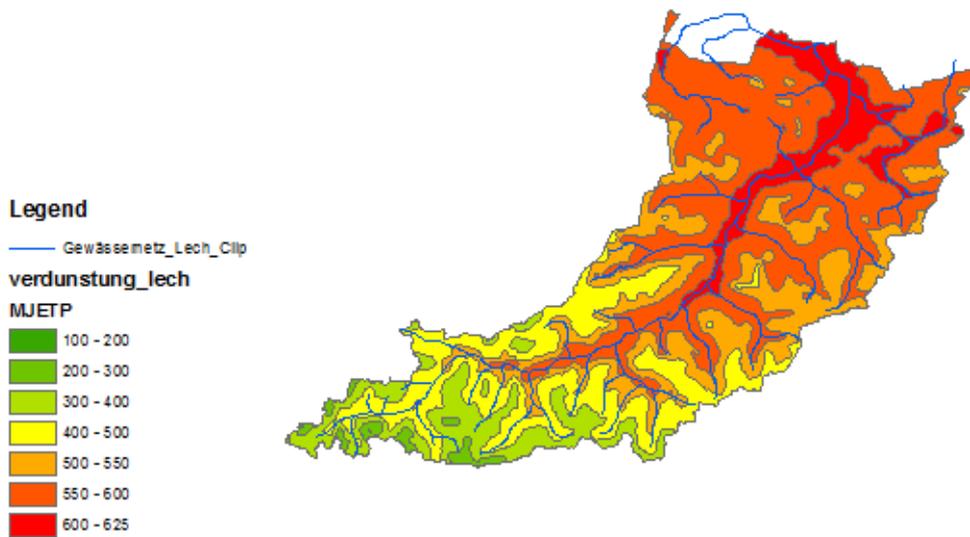


Abbildung 3.7 mittlere jährliche Verdunstung [mm] im Lecheinzugsgebiet (Quelle: HAÖ)

3.3 Die Schwechat

3.3.1 Einzugsgebiet und geographische Lage

Die Quellbäche Lammeraubach und Agsbach entspringen in der höchsten Erhebung des Wienerwaldes, dem Osthang des Schöpflkammes und münden bei Klausenleopoldsdorf ineinander und bilden hier die Schwechat. Das Einzugsgebiet der Schwechat umfasst mit ihren größten Zubringern dem Mödlingbach, der Triesting und der Liesing den gesamten südlichen Wienerwald. Die Schwechat entwässert somit ein Gebiet von 1167 km².

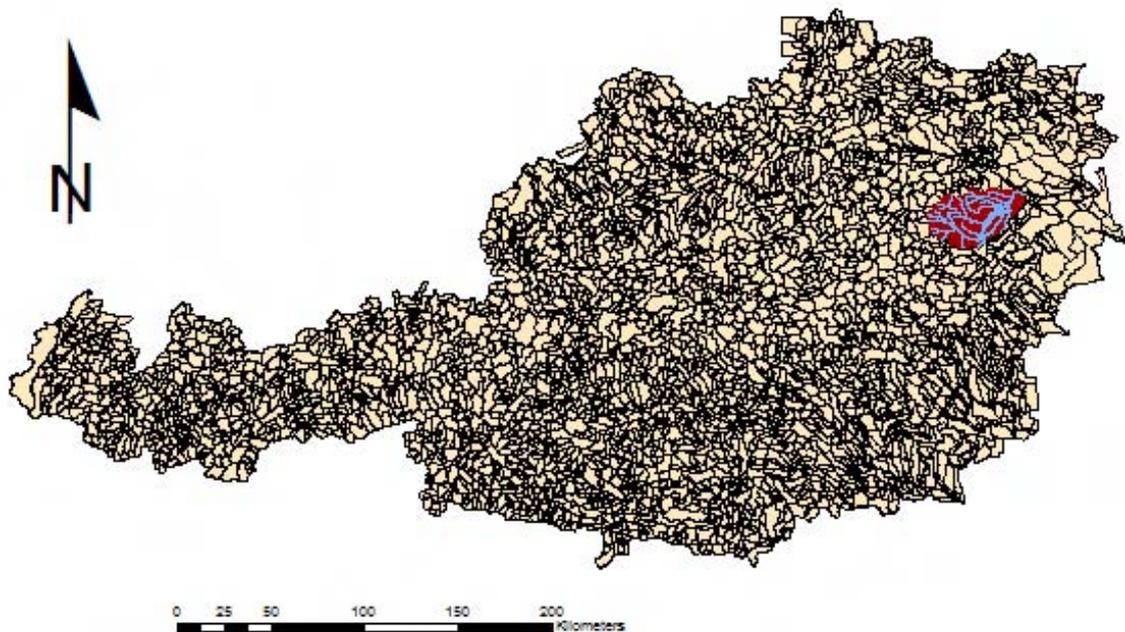


Abbildung 3.8 Geographische Lage der Schwechat

3.3.2 Geologie

Vom Ursprung weg bahnt sich die Schwechat ihren Weg zunächst durch den Kalkstock der vorgeschobenen Kalkostalpen bevor sie den breiten Talboden des Sandstein-Wienerwaldes erreicht. Es sind hier zwei in ihrer Geologie gänzlich unterschiedliche Zonen zu unterscheiden, die Flysch-Sandsteinzone, welche den Ostalpenbogen als schmales Band begleitet und nahezu 4/5 des Wienerwaldes umfasst, und die Ausläufer der nördlichen Kalkalpen, welche sich im Süden und Südosten an die Flyschgesteine anschließen.

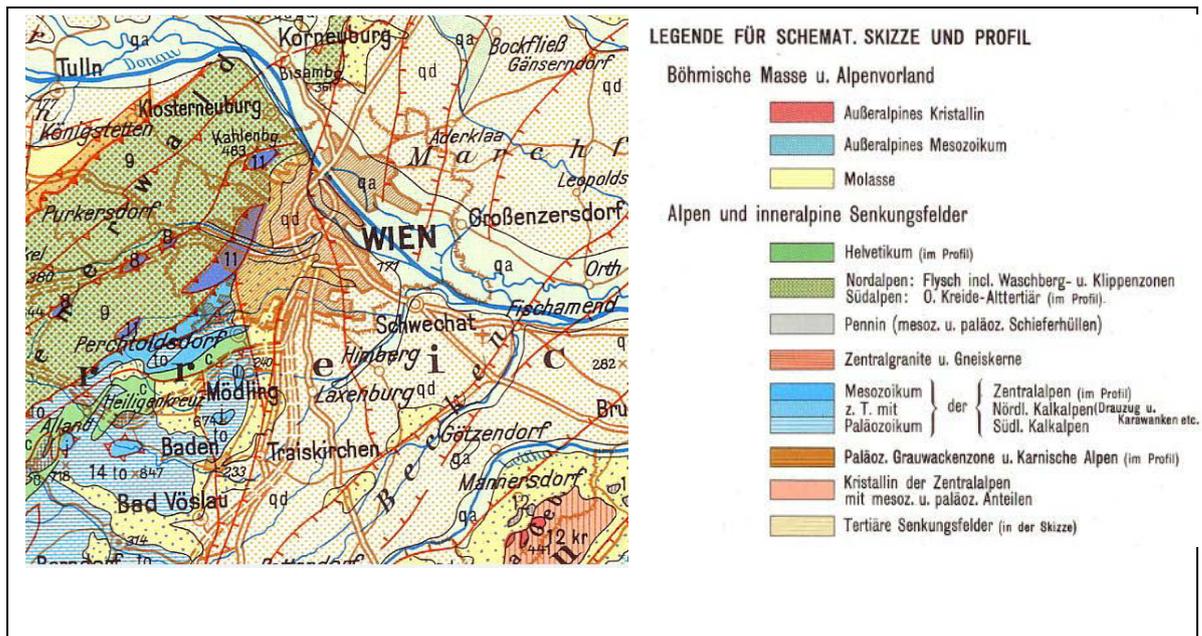


Abbildung 3.9 Geologie des Schwechateinzugsgebietes

3.3.3 Vegetation

Das Schwechateinzugsgebiet erstreckt sich über drei Wuchsgebiete. Im westlichen Teil herrscht das Wuchsgebiet “4.2 Nördliche Randalpen – Ostteil“ mit Fichten-Tannen-Buchenwäldern vor, während die Vegetation im Mittelteil vom Wuchsgebiet “5.1 Niederösterreichischer Alpenostrand“ mit Schwarzkiefernwäldern geprägt wird und in den östlichen Arealen das Wuchsgebiet “8.1 Pannonisches Tief- und Hügelland“ mit Eichenmischwäldern dominiert. (KILIAN et al. 1993)

3.3.4 Hydrologie

Das Abflussregime im Einzugsgebiet ist ein Pluvio nivales Regime, welches sich durch eine Dominanz in den Monaten März / April auszeichnet. Die Ganglinie fällt nach dem Hauptmaximum kontinuierlich bis zum Herbst, und kann somit als winterstark ausgewiesen werden (vgl. MADER et al 1996).

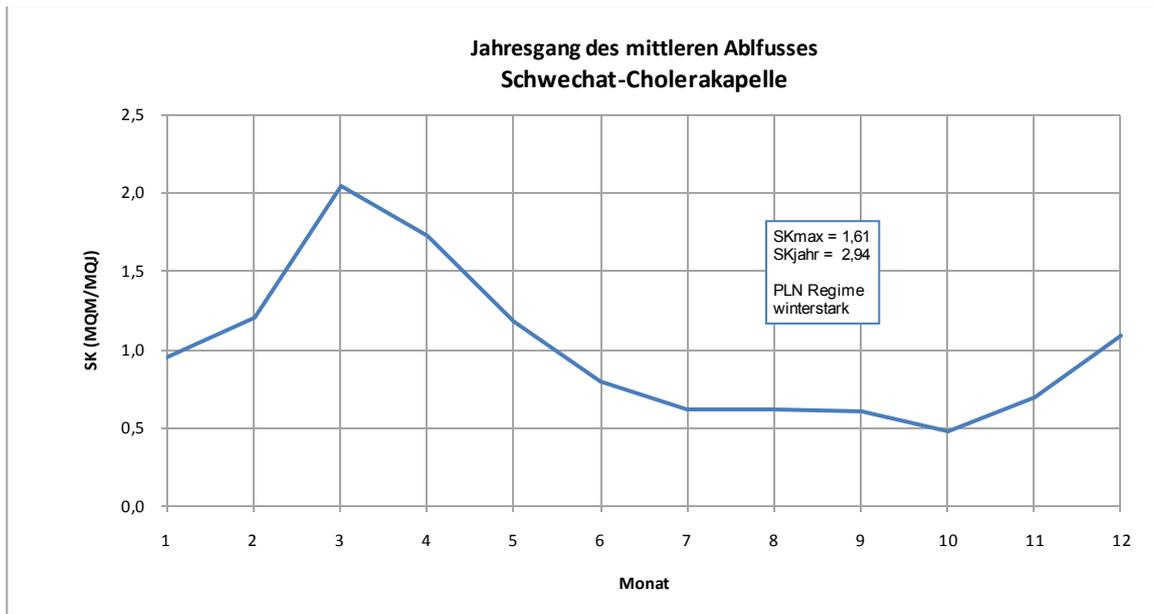


Abbildung 3.10 Pluvio nivales Regime, winterstark, 1976-2007

(Quelle: Hydrographisches Jahrbuch 2007)

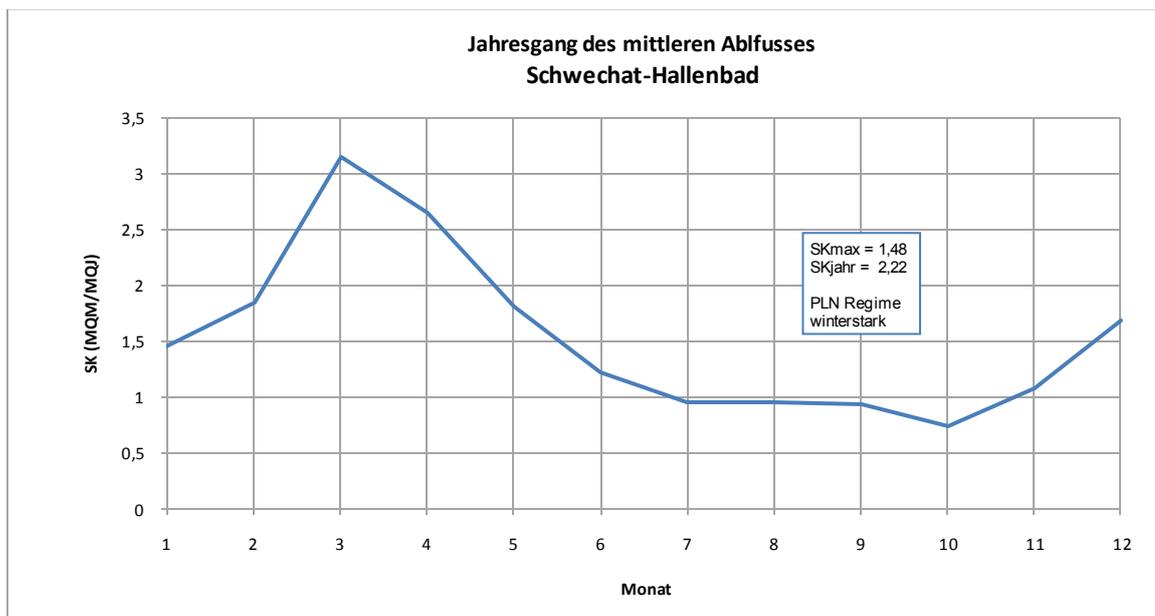


Abbildung 3.11 Pluvio nivales Regime, winterstark, 1977-2007

(Quelle: Hydrographisches Jahrbuch 2007)

3.3.5 Klima

Das Einzugsgebiet der Schwechat liegt in der kühl-gemäßigten Klimazone mit Einflüssen des pannonischen und Alpenvorlandklimas. Der Großteil des Gebietes unterliegt pannonischer Charakteristik welche ein warmes, gemäßigtes und eher trockenes Klima erwirkt und hier Niederschläge regional an weniger als 100 Tagen fallen können. Einzig die Quellflüsse der Schwechat, und der Oberlauf der Triesting sind vom oberdeutschen Alpenvorlandklima geprägt, welches deutlich höhere Temperaturamplituden im Jahresgang, sowie höhere Niederschlagsaktivität zu verzeichnen hat. (Zwittkovits, 1982)

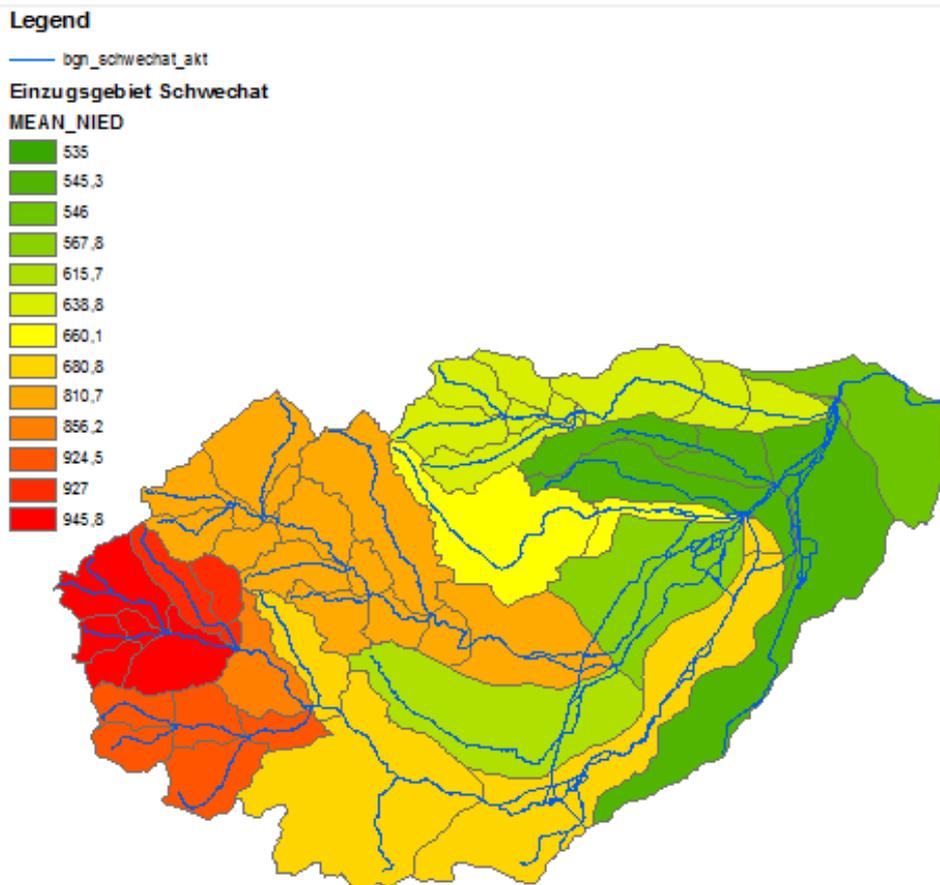


Abbildung 3.12 mittlere jährliche Niederschlagshöhen [mm] im Schwechateinzugsgebiet (Quelle: HAÖ)

Legend

- bgn_schwechat_akt
- temeratur_schwechat**
- LUFTEMP**
- 10 - 12
- 4 - 6
- 6 - 8
- 8 - 10

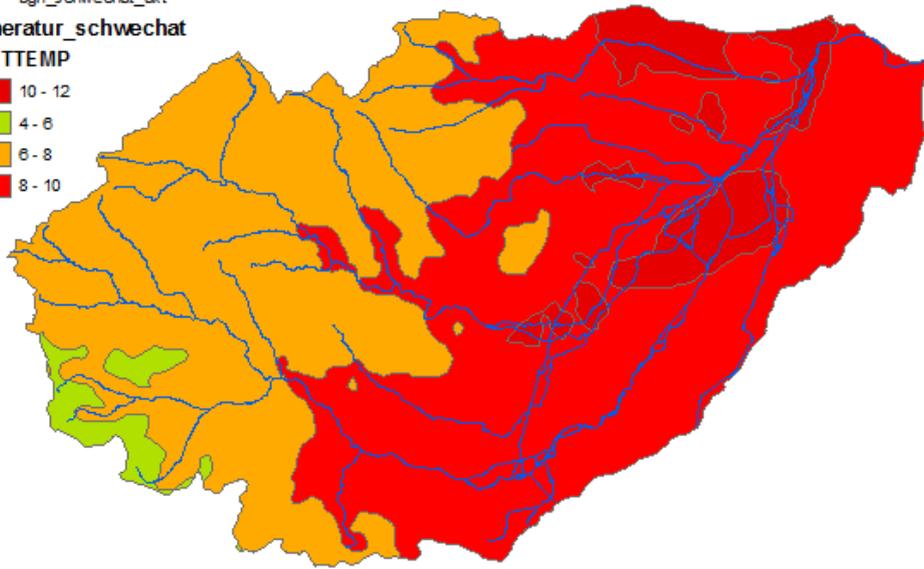


Abbildung 3.13 Jahresmitteltemperatur [°C] im Einzugsgebiet der Schwechat

Legend

- bgn_schwechat_akt
- verdunstung_schwechat**
- MJETP**
- 600 - 625
- 625 - 650

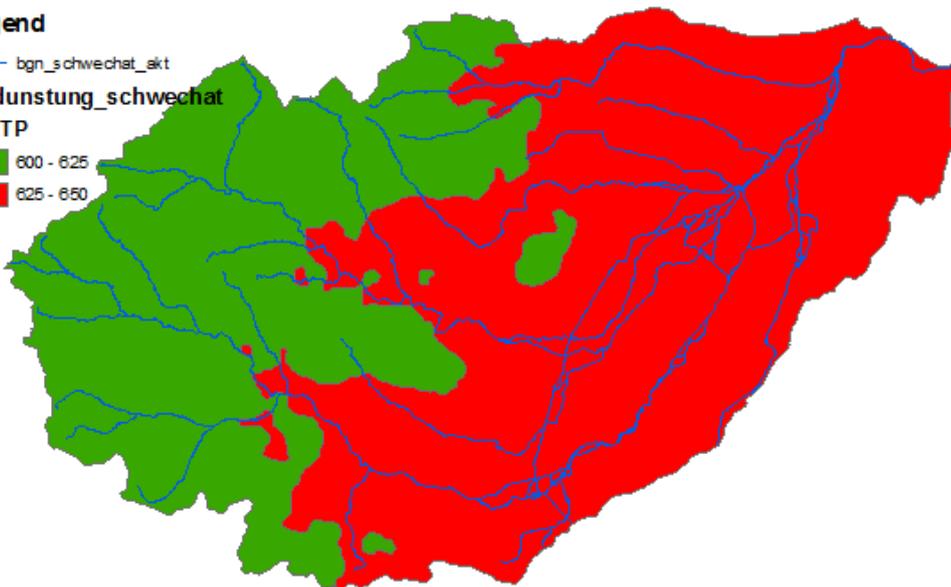


Abbildung 3.14 mittlere jährliche Verdunstung [mm] im Einzugsgebiet der Schwechat (Quelle: HAÖ)

4 Datengrundlagen

4.1 Wasserkraftkataster

Die Publikationen des Wasserkraftkatasters wurden von 1945-1966 herausgegeben und sind in folgende Bände unterteilt:

- Vöckla
- Triesting
- Tauernbach
- Stubache
- Schwechat
- Sill
- Sannach
- Pitztaler Ache
- Ötztaler Ache
- Möll
- Kamp
- Ill
- Melach
- Malta
- Steyr
- Mur
- Krimmler Ache
- Kapruner Ache
- Lieser
- Bregenzer Ache
- Gasteiner Ache
- Fuschler Ache
- Fraggerbach
- Ager
- Alm
- Donau
- Inn 1 bis 3
- Gurk
- Salzach
- Leitha
- Drau 1 bis 2

Die Ausführungen des Wasserkraftkatasters betreffen das Linienpotential. Zusätzlich zu den Darstellungen der Potentialanalysen mit umfassenden Kartenmaterial finden sich im Wasserkraftkataster auch noch detaillierte und mit großer Sorgfalt und Genauigkeit aufbereitete hydrologische Informationen zum Niederschlags und Abflussverhalten in den herangezogenen Zeitreihen. Da die einzelnen Werke des Wasserkraftkatasters in einer Zeitspanne von über 20 Jahren publiziert wurden, und dadurch unterschiedliche Bearbeiter die Einzelpublikationen ausfertigten, weichen die Werke in bestimmten Bereichen dennoch stark voneinander ab.

Zwar sind Aufbau und Gliederung der einzelnen Bände immer dieselben, jedoch lassen sich starke Differenzen in der Qualität der geschriebenen Längenschnitte und sogar im Ermittlungsansatz für das Abflusslinienpotential feststellen(siehe Kapitel 6.1.1 bzw. 6.1.2). Für

die vorliegende Arbeit wurden die Bände Lech und Schwechat herangezogen um zwei topographisch und hydrologisch unterschiedliche Einzugsgebiete zu analysieren.

4.2 **Wasserkraftstudien**

Für das Bundesgebiet liegen im Wesentlichen drei Potentialstudien für hydroelektrische Energienutzung vor, einerseits die Bände des Wasserkraftkatasters, andererseits die von Schiller 1982 publizierte Studie „*Die Wasserkraftnutzung in Österreich – Wasserkraftpotential Stand 1982*“ bzw. die Potentialstudie der Pöyry (2008), welche auf der Grundlage von Schiller basiert. Die angeführten Studien werden mit dem in der KlimAdapt Studie (Nachtnebel et al. 2010) ausgewiesenen Flächenpotential verglichen und Abweichungen interpretiert. Das im Wasserkraftkataster ermittelte Potential beschränkt sich auf das Brutto-Linienpotential, in KlimAdapt wird das Flächenpotential herangezogen, während Schiller bzw. Pöyry eine umfassende Potentialstudie publizierten. Im Folgenden sollen die unterschiedlichen Potentialbegriffe erklärt, und die Studien vorgestellt werden.

4.2.1 **Begriffsdefinitionen**

Für die Potentialermittlung können folgende Ansätze unterschieden werden (z.B. SCHILLER & DREXLER, 1991):

- **Niederschlagspotential:** Heranziehung der potentiellen Energie des Niederschlags unter Berücksichtigung der vorhandenen topographischen Gegebenheiten und der Niederschlagsfracht im Einzugsgebiet.
- **Abflussflächenpotential:** Ansatz der potentiellen Energie des abflusswirksamen Niederschlags über die Topographie des Einzugsgebietes.
- **Abflusslinienpotential:** Potentialermittlung über die potentielle Energie des Gerinnes über Abflussfracht und Längenschnitt des Gewässerlaufes

In den Ausführungen der vorliegenden Arbeit wird für die Potentialrechnungen das **Roharbeitsvermögen**, welches sich über das **Abflusslinienpotential Brutto**, d.h. unter Vernachlässigung der Anlagenverluste herangezogen, und in weiterer Folge einfachheitshalber als **Abflusslinienpotential bzw. Linienpotential** bezeichnet.

Das **Technische Potential** berücksichtigt den Anlagenwirkungsgrad von ca. 87 % und wird in Folge der Berücksichtigung des Verlustes als **Abflusslinienpotential Netto** bezeichnet. Um in

Wasserkraftpotentialstudien die bestehenden Möglichkeiten der hydroelektrischen Energiegewinnung zu analysieren werden weitere Begriffe herangezogen:

Ausgebautes Wasserkraftpotential: Quantifiziert das, durch den bestehenden Kraftwerkspark erschlossene, bereits ausgebaute Potential, und wird vom **ausgebauten Rohpotential** unterschieden. Das Rohpotential ist jenes Potential, welches die Nutzung des gesamten verfügbaren Abflusses unter Heranziehen der Bruttofallhöhe definiert.

Linienrestpotential: Beschreibt die Differenz aus technischem und ausgebautem Potential. Es unterteilt sich einerseits in Potentiale, welche durch Kraftwerksneubau erschlossen werden, andererseits in Potentiale welche durch Optimierung bestehender Anlagen verfügbar werden.

Technisch nutzbares Wasserkraftrestpotential: Ist der rein aus technischer Sicht erschließbare Anteil des Linienrestpotentials.

Ausbauwürdiges Wasserkraftrestpotential: Aus wirtschaftlichen Aspekten erschließbarer Teil des Technisch nutzbaren Wasserkraftrestpotentials.

Ausbaufähiges Wasserkraftrestpotential: Ist der aus rechtlichen und ökologischen Gründen, sowie gesellschaftspolitischen Aspekten erschließbare Anteil des Ausbauwürdigen Wasserkraftrestpotentials.

(Pöyry, 2008)

4.2.2 Wasserkraftpotentialstudie von Schiller

Schiller publizierte 1982 eine umfassende Potentialstudie für beinahe das gesamte Bundesgebiet Österreich. Unterteilt wurde in die Haupteinzugsgebiete Rhein, Lech, Inn, Drau, Salzach, Mur, Enns und Donau und die Berechnung erfolgte mit Fließgewässern, deren Abfluss an der Mündung in den Hauptvorfluter größer als $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ist.

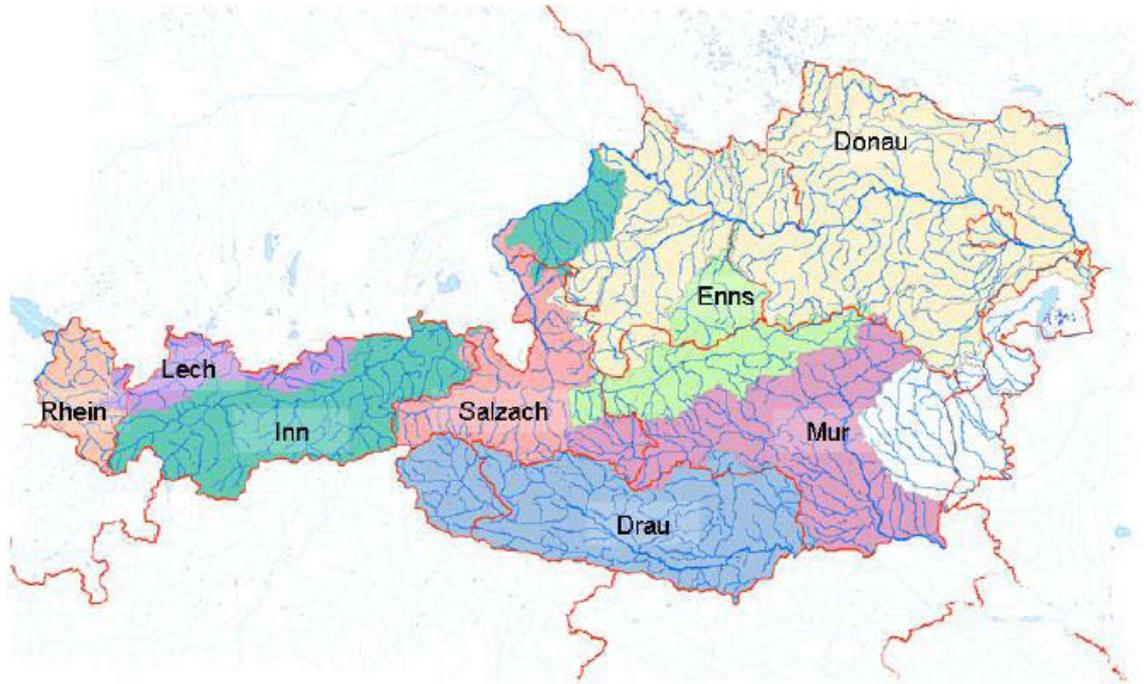


Abbildung 4.1 Unterteilung der betrachteten Einzugsgebiete (Schiller 1991)

Ermittlung des Abflusslinienpotentials:

- Im Fall von Um- und Überleitungen wurde der tatsächlich im Gewässer verbleibende Abfluss herangezogen, und der übergeleitete Teil dem entsprechenden Einzugsgebiet zugeordnet.
- Die Berechnung erfolgte mit real am Pegel gemessenen Abflusswerten
- Errechnung des Netto- Abflusslinienpotential
- Bei bestehenden Kraftwerken wurde das errechnete Potential um das Regelarbeitsvermögen der Anlagen reduziert
- Linienpotential an Grenzstrecken wird nur zur Hälfte dem österreichischen Potential zugeordnet

(Schiller 1991 in PÖYRY, 2008)

Als Potentialemittlungspunkte wurden hier vorwiegend Beobachtungspegel herangezogen und auf dieser Basis das Abflusslinienpotential ermittelt siehe Kapitel 5.1.

4.2.3 **Wasserkraftpotentialstudie der Pöyry**

Die von SCHILLER angewandte Methodik wurde von Pöyry, 2008 im Wesentlichen übernommen und mit aktuellen hydrologischen Daten adaptiert.

Es wurde die Zeitreihe 1961 – 2000, unter Verwendung der Daten des Hydrographischen Zentralbüros herangezogen. Als weitere Datenbasis diente der Hydrologische Atlas Österreichs (HAÖ). Bei Flächendifferenzen zwischen den in Schiller ausgewiesenen Einzugsgebieten und dem Flächen aus dem HAÖ wurden diese auf die von Schiller verwendeten Flächen zurückgerechnet. Im Zuge dessen wurde ein Korrekturfaktor ermittelt, welcher direkt am Linienpotential angesetzt wurde, und somit die Abflüsse auf die Einzugsgebiete des Hydrologischen Atlas, in vereinfachter Form anpasste. Auch der Ansatz für die Schätzung des Potentials der Seitenbäche wurde von Schiller übernommen, und in stark vereinfachter Form errechnet. Als Grundlage dienten die Höhenkote des Gewässerursprungs, sowie die Kote des Einmündungsbereiches und ein entsprechender MQ-Wert an der Mündung. Das Potential wurde über die gesamte, zur Verfügung stehende, Fallhöhe mit $0,5 \cdot MQ$ errechnet (Fuchs, 2010). Diese lineare Vereinfachung sollte laut dem Bericht zu einer Unterschätzung des tatsächlichen Geopotentials führen.

Tabelle 1 Errechnetes Netto-Linienpotential in Schiller und Pöyry (aus Pöyry 2008)

	Netto-Abflusslinienpotential (GWh)		Anteil (%)
	Schiller, 1982	Abschätzung 2007	
Rhein	264	260	99%
Rhein Seitenbäche	4.725	4.719	100%
Lech	893	927	104%
Lech Seitenbäche	325	338	104%
Inn	6.481	6.405	99%
Inn Seitenbäche	8.825	8.900	101%
Salzach	3.560	3.408	96%
Salzach Seitenbäche	5.458	5.308	97%
Donau	15.505	15.534	100%
Donau Seitenbäche (ohne Inn, Enns)	5.420	5.451	101%
Enns	4.100	3.988	97%
Enns Seitenbäche	1.752	1.699	97%
Mur	4.875	4.707	97%
Mur Seitenbäche	2.606	2.585	99%
Drau	4.308	3.920	91%
Drau Seitenbäche	6.489	6.450	99%
Summe	75.586	74.598	99%

„Vergleichsberechnungen von PÖRY Energie GmbH zeigten, dass insbesondere im Bereich der Seitenbäche das tatsächlich vorhandene Linienpotential deutlich höher sein kann als von SCHILLER angegeben.“ (Pöry, 2008)

PÖRY gab für die Unterschätzung mögliche Ursachen an:

- Konservative Schätzung des Geopotentials bzw. der Bruttofallhöhen
- Vereinfachte Abschätzung der Längenschnitte
- Zugrundelegung konstanter Abflusspenden, ohne Berücksichtigung der regionalen Verteilung bzw. der Seehöhen

4.2.4 Flächenpotentialermittlung aus KlimAdapt

Das über die Wasserbilanzsimulation ermittelte mittlere Flächenpotential für die Zeitreihe 1961-1990 beträgt 137.000 GWh und liegt damit unter dem von SCHILLER und DREXLER (1991, in PÖRY 2008) angegebene Flächenpotential von 150.000 GWh. Auch in KlimAdapt wurden die Gebiete nach den Hauptvorflutern untergliedert.

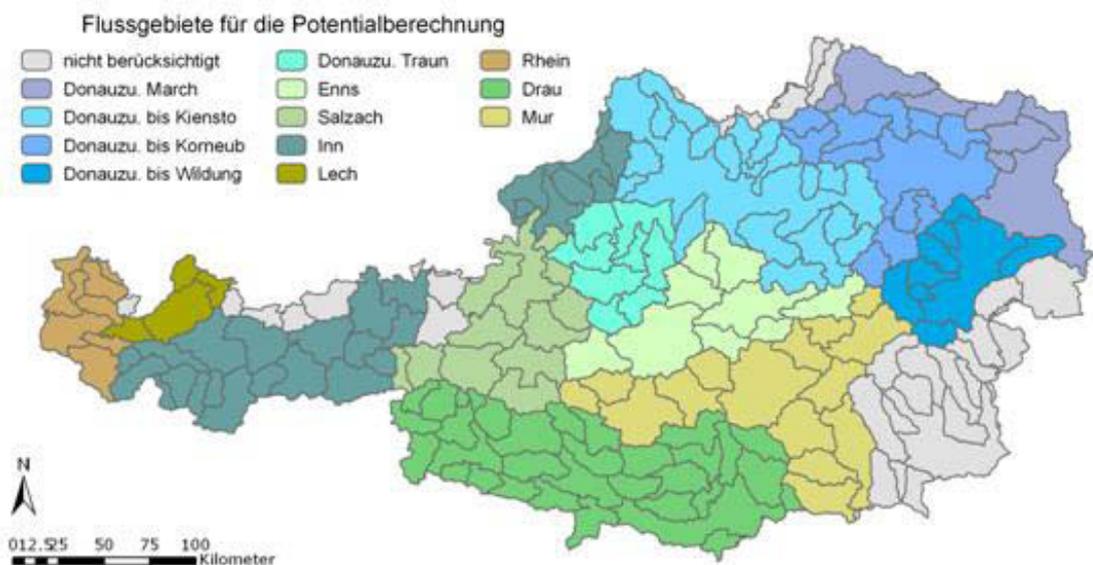


Abbildung 4.2 Einteilung der Flussgebiete in KlimAdapt

Der Verhältniswert aus Linienpotential und Flächenpotential ist mit 0,43 etwas niedriger als der bei SCHILLER und DREXLER ausgewiesene von 0,5 (Nachtnebel, 2010). Eine mögliche Ursache könnte der genaue Abgleich der herangezogenen und unberücksichtigten Einzugsgebiete liefern.

4.3 Hydrologischer Atlas Österreichs

Der HAÖ (Hydrologischer Atlas Österreichs) ist eine Sammlung thematischer hydrologischer Karten, die aus einer klassischen, gedruckten Ausführung und einer digitalen, GIS-basierten Version besteht.

Im Paket der digitalen Version sind die Shape-Dateien des hydrologischen Atlas enthalten, welche Gewässernetz, Einzugsgebiet und Einmündungsbereiche definieren (Fürst, 2008), und hier als maßgebende Datengrundlage dienen.

Shapefiles des HAÖ:

- HydroEdge (Gewässernetz)
- HydroJunction (Knoten bzw. Flussmündungen)
- Wasserbilanz bzw. Wasserbilanz2 (Einzugsgebiete)

Alle angeführten Shapefiles weisen zahlreiche Attribute auf, wobei jedes Element über eine eindeutige 7 stellige Identifikationsnummer verfügt, mittels welcher die drei Ebenen in Beziehung gestellt werden. (Fürst, 2008)

Für die hier erforderlichen Anwendungen fanden HydroEdge, welches die Länge und den Verlauf der Fließstrecken definiert und Wasserbilanz2, welcher die Lage und Größe der benötigten Einzugsgebiete, sowie die Höhe des mittleren jährlichen Gebietsniederschlags und der mittleren jährlichen Abflusshöhen entnommen wurden, Eingang.

4.4 Bundesgewässernetz

Für die GIS-gestützten Arbeiten wurde neben dem Shapefile der Linienführung aus dem HAÖ auch das Bundesgewässernetz herangezogen, welches in der Detailtreue deutlich über jenem des HAÖ einzustufen ist. Somit wird durch die Verschneidung mit einem digitalen Geländemodell die Erstellung eines Längenschnittes ermöglicht.

Das Berichtsgewässernetz des Bundes wird seit 2003 vom Umweltbundesamt jahresaktuell erstellt und verwaltet, und ist als einziges Gewässernetz mit allen Bundesländern abgestimmt. Das zugrundeliegende Datenmodell der Fachdatenbank wurde speziell für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie erarbeitet. Eingang in das Bundesgewässernetz finden alle Fließgewässer mit Einzugsgebiet > 10 km² inklusive ihrer Nebengewässer. Seen mit einer Fläche > 0,5 km² und Einzugsgebiete > 1km².

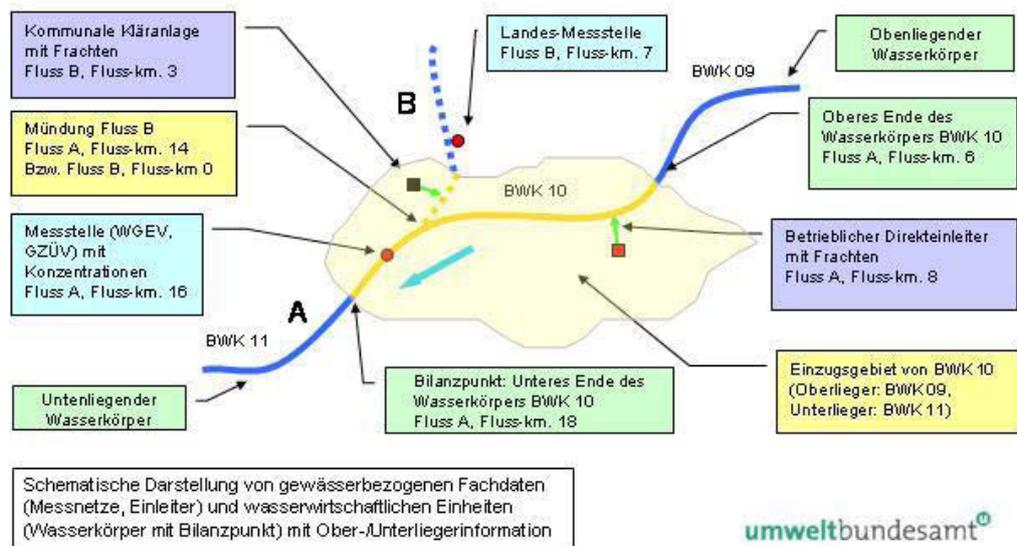


Abbildung 4.3 Fachdaten des Berichtsgewässernetzes

Das Berichtsgewässernetz (BGN) dient der internationalen Berichtsverpflichtung Österreichs gegenüber der europäischen Kommission und anderen internationalen Institutionen.

Zahlen und Fakten des BGN:

- Gesamtlänge Berichtsgewässernetz: ca. 42.900 km
- Anzahl der Gewässerabschnitte mit Attributen: ca. 81.600 Stück
- Anzahl der Einzugsgebiete: ca. 39.100 Stück
- Anzahl der Wasserkörper Flüsse: 7.739 Stück
- Anzahl der Wasserkörper Seen: 62 Stück

4.5 Digitale Geländemodelle (DGM)

Ein digitales Geländemodell ist ein Rasterdatensatz, welcher die Oberflächenstrukturen eines Gebietes wiedergibt. Jede Rasterzelle erhält den Mittelwert ihrer Eckpunkte. Das digitale Geländemodell, auch digitales Höhenmodell (DHM) oder im englischen Digital Elevation Model (DEM) genannt, kann durch die Visualisierung der einzelnen Pixel, die Oberflächenstruktur eines Bearbeitungsgebietes wiedergeben, und eine Verschneidung der Höheninformationen mit anderen Daten (z.B. Flussläufen) ermöglichen. Die digitalen Geländemodelle wurden für die Erstellung der Längenschnitte herangezogen.

4.5.1 **ASTER-DEM** www.asterweb.jpl.nasa.gov

Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) ist ein Projekt, welches in Zusammenarbeit der NASA mit dem japanischen Ministerium für Wirtschaft und Industrie satellitengestützte Oberflächeninformationen der Erde erarbeitete. ASTER produziert hochauflösende Bilder der Erdoberfläche in 14 Bildkanälen deren Spektrum vom sichtbaren Licht bis in Wellenlängen des thermischen Infrarots reicht, und eine Auflösung von 15 bis 90 m pro Bildpunkt erzielt werden kann. ASTER-DEM verkörpert das auf dieser Datenbasis fußende digitale Geländemodell mit einer Rastergröße von 30 m.

4.5.2 **SRTM-DEM** www.jpl.nasa.gov/srtm

SRTM steht für Shuttle Radar Topographie Mission, welche im Februar 2000 startete und binnen 11 Tagen Fernerkundungsdaten der Erdoberfläche erfasst und vermessen hat. Das SIR-C (Shuttle Imagine Radar, C steht für die Wellenlänge bzw. räumliche Auflösung) welches von der NASA entwickelt wurde, produzierte Daten mit einer horizontalen Auflösung von 30 m und einer mittleren Höhengenaugigkeit von 6 m von beinahe der gesamten vermessenen Oberfläche. Auf dieser Basis wurde ein 90 m DGM erstellt und später auf ein 75 m Raster interpoliert.

4.6 KlimAdapt (Nachtnebel et al. 2010)

Im Zuge dieses Projektes wurden die Auswirkungen von Klimafolgen auf den Energie-Sektor analysiert und entsprechende Maßnahmen zur Adaption der Energiewirtschaft des 21. Jahrhunderts abgeleitet.

Im Arbeitspaket Hydrologie wurden unter anderem Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und ferner die hydroelektrische Stromerzeugung untersucht (Nachtnebel et al 2010).

Die Untersuchungen betrafen das gesamte Bundesgebiet, und basierten auf dem Klimamodell REMO-UBA, welches vom Hamburger Max-Planck Institut für Meteorologie entwickelt und mit einer Auflösung von 10x10 km für das gesamte Bundesgebiet zur Verfügung stand. Gemäß dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) der UNO wurden drei Szenarien berücksichtigt, deren hydrologischer Output unter Anwendung eines konzeptionellen Wasserbilanzmodelles für alle Einzugsgebiete Österreichs berechnet wurde. (Nachtnebel, 1993)

4.6.1 Klimaszenarien

Um die klimatischen Entwicklung des 21. Jahrhunderts simulieren zu können, wurde als treibende Komponente das globale Emissionsverhalten herangezogen.

Den Emissionsszenarien **A1B**, **A2** und **B2** liegen die vom IPCC erarbeiteten sozio-ökonomischen Entwicklungen zu Grunde, welche sich im Emissionsverhalten der wichtigsten klimawirksamen Gase und Aerosole unterscheiden:

Szenario A2: Business as usual im schlechten Sinn

Szenario A1B: Mix aus starker, global vernetzter technologischer Entwicklung und sozial verträglicher

Globalisierung

Szenario B1: volle Konzentration auf Treibgasreduktion

- **A1B** und **A2** verzeichnen einen stärkeren Anstieg der Emissionen in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts als **B1**
- bei **A1B** und **B1** kommt es zum Rückgang der Emissionen in der 2. Hälfte des 21. Jahrhunderts, während bei **A2** ein weiterer Anstieg erfolgt

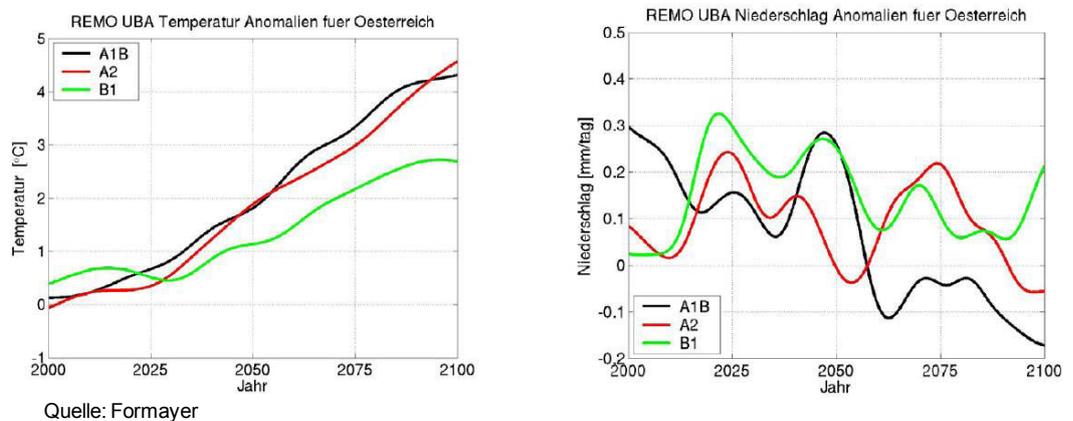


Abbildung 4.4 Änderung des Niederschlags und der Temperatur im 21. Jahrhundert

(Quelle: KlimAdapt)

Bei Betrachtung der oberen Graphik wird deutlich, dass bezogen auf die Temperaturveränderung **A2** und **A1B** einen relativ gleichmäßigen Anstieg erfahren, während **B1** v.a. ab 2025 deutlich unter den beiden anderen Szenarien liegt. Wird die Entwicklung des Niederschlags betrachtet, so lässt sich erkennen, dass in **B1** deutlich höhere Niederschläge mit geringeren Schwankungen in der Zeitreihe zu erwarten sind als in den übrigen Szenarien. **A1B** weist am Anfang der Zeitreihe die höchsten Niederschlagswerte auf, sinkt aber stetig, verfügt

über einen starken Peak in Mitte des 21. Jahrhunderts und erreicht am Ende der Periode den stärksten Rückgang des Niederschlags.

(Nachtnebel, 2010)

4.6.2 Auswirkungen der Szenarien auf die Hydrologie österreichischer Einzugsgebiete

Um die meteorologischen Veränderungen im Abfluss wiedergeben zu können wurde das am IWHW (Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau an der Universität für Bodenkultur) entwickelte kontinuierliche Konzeptmodell verwendet (Nachtnebel et al. 1993, Fuchs 1998, Kling 2002, Eder et al. 2005, u. a.). Da nicht alle Eingangsdaten der Vergangenheit für die Zukunft zu Verfügung standen, musste eine Anpassung erfolgen, welche unter Verwendung der simulierten Zeitreihe 1961-1990 durchgeführt wurde. Die Simulation wurde an den Beobachtungswerten kalibriert, und die hydrologischen Veränderungen in den Zeitreihen 2011-2040, 2036-2065 sowie 2061-2090 modelliert (Nachtnebel, 2010).

In den folgenden Grafiken sind die relativen Änderungen der mittleren Jahresabflusshöhen der Zeitreihen, bezugnehmend auf die Referenzperiode für die einzelnen Szenarien angeführt.

4.6.2.1 Gegenüberstellung der relativen Abflussänderungen der Zeitreihen in den Szenarien

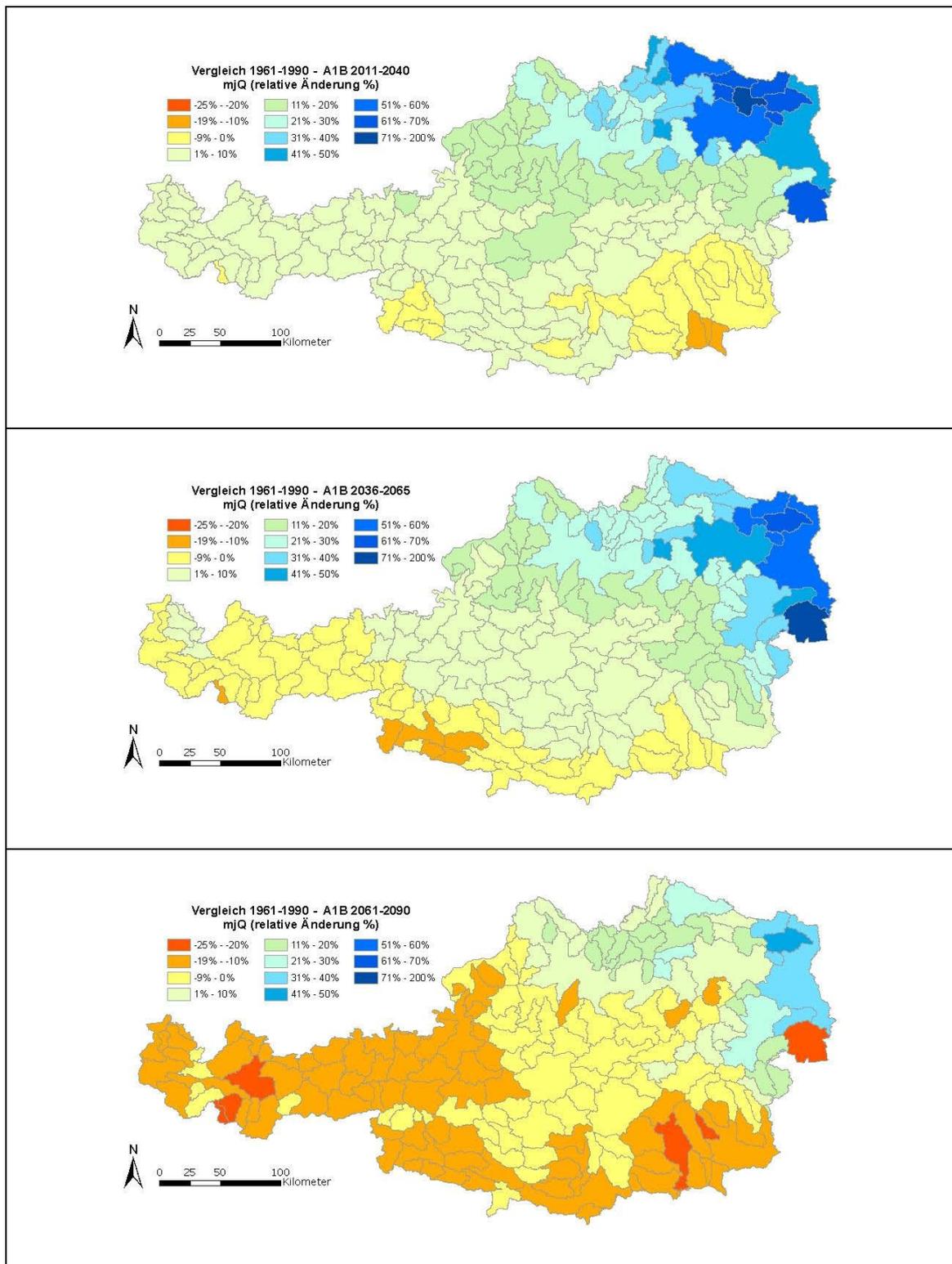


Abbildung 4.5 Veränderung der mittleren Jahresabflusshöhe im Szenario A1B

(Quelle: KlimAdapt)

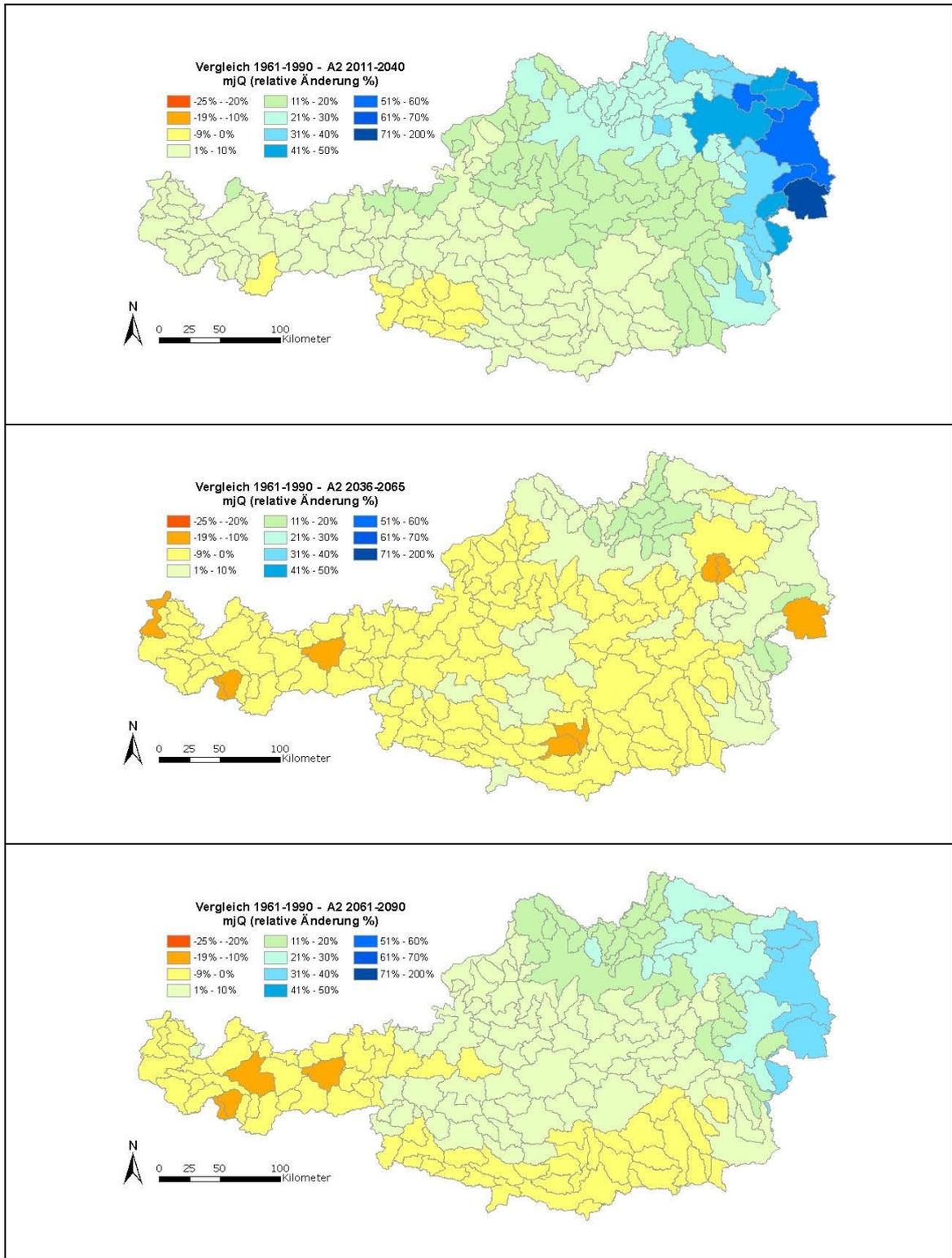


Abbildung 4.6 Veränderung der mittleren Jahresabflusshöhe im Szenario A2,

(Quelle: KlimAdapt)

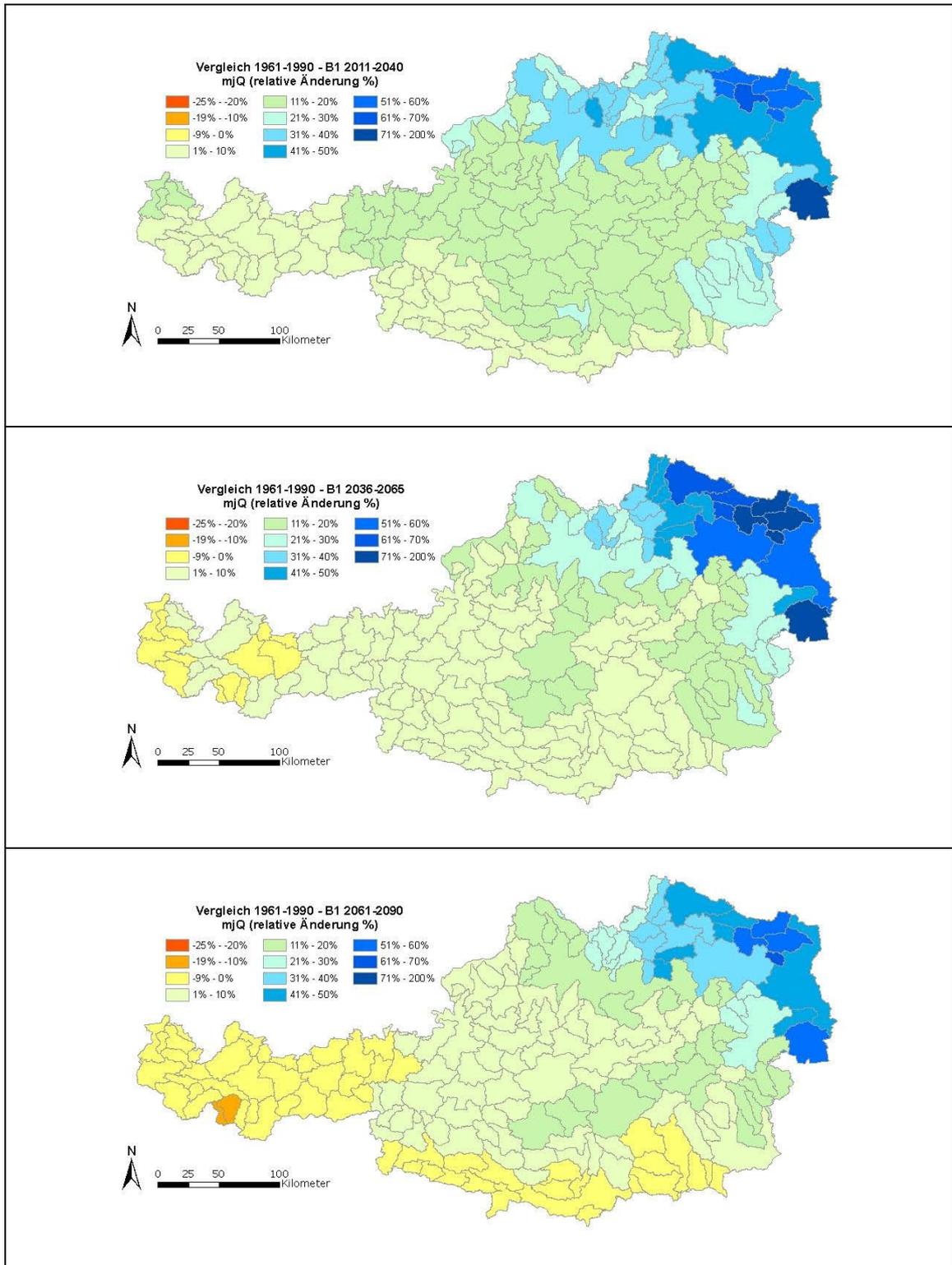


Abbildung 4.7 Veränderung der mittleren Jahresabflusshöhe im Szenario B1,

(Quelle: KlimAdapt)

4.6.2.2 Gegenüberstellung der rel. Abflussänderung der Szenarien in den Zeitreihen

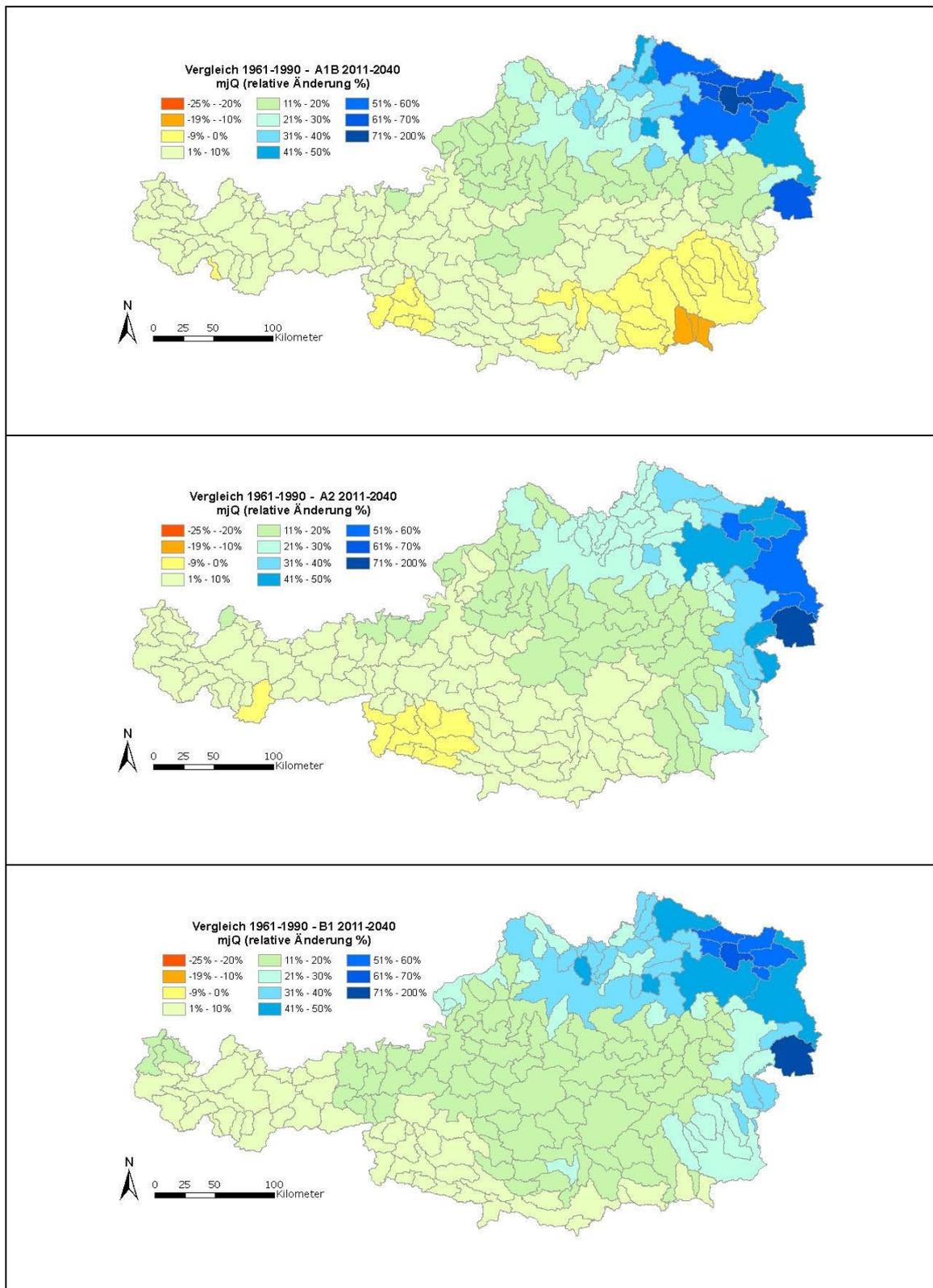


Abbildung 4.8 Veränderung der mittleren Abflusshöhen in der Zeitreihe 2011-2040,

(Quelle: KlimAdapt)

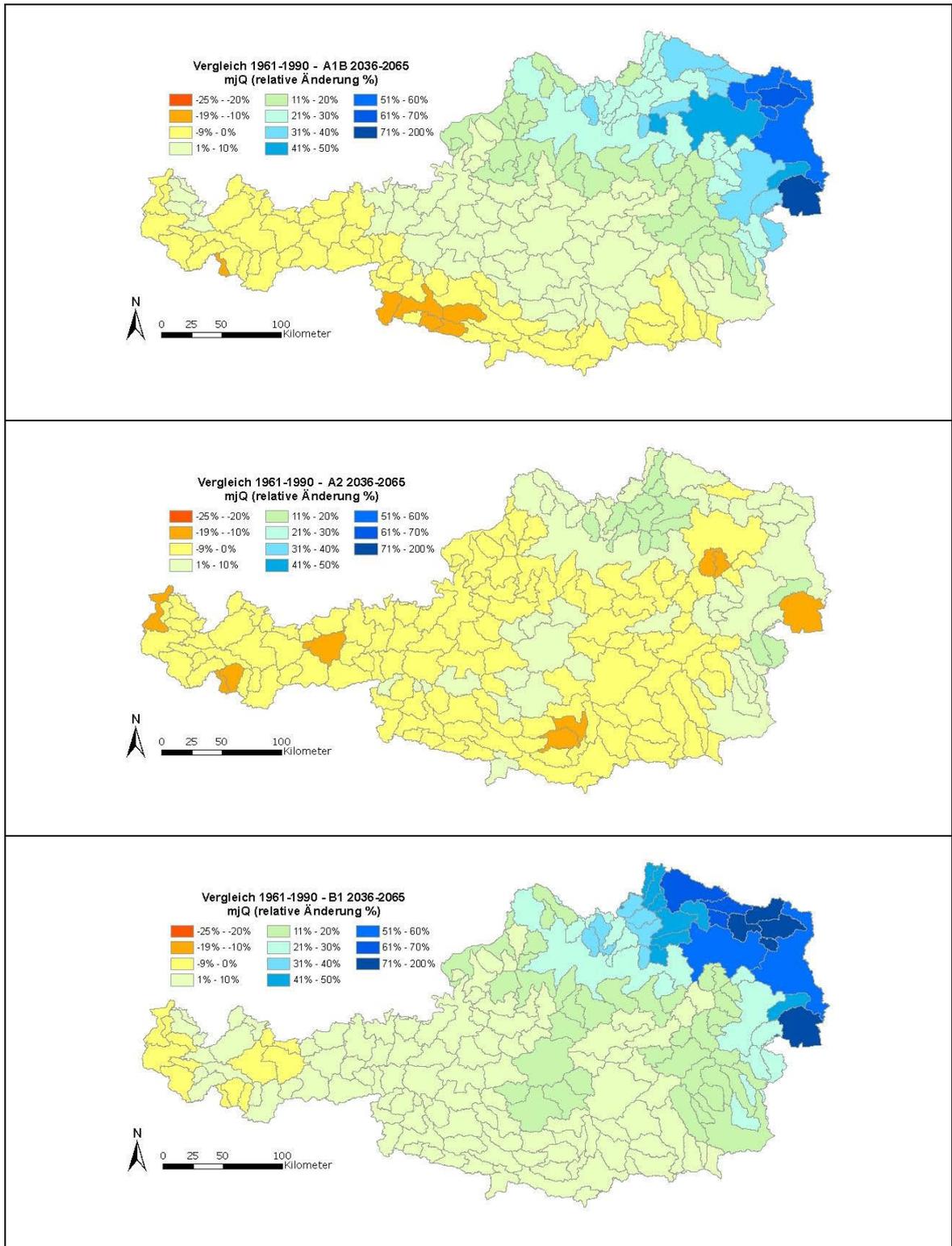


Abbildung 4.9 Veränderung der mittleren Abflusshöhen in der Zeitreihe 2036-2065,

(Quelle: KlimAdapt)

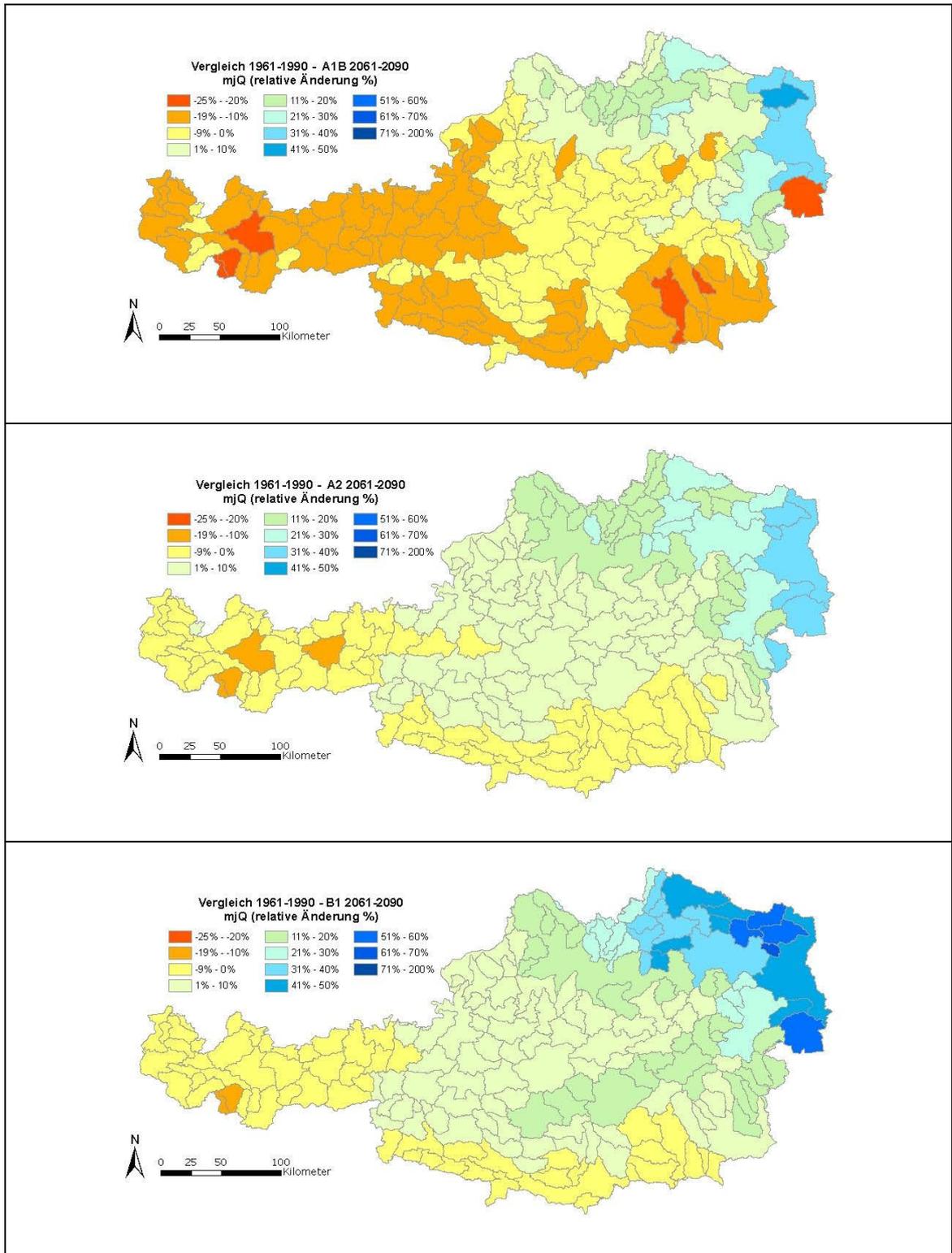


Abbildung 4.10 Veränderung der mittleren Abflusshöhen in der Zeitreihe 2061-2090,

(Quelle: KlimAdapt)

5 Methodik

5.1 Das Abflusslinienpotential

Die Abschätzung möglicher klimatischer Entwicklungen, und damit in Verbindung stehende Auswirkungen auf das Roharbeitsvermögen, sollen über das Linienpotential demonstriert werden. Das Abflusslinienpotential ist eine Funktion von Durchfluss und Fallhöhe, dessen physikalische Grundlage die Turbinengleichung liefert. Über das Linienpotential kann jene Energie, welche über den Gerinneabfluss zur Verfügung steht ausgewiesen werden. In Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Daten sollte die Potentialausweisung in hoher Qualität erfolgen, um den gegebenen Fallhöhen und Zuflussverhältnissen möglichst gut gerecht werden zu können.

Turbinengleichung

$$P[W] = Q * \Delta h * \rho * g * \eta$$

- P.....Leistung [W]
- Q.....Durchfluss [m³/s]
- Δh.....Fallhöhe [m]
- ρ.....Dichte [kg/m³]
- g.....Gravitationskonstante [m/s²]
- η.....Gesamtwirkungsgrad [/]

Roharbeitsvermögen

Ermittlung nach der zum Zeitpunkt der Publikation des Wasserkraftkatasters geltenden

ÖNORM M 8601:
$$Ar = \frac{M * \Delta h}{367}$$

- Ar.....Roharbeitsvermögen [GWh]
- M.....MQ*31,536
- Δh.....Fallhöhe [m]

M beinhaltet die Umrechnung in Jahreskubikmeter und GW:

$$P[W] = Q * \Delta h * \rho * g$$

$$Ar[Gwh/a] = \frac{Q * \Delta h * 1000 * 9,81 * 31,536^6}{10^9 * 3600}$$

$$Ar[Ws/a] = MQ * \Delta h * \rho * g * t$$

$$Ar[Ws/a] = MQ * \Delta h * 1000 * 9,81 * 31536000$$

- MQ.... [m³/s]
- Δh.... [m]
- ρ..... [kg/m³]
- g..... [m/s²]
- t..... [s]

$$Ar[GWh/a] = \frac{MQ * \Delta h * 1000 * 9,81 * 31,536 * 10^6}{10^9 * 3600}$$

$$Ar[GWh/a] = \frac{MQ * 31,536 * \Delta h * 9,81}{3600} = \frac{MQ * 31,536 * \Delta h}{367} = \frac{M * \Delta h}{367}$$

bzw.

$$Ar[GWh/a] = \frac{MQ * 31,536 * \Delta h * 9,81}{3600}$$

$$Ar[GWh/a] = MQ * \Delta h * 0,0859$$

Somit repräsentiert das Roharbeitsvermögen jene Energie, welche ohne hydraulische Verluste, und ohne Berücksichtigung des Maschinenwirkungsgrades, unter Heranziehung von MQ, dem mittleren jährlichen Abfluss, 8760 Stunden im Jahr zur Verfügung steht. (z.B. Pöyry 2008)

Für die Errechnung des Linienpotentials wird der betrachtete Flusslauf oder Gewässerabschnitt in Teilstrecken untergliedert, in welchen das jeweils vorhandene Potential ermittelt und aufsummiert wird. In den nachfolgenden Grafiken soll die Vorgangsweise illustriert werden.

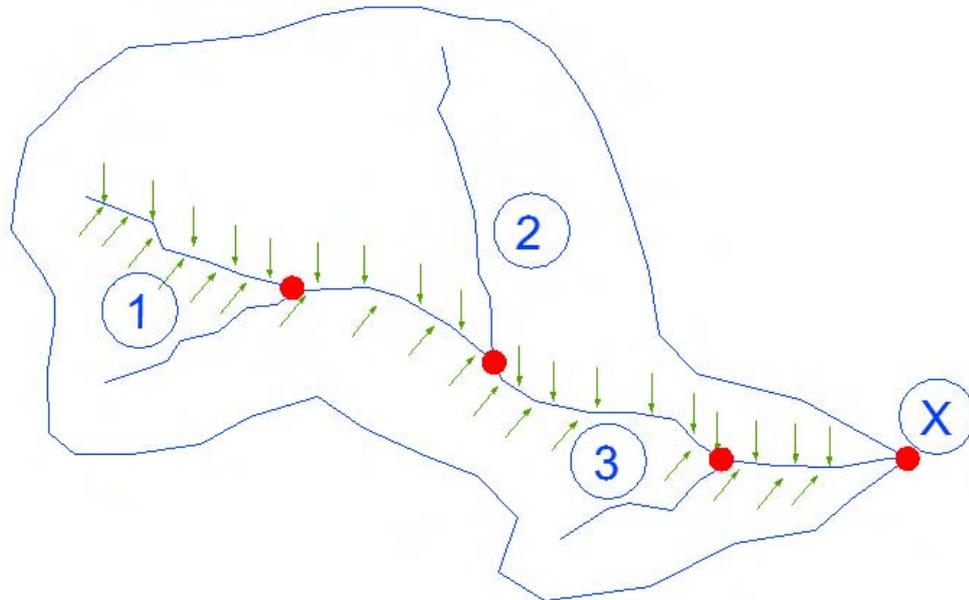


Abbildung 5.1 Schematische Darstellung eines Einzugsgebietes mit Zubringern, Zufluss aus Zwischeneinzugsgebieten und Potentialermittlungspunkten

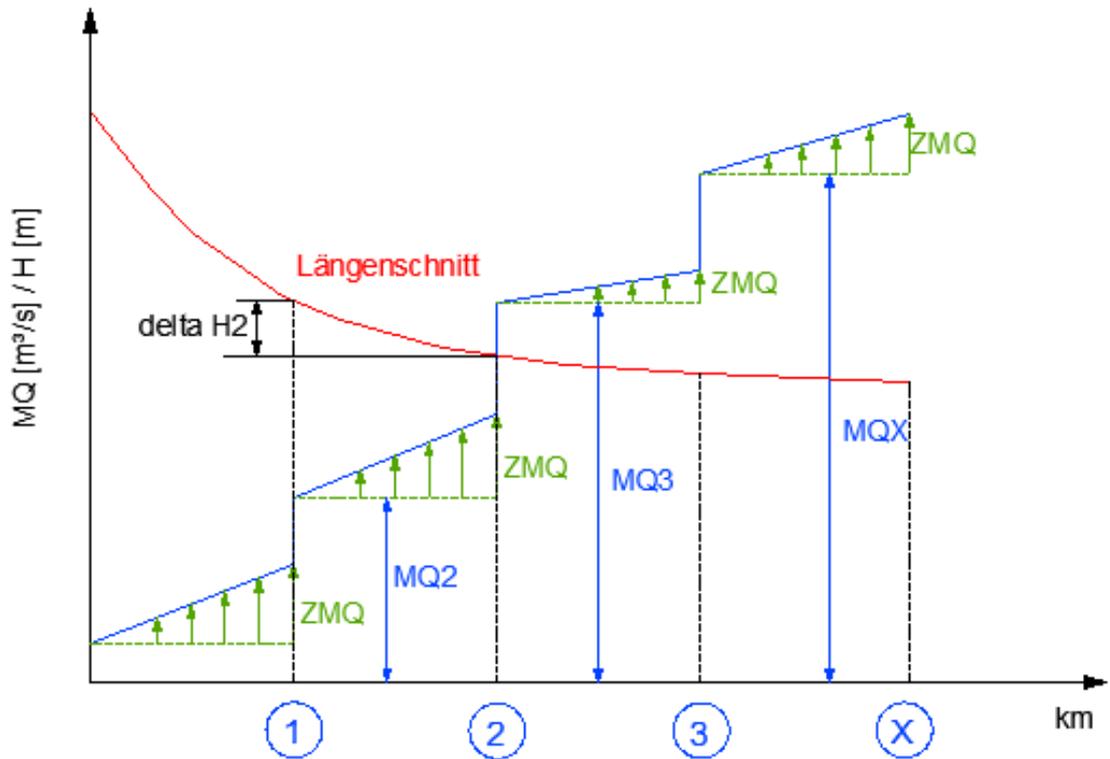


Abbildung 5.2 MQ-Anstieg im Einzugsgebiet aus Abbildung 5.1

In Abbildung 5.2 wird schematisiert der Abflussanstieg im Einzugsgebiet aus Abbildung 5.1 dargestellt. Der Gebietsauslass ist im Punkt X definiert und die Einmündungsbereiche der Zubringer, welche als Potentialermittlungspunkte dienen sind rot skizziert.

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

$Ar_{(x)}$Roharbeitsvermögen am Potentialermittlungspunkt x [GWh/a]

$MQ_{(x-1)}$Mittelwasserdurchfluss am vorhergehenden Punkt der Potentialermittlung [m^3/s]

ZMQ.....Mittlerer Abfluss im Zwischeneinzugsgebiet [m^3/s]

$\Delta h_{(x)}$Höhendifferenz zum vorherigen Punkt der Potentialermittlung [m]

5.2 Abflusspenden

Da in einem Einzugsgebiet nur eine beschränkte Anzahl von Messpegeln zu erwarten ist, muss für die einzelnen Betrachtungspunkte ein Instrument gefunden werden, welches die Abflussverhältnisse im gesamten Einzugsgebiet gut abbildet.

Mittels hydrographischer Daten liegen einzugsgebietsbezogene Abflusswerte vor. Es handelt sich hierbei um über eine bestimmte Beobachtungsdauer real am Pegel gemessene Werte, welche für die Potentialermittlung im Beobachtungsintervall herangezogen werden. Die Kenntnis über die Einzugsgebietsgröße an jedem Meßpegel erlaubt die Errechnung einer gebietsbezogenen mittleren Abflusspende q [l/skm^2].

Um hierbei den realen Gegebenheiten möglichst gut Rechnung zu tragen, erfordert die Potentialermittlung eine Berücksichtigung der Höhenstufen und der klimatischen Gegebenheiten bei der Errechnung der Abflusspenden. Unter Zuhilfenahme der des „mittleren jährlichen Gebietsniederschlags“ bzw. der „mittleren Abflusshöhen“ welche Bestandteil der Wasserbilanz des HAÖ sind, kann ein Ansatz zur Errechnung der Abflusspenden erstellt werden.

5.2.1 Ermittlung mit konstanter Abflusspende

Bei der Ermittlung mit konstanter Abflusspende werden dem gesamten Einzugsgebiet gleiche Niederschlags und Verdunstungsmengen, sowie einheitliche Untergrundverhältnisse unterstellt.

Somit errechnet sich die Abflusspende im Betrachtungspunkt wie folgt:

$$q = \frac{MQ}{\Sigma A}$$

qmittlere Abflusspende [$m^3/s/km^2$]

ATeileinzugsgebietsfläche [km^2]

MQmittlerer jährlicher Abfluss [m^3/s]

5.2.2 Ermittlung der Abflusspende über Gebietsniederschlag des HAÖ

Als Datengrundlage dient der mittlere jährliche Gebietsniederschlag aus der Wasserbilanz des hydrologischen Atlas, welcher als Rasterdatensatz für das österreichische Bundesgebiet zur Verfügung steht. Es wurde mit Hilfe von ArcGIS für die einzelnen Teileinzugsgebiete der mittlere Gebietsniederschlag GNS_i über die Niederschlagsraster ermittelt. Ebenso wurde für das

Gesamteinzugsgebiet der mittlere Gebietsniederschlag errechnet und ein Verhältniswert der beiden Größen ausgewiesen, welcher als Gebietsfaktor γ_{GNS} bezeichnet wird festgelegt.

$$mittl. GNS = \frac{\sum(A_i * GNS_i)}{\sum A_i}$$

$$\gamma_{GNS} = \left(\frac{GNS_i}{mittl. GNS} \right)$$

$$q_{GNS} = q * \gamma_{GNS}$$

GNS.....Gebietsniederschlag des Teil-EZG [mm]

A_iTeileinzugsgebietsfläche [km²]

γ_{GNS}Gebietsfaktor

q_{GNS}Abflusspende [m³/s/km²]

qconst. Abflusspende [m³/s/km²]

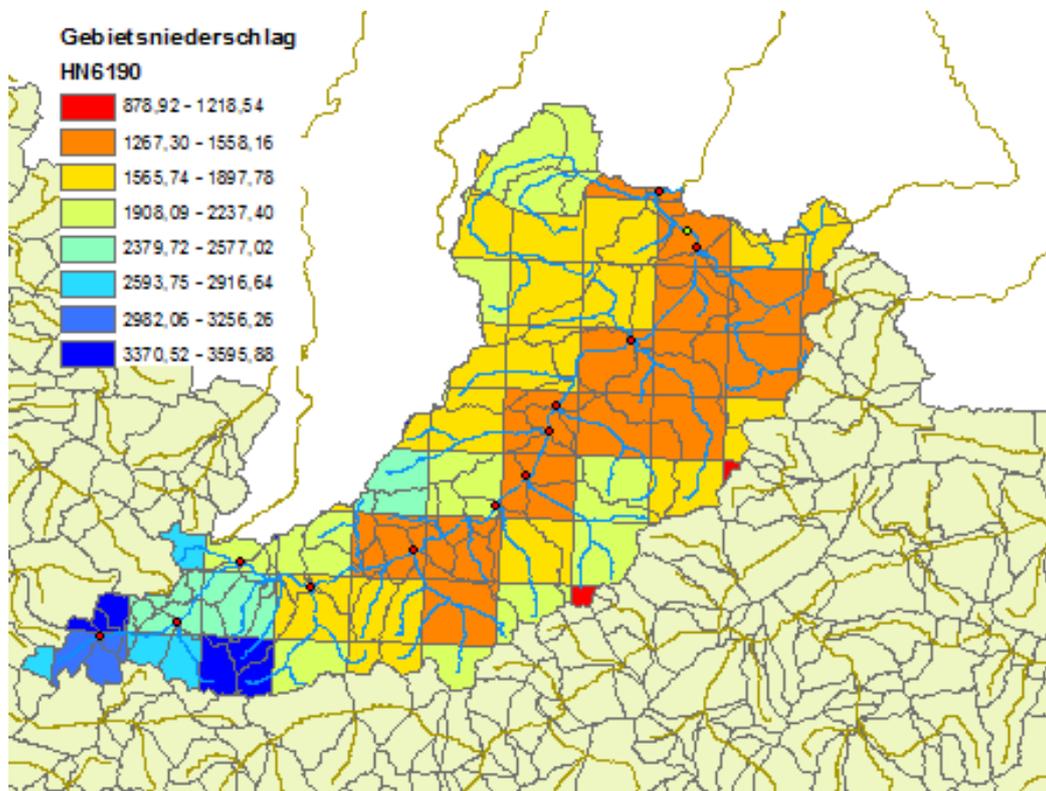


Abbildung 5.3 Raster des „mittleren jährlichen Gebietsniederschlags“ im Lecheinzugsgebiet, Quelle: HAÖ
 Jene Bereiche in den Einzugsgebieten der Vils bzw. des Archbaches, welche sich nicht mehr auf österreichischem Staatsgebiet befinden, wurde das flächengewichtete Mittel des übrigen Einzugsgebietes zugewiesen.

5.2.3 Ermittlung der Abflusspende über Abflusshöhe des HAÖ

Die im hydrologischen Atlas Österreichs ausgewiesenen Abflusshöhen berücksichtigen zusätzlich zum Niederschlag die Komponenten der Verdunstung und der Geologie. Die Abflusshöhen werden in der Wasserbilanz des hydrologischen Atlas für jedes Einzugsgebiet ausgewiesen, und sind in mm angeführt. Im Gegensatz zu Kapitel 5.2.2 variiert die Abflusshöhe in den Subeinzugsgebieten eines Zubringers nicht.

Bei der Ermittlung der Abflusspende wurde äquivalent zu Abschnitt 5.2.2 vorgegangen.

$$\text{mittl. } h_A = \frac{\sum(A_i * h_{A_i})}{\sum A_i}$$

$$\gamma_{h_A} = \left(\frac{h_{A_i}}{\text{mittl. } h_A} \right)$$

$$q_{h_A} = q * \gamma_{h_A}$$

h_{A_i}Abflusshöhe des Teil-EZG [mm]

A_iTeileinzugsgebietsfläche [km²]

γ_{h_A}Gebietsfaktor

q_{h_A}Abflusspende [m³/s/km²]

qconst. Abflusspende [m³/s/km²]

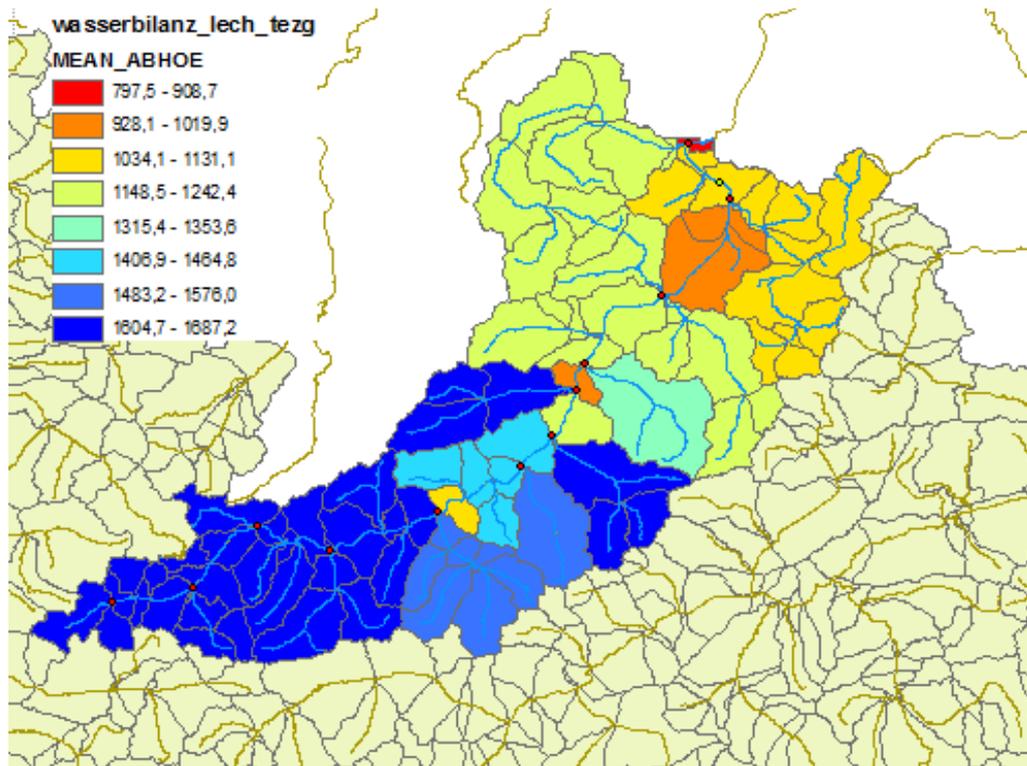


Abbildung 5.4 mittlere Abflusshöhen der Einzugsgebiete, Quelle: HAÖ

5.3 Berücksichtigung der Topographie

Da sich das Linienpotential aus Durchfluss und Fallhöhe errechnet, spielen die topographischen Gegebenheiten des Talverlaufs bzw. des Gewässersohlenverlaufs eine bedeutende Rolle. Die Fallhöhenverhältnisse zwischen den Potentialermittlungspunkten werden durch eine linear abfallende Topographie in den Berechnungsschritten vereinfacht.

Abbildung 5.5 zeigt die möglichen topographischen Verhältnisse eines Einzugsgebietes wie in Abbildung 5.1 dargestellt. Der Längenschnitt weist eine relative Abnahme der Gefällsverhältnisse mit starken punktuellen Unregelmäßigkeiten, wie sie einem natürlichen Einzugsgebiet zu erwarten wären auf.

Wird das Linienpotential jeweils in den Mündungsbereichen der Zubringer errechnet und ausgewiesen, so ergibt sich eine lineare Vereinfachung des Längenschnittes wie in Abbildung 5.6. Diese vereinfachte Unterstellung eines konstanten Gefälles zwischen den ausgewiesenen Punkten führt zu Fehleinschätzungen des Geopotentials. In Abbildung 5.7 sollen die in blau hinterlegten Flächen Bereiche der Unterschätzung, und grün hinterlegte jene der Überschätzung im Beispielgebiet demonstrieren.

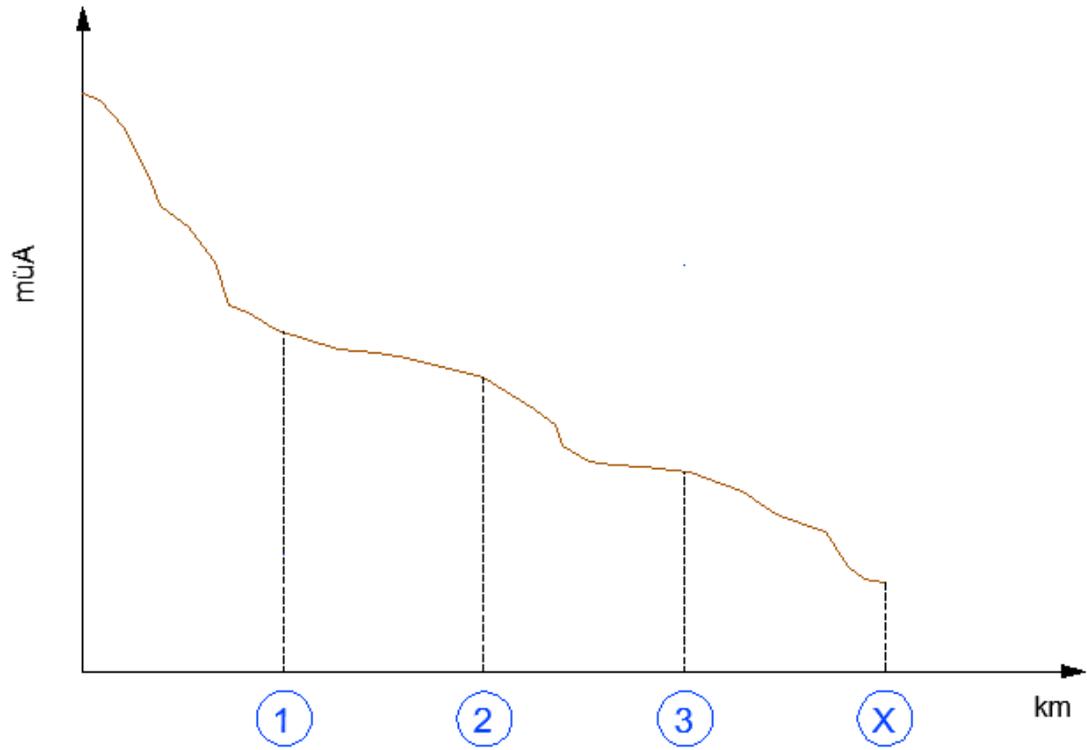


Abbildung 5.5 Mögliche Topographie eines Gebirgseinzugsgebietes

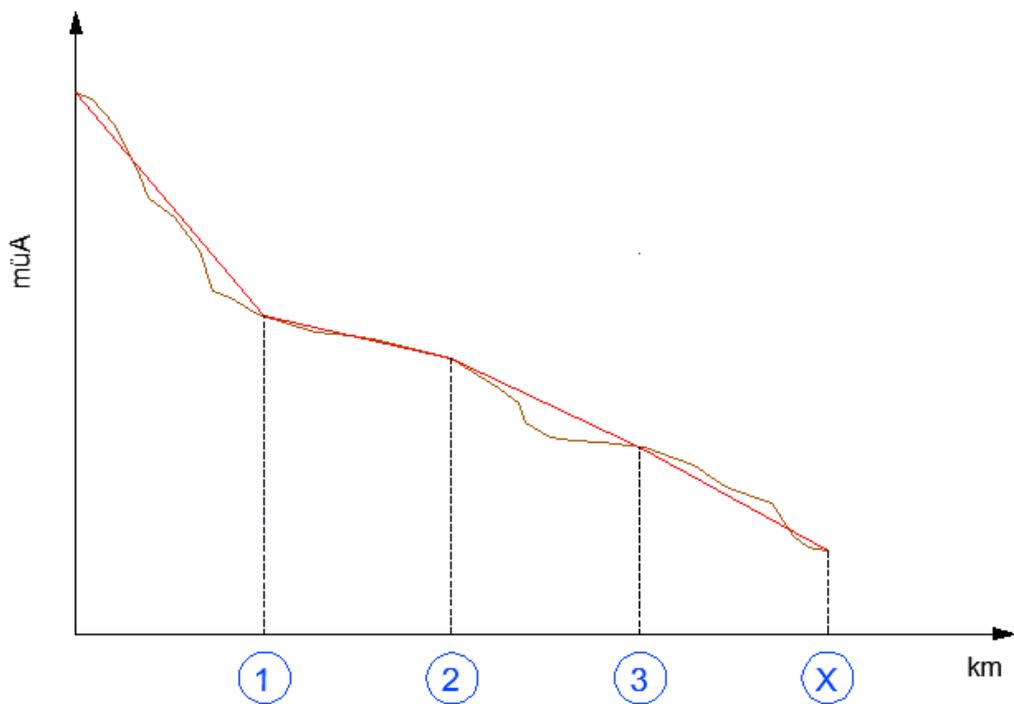


Abbildung 5.6 Linearisierung der topographischen Verhältnisse bei der Linienpotentialermittlung

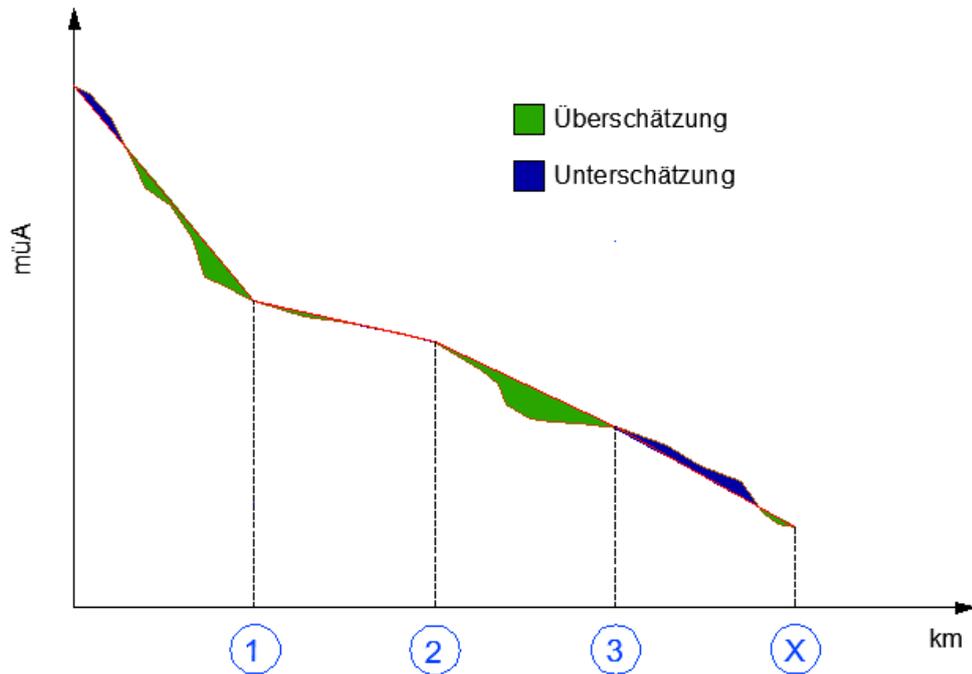


Abbildung 5.7 Bereiche und Ausmaß der Unter bzw. Überschätzung der Geopotentials

Um eine gute Ermittlung des Linienpotentials zu erreichen, ist es somit notwendig einerseits qualitativ hochwertige Längenschnitte der Fließgewässer zu erhalten, andererseits die Punkte der Potentialermittlung vernünftig zu wählen.

5.3.1 Ermittlung der Höheninformation im ArcGIS

HEC-GeoHMS ist eine Extension für ESRI ArcGIS Spatial Analyst. Diese Applikation ermöglicht es, vorgegebene Flussläufe mit digitalen Geländemodellen zu verschneiden und Höheninformationen an den Knotenpunkten zu erhalten. Über das „Terrain-preprocessing“ mittels ArcHydro-Tool werden die Flussläufe den topografischen Gegebenheiten angepasst und im Anschluss die Informationen durch die Arbeitsschritte im HEC-GeoHMS extrahiert. Die gewonnenen Informationen sind in der Attributtabelle gespeichert, können exportiert und entsprechend den vorliegenden Fragestellungen verwendet werden.

Werden Informationen rein topographischer Herkunft ohne Berücksichtigung des Gewässergrundrisses benötigt, so liefert das ArcGIS – Tool EASY PROFILER auf schnellem Weg gute Ergebnisse.

5.3.1.1 Errechnung der Gewässerkoten mittels HEC-GeoHMS Terrain Reconditioning

Ein digitales Geländemodell beschreibt die topografischen Gegebenheiten mittels eines Rasterdatensatzes, welcher die Werte der vier Eckpunkte der einzelnen Raster mittelt und als Höheninformation der Rasterzelle ausweist. Je nach Auflösung des DGM entstehen dadurch fiktive Inseln welche eine Barriere für die generierten Flussläufe darstellen würden.

Um diesem Umstand entgegenzuwirken, wurden in frühen GIS-Versionen die Gewässernetze in das Geländemodell eingebrannt, d.h. der Gewässerlauf je nach manueller Eingabe unter die Geländeoberfläche absenkt. Diese Funktion wurde im HEC-GeoHMS dahingehend verbessert, dass auch das Vorland eine Anpassung an die herabgesetzte Flusssohle erfährt.

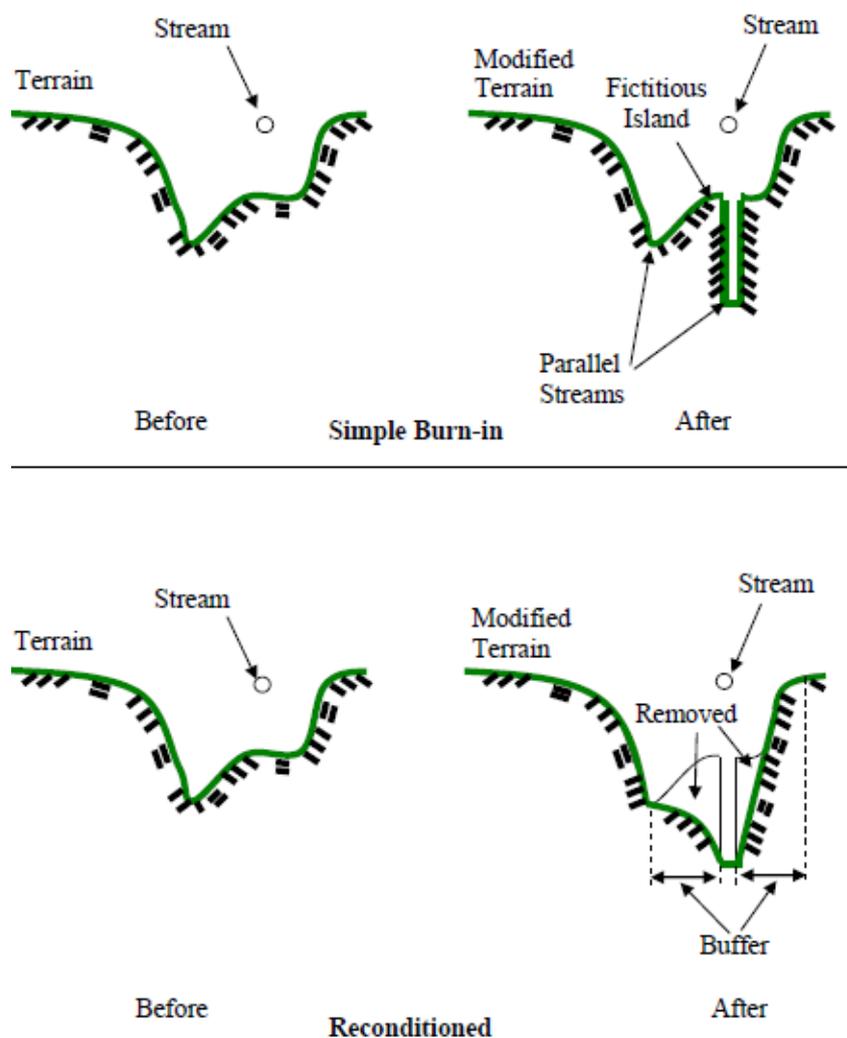


Abbildung 5.8 Unterschied in der Anwendung von „Burn in“ und „Terrain Reconditioning“

(Quelle: HEC-GeoHMS User's Manual 4.2)

5.3.1.2 Grobe Schätzung des Geopotentials mittels EASY PROFILER

Um eine schnelle Darstellung der Gefälleverhältnisse in den Zubringern zu erhalten bietet die Anwendung des GIS-Tools EASY PROFILER eine gute Oberfläche. Hier wird der vorgegebene Flusslauf mit dem unbearbeiteten, ungeglätteten Geländemodell verschnitten. EASY PROFILER ermittelt über eine Polyline in äquidistanten Abständen oder mit Angabe einer bestimmten Anzahl entlang der Talsohle die Höheninformationen aus dem verwendeten Geländemodell, und beschränkt sich somit auf ein Abgreifen der Rasterinformation an den entsprechenden Punkten. Aufgrund der ihrer Anwendungsfreundlichkeit und der raschen Durchführung lässt sich diese Applikation gut für eine grobe Darstellung der Gefälleverhältnisse eines Bachlaufes einsetzen.

5.4 Potential der Seitzubringer

Der Potentialanalyse liegen ähnlich wie in Kapitel 6.3.1 beschrieben drei unterschiedliche Ansätze zugrunde. Es wird in allen Varianten die Annahme eines linearen Abflussanstiegs vom Ursprung bis zur Einmündung in den Lech getroffen. Für jedes der untersuchten Einzugsgebiete wurde das Linienpotential in drei Varianten ermittelt. Im Anhang sind sämtliche, den Potentialermittlungen zugrunde liegende Tabellen angeführt. Nachfolgend sei exemplarisch dargestellt unter welchen Bedingung der lineare Ansatz zur Unter, bzw. Überschätzung des Geopotential bzw. des errechneten Roharbeitsvermögens führt.

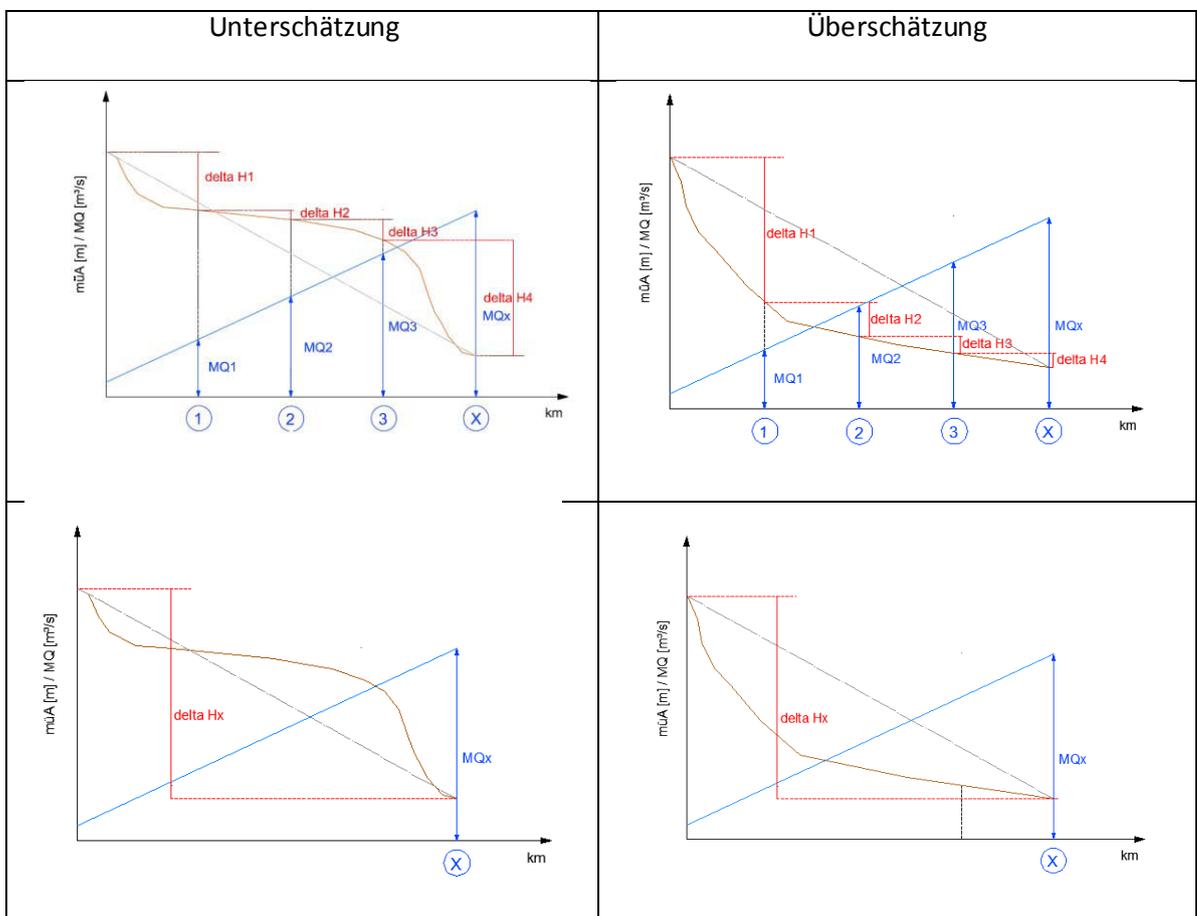


Abbildung 5.9 Einfluss der Topographie auf den Schätzfehler unter linearer Vereinfachung der Gefällverhältnisse

Variante Ar lin:

Dieser Variante liegt ein Potentialermittlungspunkt Gebietsauslass des Subeinzugsgebietes zugrunde, dem gesamten Bachlauf wird eine linear fallende Topographie bzw. ein konstantes Gefälle unterstellt. So ermittelt sich das Potential unter Zugrundelegung der linearen Vereinfachung wie folgt:

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859$$

Variante Ar 5:

Es werden fünf äquidistante Potentialermittlungspunkte entlang des Gewässerlaufes gesetzt und das Potential aufsummiert.

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

Variante Ar 10:

Die Potentialermittlung erfolgt hier analog zu Ar 5, wobei hier eine Diskretisierung in zehn Betrachtungsabschnitte erfolgt.

Die Unterteilung in äquidistante Gewässerabschnitte für die Potentialermittlung erfordert eine hohe Dichte an Knoten des zu untersuchenden Flusslaufs. Da unter Verwendung von HEC-GeoHMS Höheninformationen immer nur an Gewässerknoten bzw. an den Grenzen der errechneten Subbasins erhalten werden, werden diese Applikation den gestellten Anforderung nicht gerecht. Um dennoch gute Ergebnisse zu erhalten wurde eine Kombination von ArchHYDRO und EASY-PROFILER erarbeitet, welche einerseits die Glättungsalgorithmen für das DGM der ArchHYDRO-Tools in Anspruch nimmt, andererseits aber die variable Anzahl von Höheninformationen gewährleisten. Der dennoch sehr ungenaue Output mit vielen kurzen Sequenzen negativer Gefälle ist für die Güte der Analyse des Geopotentials, aufgrund des hohen Gefälles in den Zubringern, sowie der hohen Distanzen zwischen den Potentialermittlungspunkten, nicht von großer Bedeutung.

Als Basis der Linienführung diente beim Lech das Gewässernetz des hydrologischen Atlas, da im BGN der Gewässerlauf des Spullersbach nicht enthalten ist und der Qualitätsanspruch ohnehin niedrig ist. Für die Schwechat wurde das Bundesgewässernetz herangezogen. Für die Potentialschätzungen wurden die im Wasserkraftkataster ausgewiesenen MQ – Werte der

Zubringer verwendet. Die Seitenzubringer Vils (Lech) und Pöllersbach (Schwechat) blieben bei der Schätzung unberücksichtigt, die Vils, da der überwiegende Teil des Einzugsgebietes auf deutschem Staatsgebiet liegt, und sie auch in der Linienpotentialermittlung des WKK nicht herangezogen wurde, und der Pöllersbach aufgrund der schlechten Nachbildung der Linienführung in den ArchHydro – Tools.

Nachfolgend soll exemplarisch das Linienpotential unter linear fallender Topographie und linear steigendem Abfluss veranschaulicht werden. Unabhängig von der gewählten Diskretisierung errechnet sich in den unterschiedlichen Varianten immer das Selbe aufsummierte Potential.

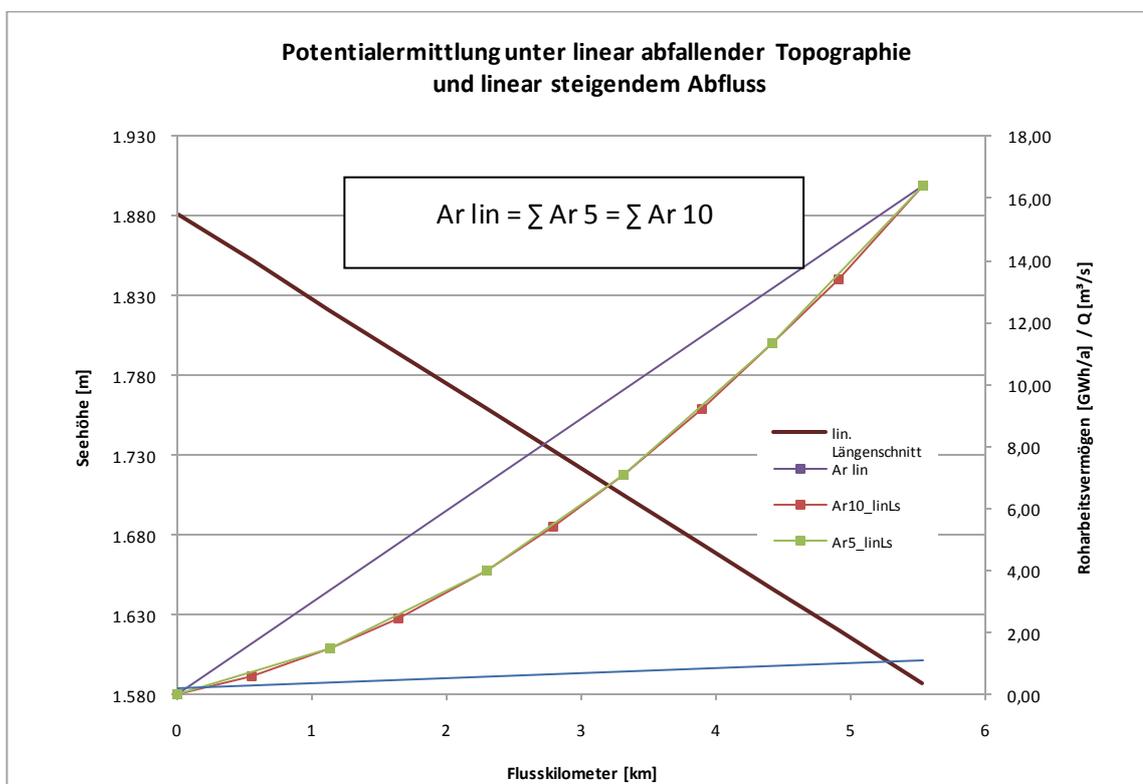


Abbildung 5.10 Linienpotentiale unter linearer Topographie und Abflusszunahme

6 Anwendungen

6.1 *Linienpotential*

Das Linienpotential der beiden Betrachtungsgebiete liegt im Wasserkraftkataster in gut dokumentierter Form vor. Um die Berechnungsschritte besser nachvollziehen zu können wurde das ausgewiesene Linienpotential, basierend auf der Datengrundlage des HAÖ, rekonstruiert. Dies erlaubt eine Dimension der herangezogenen Diskretisierung zu erhalten, aber auch den Ansatz unterschiedlicher Abflussspenden zu prüfen.

6.1.1 Rekonstruktion des Lechlinienpotentials aus dem Wasserkraftkataster

Der Linienpotentialermittlung wurden 13 Punkte zugrunde gelegt, an denen die Berechnung erfolgte. Als Basis für die Potentialermittlung dienten die zugehörigen Koten und Mittelwasserführungen. Aufgrund der bescheidenen Datenlage zur Zeit der Erstellung des Wasserkraftkatasters konnten für die gesamte Lechstrecke lediglich zwei Pegelstellen herangezogen werden, Steeg (Jahresreihe 1920-1950) und Füssen (Jahresreihe 1920-1950). Die auf die Zubringer bezogenen MQ-Werte wurden flächenbezogen, über die gemessenen Mittelwassermengen der oben angeführten Pegelmessstellen, ermittelt. Die durchschnittliche Mittelwasserführung des größten Lechzubringers, der Vils, wurde unter Berücksichtigung des Pegels Pfronten-Ried und der Abflusserhöhung bis zur Lecheinmündung errechnet. Als Basis diente hier das langjährige Jahresmittel vom bayrischen Wasserbauamt bei Pfronten-Ried mit $MQ = 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$ und der Einmündung mit $MQ = 7,55 \text{ m}^3/\text{s}$. Auch im Fall der Planseeache standen Pegelmessungen vom Elektrizitätswerk Reutte zur Verfügung, welche der Berechnung des Einmündungsdurchflusses zugrunde gelegt wurden.

Der Abfluss der Vils dem letzten Einmünders auf österreichischem Staatsgebiet, wurde in der Potentialermittlung nicht berücksichtigt, da sich das Einzugsgebiet, vor allem im Unterlauf bereits zu einem großen Teil auf deutschem Staatsgebiet befindet.

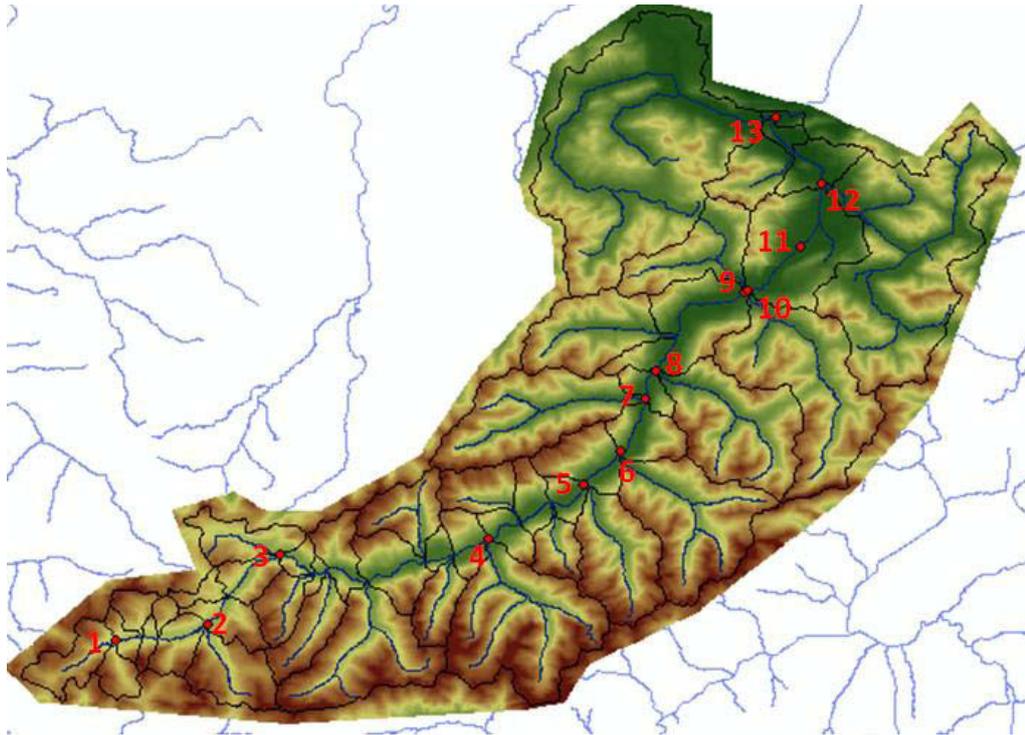


Abbildung 6.1 Lecheinzugsgebiet mit Potentialermittlungspunkten aus dem Wasserkraftkataster

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. Spullersbach | 8. Namlosbach |
| 2. Zürsbach | 9. Weißenbach |
| 3. Krumbach | 10. Rotlechbach |
| 4. Alperschonerbach | 11. Archbach |
| 5. Otterbach | 12. Leimbach |
| 6. Streimbach | 13. Vilsbach |
| 7. Hornbach | |

Wie bereits oben angeführt, erfolgte die Ermittlung des Linienpotentials im Wasserkraftkataster stufenweise, bezogen auf bestimmte Einmündungsbereiche. Zur Potentialermittlung wurden die „flächenbezogenen Abflusspenden, unter Einbeziehung der entsprechenden Pegelwerte, und unter Berücksichtigung der Einzugsgebietsbeschaffenheit, sowie der Höhenlage“ herangezogen (Wasserkraftkataster 1956). Bei der Errechnung des Potentials wurde der Zufluss der Zwischeneinzugsgebiete mit 50% berücksichtigt

In Abbildung 5.2 wird schematisiert der Abflussanstieg im Einzugsgebiet aus Abbildung 5.1 dargestellt. Der Gebietsauslass ist im Punkt X definiert und die Einmündungsbereiche der Zubringer, welche als Potentialermittlungspunkte dienen sind rot skizziert.

So errechnet sich das Abflusslinienpotential an einem beliebigen Einmündungsbereich x wie folgt:

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

Ar(x).....Roharbeitsvermögen am Potentialermittlungspunkt x [GWh/a]

MQ(x-1).....Mittelwasserdurchfluss am vorhergehenden Punkt der Potentialermittlung [m³/s]

ZMQ.....Mittlerer Abfluss im Zwischeneinzugsgebiet [m³/s]

Δh.....Fallhöhe [m]

Für die Rekonstruktion des Abflusslinienpotentials des österreichischen Lech aus dem Wasserkraftkataster wurden ausschließlich Teileinzugsgebiete herangezogen, welche in der Wasserbilanz des hydrologischen Atlas erfasst sind. Dies begründet sich dadurch, dass für die weitere Bearbeitung der Aufgabenstellung ArcGIS, insbesondere der hydrologische Atlas Österreichs eine bedeutende Datengrundlage für die Potentialrechnungen lieferten.

Die einzige Abweichung in den zu Grunde gelegten Einzugsgebieten besteht im Entwässerungsgebiet des Leimbaches, einen Linkszubringer des Lech. Dieses Einzugsgebiet fand in der Wasserbilanz des HAÖ keine Berücksichtigung. Dennoch wurde eine gute Übereinstimmung der Linienpotentiale erreicht. Die Vils, der größte Zubringer im Einzugsgebiet wurde im Wasserkraftkataster bei der Potentialrechnung nicht mit einbezogen. In den Erläuterungen findet sich keine Begründung für diese Vorgangsweise. Da sich der Großteil des Vilseinzugsgebietes auf deutschem Bundesgebiet befindet, könnte diese Tatsache als mögliche Erklärung in Betracht gezogen werden.

Tabelle 2 Linienpotential des Lech aus dem Wasserkraftkataster

Flussabschnitt			Fallhöhe		Q [m³/s]	Roharbeitsvermögen		
km	Kote		Bezeichnung	ΔH		$\Sigma \Delta H$	Ar [GWh]	ΣAr [GWh]
	m	m		m	m			
0-5	1874,00	1580,00	Formarinalpe-Spullersbach	294,00	294,00	1,10	27,79	27,79
5-12,4	1580,00	1444,50	Spullersbach-Zürsbach	135,50	429,50	2,45	28,53	56,32
12,4-20,8	1444,50	1267,40	Zürsbach-Krumbach	177,10	606,60	5,55	84,46	140,78
20,8-27,9	1267,40	1115,30	Krumbach-Kaiserbach	152,10	758,70	8,80	115,01	255,79
27,9-36,91	1115,30	1052,90	Kaiserbach-Alpenschonerbach	62,40	821,10	15,25	81,77	337,56
36,91-47	1052,90	995,80	Alpenschonerb.-Otterbach	57,10	878,20	22,65	111,13	448,69
47-50,67	995,80	971,61	Otterbach-Streimbach	24,19	902,39	26,55	55,19	503,88
50,67-55,21	971,61	946,18	Steimbach-Hornbach	25,43	927,82	31,15	68,07	571,95
55,21-57,63	946,18	934,20	Hornbach-Namlosbach	11,98	939,80	35,05	36,08	608,03
57,63-67,41	934,20	879,10	Namlosbach-Weißenbach	55,10	994,90	41,60	196,96	804,99
67,41-73,55	879,10	849,25	Weißenbach-Leimbach	29,85	1024,75	49,65	127,35	932,35
73,55-77,76	849,25	830,90	Leimbach-Archbach	18,35	1043,10	50,90	80,26	1012,61
77,76-84,67	830,90	803,90	Archbach-Vilsbach	27,00	1070,10	57,65	133,75	1146,36

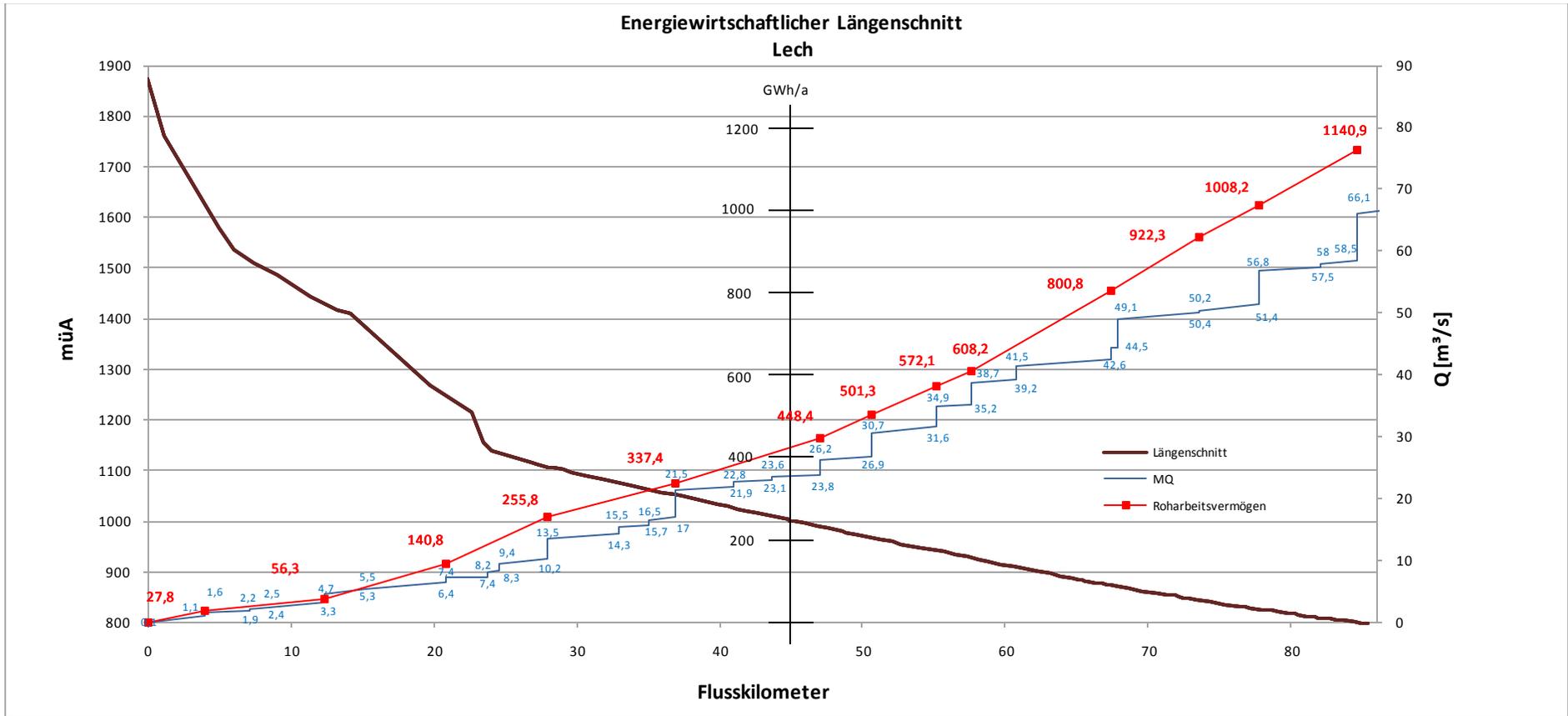


Abbildung 6.2 Energiewirtschaftlicher Längenschnitt des Lech auf Datenbasis des Wasserkraftkatasters

6.1.2 Rekonstruktion des Schwechatlinienpotentials aus dem Wasserkraftkataster

Die Methodik an der Schwechat lehnt sich im Wesentlichen an die in die in 5.1 beschriebene Methode an. Es wurden 9 Potentialermittlungspunkte in Mündungsbereichen von Seitenzubringern gesetzt, und diese durch 2 weitere an Messpegeln ergänzt. Als Ausgangspunkt diente der Zusammenfluss des Lammerau- bzw. Agsbach welcher den Ursprung der Schwechat bildet. Den letzten Punkt an dem das Potential ausgewiesen wird, bildet die Mündung in die Donau. Die folgende Abbildung liefert eine Übersicht des Einzugsgebietes inklusive der Punkte, an denen das Potential ausgewiesen wurde, wobei der erste Punkt im Oberlauf den Zusammenfluss der Quellbäche bzw. den Ursprung der Schwechat definiert.

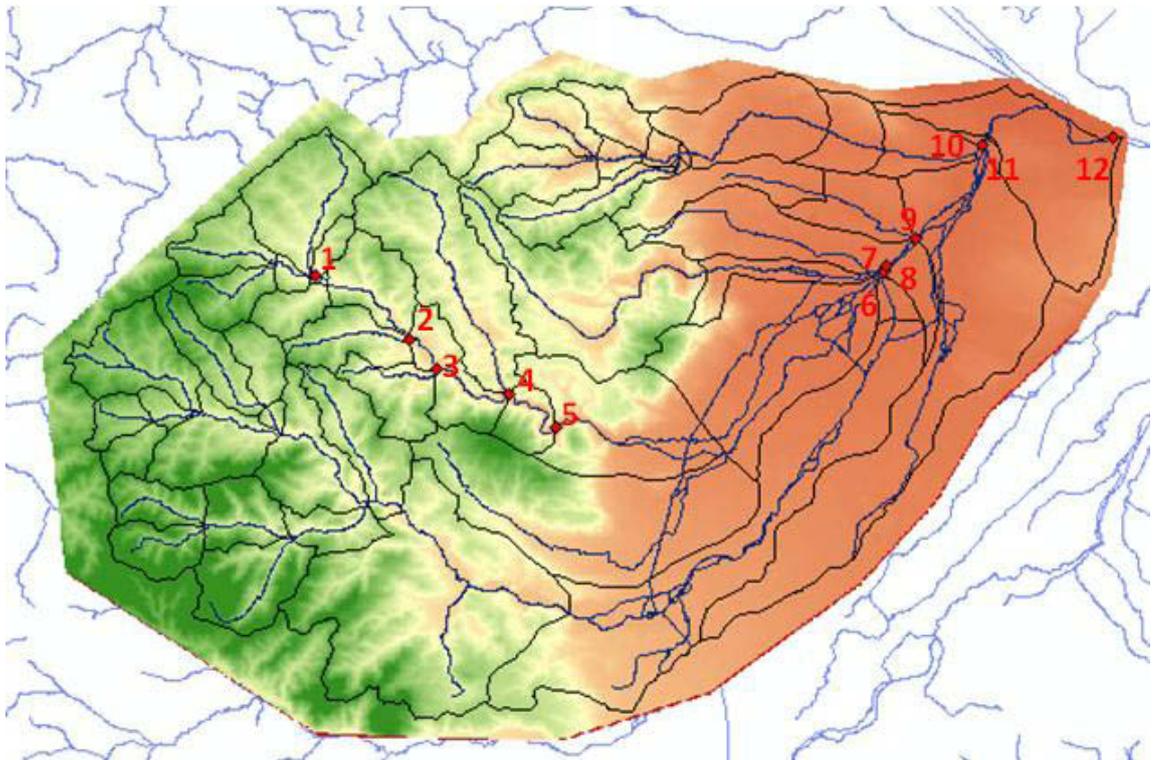


Abbildung 6.3 Einzugsgebiet der Schwechat mit Potentialermittlungspunkten aus WKK

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Ursprung | 7. Triesting |
| 2. Pöllerbach | 8. Pegel Maria Lanzendorf |
| 3. Groißbach | 9. Petersbach |
| 4. Sattelbach | 10. Liesing |
| 5. Pegel Helenental | 11. Kalter Gang |
| 6. Mödlingbach | 12. Mündung in die Donau |

Eine deutliche Abweichung von der oben beschriebenen Methode besteht allerdings in der Berücksichtigung der Zwischeneinzugsgebiete, welche in der Potentialausweisung der Schwechat keinen Eingang fanden. Hier wurde nur der über die betrachtete Fallhöhe sicher zur Verfügung stehende Abfluss in die Ermittlung miteinbezogen.

Das Potential im Betrachtungspunkt x ergibt sich somit aus:

$$Ar_{(x)} = MQ_{(x-1)} * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

$Ar_{(x)}$Roharbeitsvermögen am Potentialemittlungspunkt x [GWh/a]

$MQ_{(x-1)}$Mittelwasserdurchfluss am vorhergehenden Punkt der Potentialemittlung [m^3/s]

$\Delta h_{(x)}$Fallhöhe [m]

Tabelle 3 Linienpotential der Schwechat aus Wasserkraftkaster

Flussabschnitt			Fallhöhe		Roharbeitsvermögen		
km	Kote		Bezeichnung	ΔH	$\Sigma \Delta H$	Ar [GWh]	ΣAr [GWh]
	m	m		m	m		
0-6,814	372,75	325,18	Quellzusammenfluss - Pöllerbach	47,57	47,57	3,147	3,147
6,814-9,665	325,18	306,68	Pöllerbach - Großbach	18,50	66,07	2,194	5,341
9,665-14,046	306,68	281,16	Großbach - Sattelbach	25,52	91,59	3,684	9,025
14,046-19,419	281,16	253,40	Sattelbach - Pegel Helenental	27,76	119,35	6,011	15,036
19,419-42,566	253,40	170,77	Pegel Helenental - Mödlingbach	82,63	201,98	19,171	34,207
42,566-42,939	170,77	170,76	Mödlingbach - Triesting	0,01	201,99	0,003	34,210
42,939-45,292	170,76	167,70	Triesting - Pegel Maria Lanzendorf	3,06	233,37	1,946	36,156
45,292-45,387	167,70	167,66	Pegel Maria Lanzendorf - Petersbach	0,04	205,09	0,026	36,182
45,387-52,136	167,66	158,23	Petersbach - Liesing	9,43	214,52	6,061	42,243
52,136-58,756	158,23	152,58	Liesing - Kalter Gang	5,65	220,17	3,714	45,957
58,756-63,984	152,58	151,18	Kalter Gang - Donaumündung	1,40	221,57	1,011	46,968

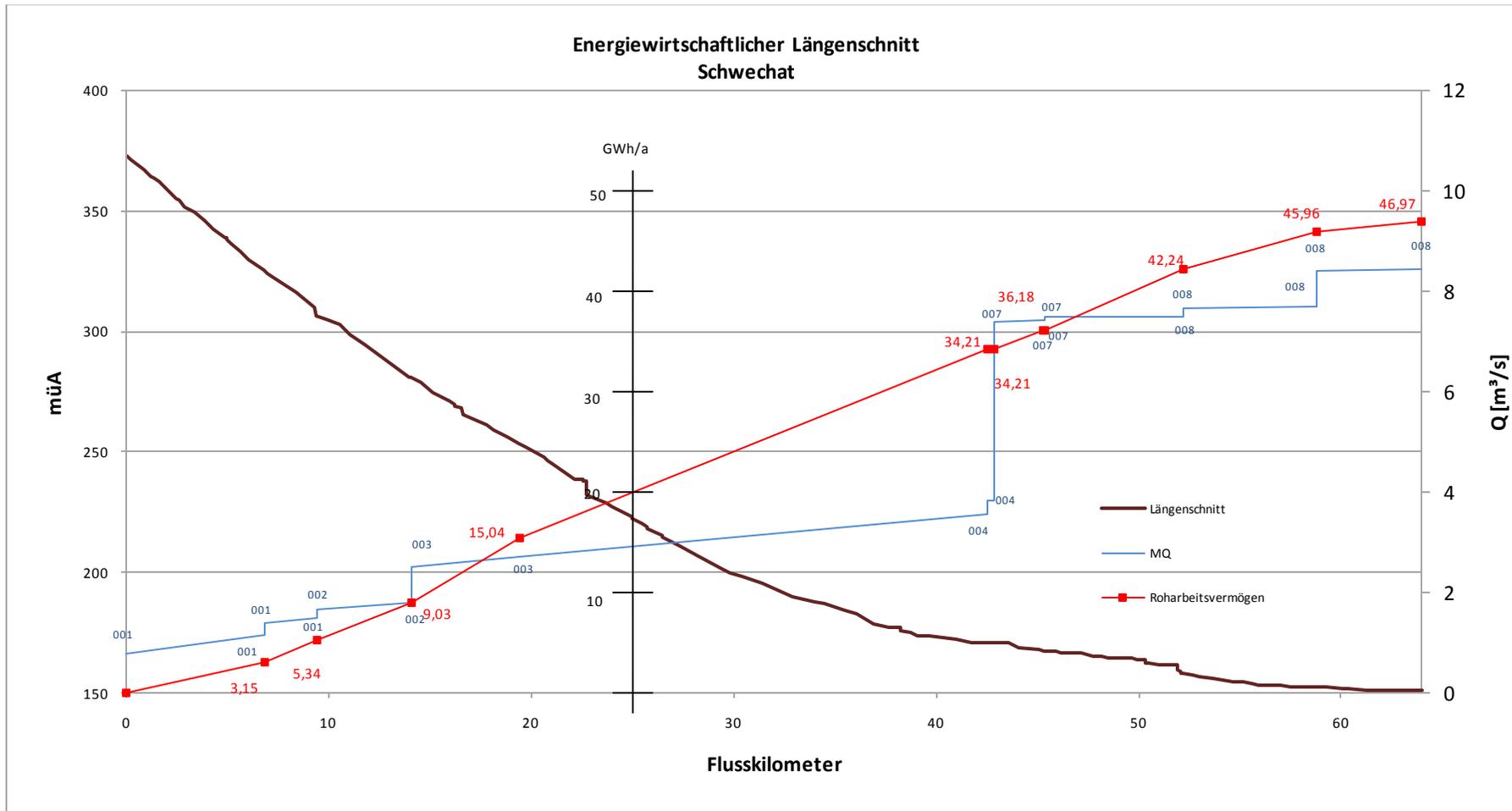


Abbildung 6.4 Energiewirtschaftlicher Längenschnitt der Schwechat auf Datenbasis des Wasserkraftkatasters

6.1.3 Einfluss des Ansatzes unterschiedlicher Abflussspenden auf das Linienpotential am Lech

Der Ansatz unterschiedlicher Abflussspenden schlägt sich im ermittelten Abflusslinienpotential nieder. In der unten angeführten Abbildung 6.5 ist dargestellt wie sich der Eingang der oben angeführten Abflussspenden auf das ermittelte Potential auswirkt, und wird mit dem im Wasserkraftkataster ausgewiesenen Potential verglichen.

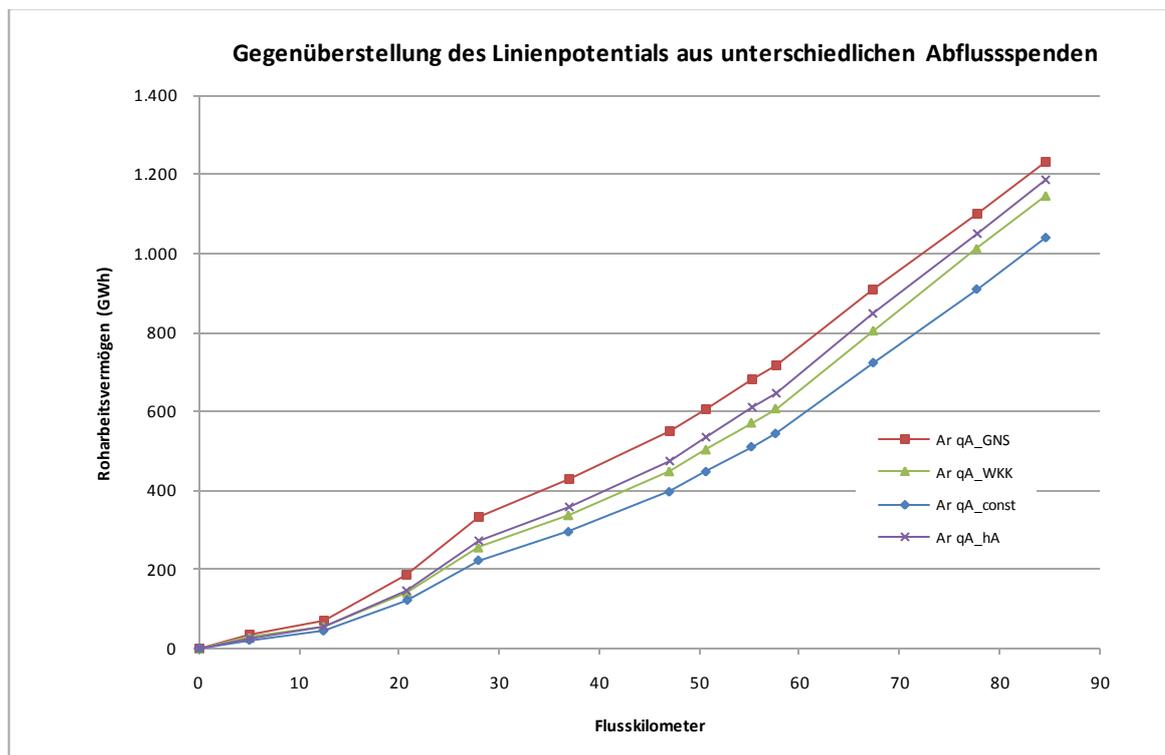


Abbildung 6.5 Eingang unterschiedlicher Abflussspenden in die Linienpotentialerrechnung

Die errechneten Potentiale beziehen sich auf die Zeitreihe 1920-1950. Bei Betrachtung von Abbildung 6.5 geht deutlich hervor, dass mit der Methode aus 5.2.2 das höchste Abflusslinienpotential errechnet wird. Dies begründet sich vor allem durch die relativ hoch veranschlagten Abflussspenden in den oberen Flusskilometern (ca. km 10 bis 30). Des Weiteren lässt sich erkennen, dass das über die konstante mittlere Abflussspende ermittelte Potential deutlich niedriger liegt als die Übrigen, was sich wiederum durch die fehlende Berücksichtigung größerer Niederschlagsmengen und geringeren Verdunstungsraten in höher gelegenen Arealen erklären lässt. Ebenso deutlich erkennbar ist die gute Rekonstruktion des Linienpotentials aus

dem Wasserkraftkataster anhand der mittleren Abflusshöhen aus dem HAÖ, welche nur zu einer geringen Überschätzung führen.

In der unteren Darstellung Abbildung 6.6 ist das Verhältnis der errechneten Abflussspenden zu den im Wasserkraftkataster ausgewiesenen dargestellt. Es wurde jedem Potentialermittlungspunkt ein Verhältniswert zugewiesen, und so die Abweichung entlang des Flusslaufes dokumentiert.

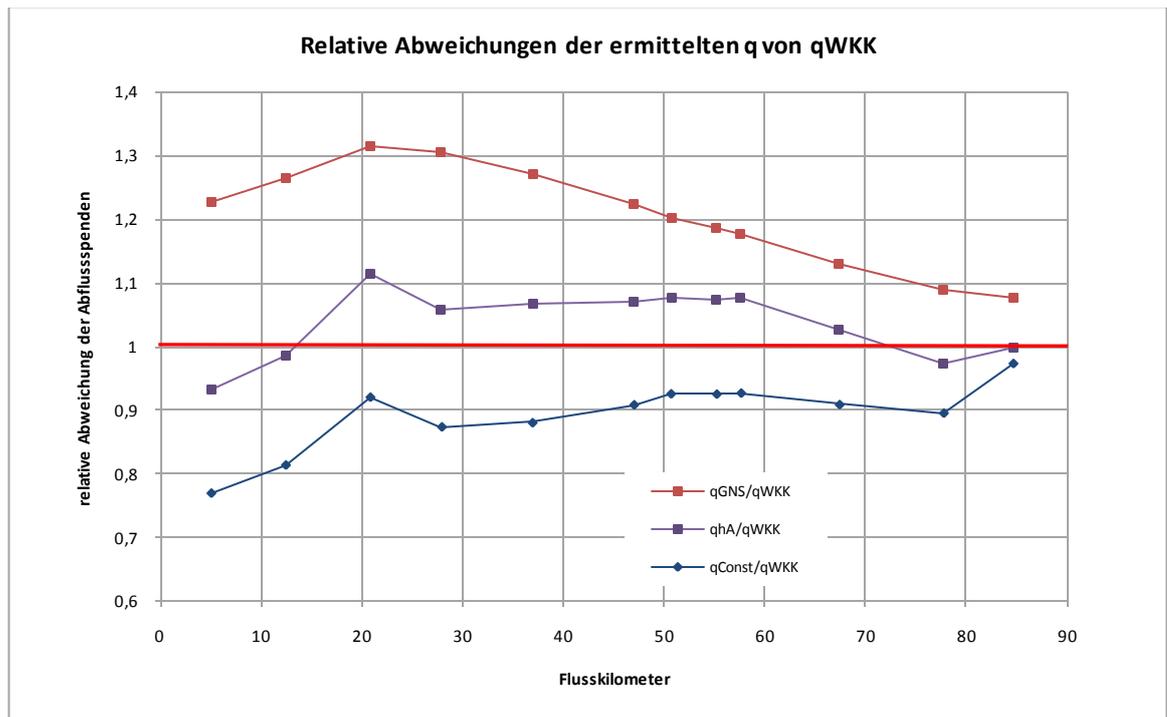


Abbildung 6.6 Relative Abweichungen der errechneten Abflussspenden q von jenen des Wasserkraftkatasters

In der Abbildung oben wird die starke Überschätzung der Abflussspenden in den höher gelegenen Einzugsgebieten bei Anwendung der Abflussspenden q_{GNS} verdeutlicht. Am niedrigsten ist das über die konstante mittlere Abflussspende errechnete Roharbeitsvermögen mit 1039 GWh/a, welches 9 % unter jenem des Wasserkraftkatasters liegt, und am stärksten von diesem abweicht.

Bei Heranziehen der Abflussspenden über die mittleren Abflusshöhen wird der im WKK ausgewiesene Wert um 3,4 % überschätzt, und ergibt somit die geringste Abweichung.

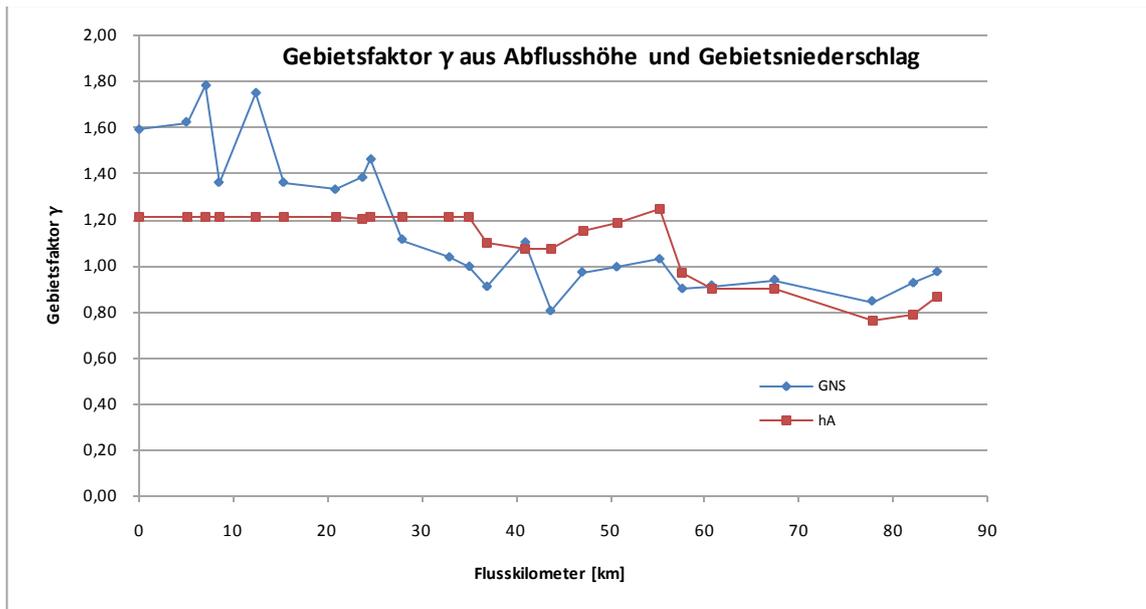


Abbildung 6.7 Gebietsfaktoren aus hA und GNS im Lecheinzugsgebiet

In Abbildung 6.7 sind die Gebietsfaktoren der einzelnen Teil- und Zwischeneinzugsgebiete dargestellt. Auffällig ist die Gleichmäßigkeit der Abflusshöhen in den Teileinzugsgebieten des Oberlaufs, welche auch aus Abbildung 6.6 hervorgeht. Auch liegt der Anteil aus den Abflusshöhen, in diesen Arealen, deutlich unter jenen des Gebietsniederschlags, während die Gebietsfaktoren der Abflusshöhen im Mittellauf deutlich höher sind.

6.1.4 Abflussspenden der Schwechat

Als Berechnungsgrundlage wurden die „mittleren Abflusshöhen“ aus dem HAÖ, siehe 5.2.2, herangezogen und die Abflussspenden der einzelnen Teileinzugsgebiete ermittelt.

Um die Qualität der errechneten Abflusshöhen anhand der im WKK ausgewiesenen überprüfen zu können, mussten allerdings die Einzugsgebietsverhältnisse abgeglichen werden, da sich in den Jahren zwischen den Publikationen des WKK und der Erstellung des HAÖ Änderungen in den Mündungsverhältnissen der Mödling bzw. der Triesting einstellten. So mündet im WKK die Mödling noch vor der Triesting in die Schwechat, während sich dies im HAÖ umgekehrt verhält.

Da sich die errechneten Abflussspenden für das Einzugsgebiet an einem Betrachtungspunkt (Potentialermittlungspunkt) durch flächengewichtete Aufsummierung der Abflussspenden aus den Teileinzugsgebieten errechnen, würde dies zu einer Verfälschung am Potentialermittlungspunkt der Mödling bzw. der Triesting führen.

Es wurden die Gebietsverhältnisse des WKK und damit die ausgewiesenen Abflussspenden, Abflüsse bzw. Potentiale an die Verhältnisse des HAÖ angepasst und die errechneten Abflussspenden einander gegenübergestellt. Der im WKK beschriebene Rechtszubringer Kalter Gang, konnte nicht berücksichtigt werden, da er in der Wasserbilanz des HAÖ nicht dokumentiert ist.

In Tabelle 4 sind die flächenmäßigen Differenzen aufgrund der veränderten Einmündungsverhältnisse farblich hinterlegt aufgelistet, q_{a_WKK} sind die im Wasserkraftkataster ausgewiesenen Abflussspenden, $q_{a_HAÖ}$ die über die Daten der Wasserbilanz aus dem hydrologischen Atlas errechneten.

Tabelle 4 Abweichungen in den Mündungsbereichen der Triesting bzw. Mödlingbach inkl. Abflussspenden

Potentialpunkt WKK	ΣA_{WKK} [km ²]	q_{a_WKK}	Potentialpunkt HAÖ	$\Sigma A_{HAÖ}$ [km ²]	$q_{a_HAÖ}$	Anmerkung
Quellzusammenfluss	52,90	14,60	Quellzusammenfluss	52,94	14,82	
Pöllerbach	80,40	14,60	Pöllerbach	80,24	15,06	ohne Einmünder
	94,60	14,60		94,53	15,02	mit Einmünder
Groißbach	101,30	14,60	Groißbach	101,09	15,01	ohne Einmünder
	115,20	14,60		114,47	14,99	mit Einmünder
Sattelbach	123,90	14,60	Sattelbach	123,71	14,98	ohne Einmünder
	172,40	14,60		171,98	14,93	mit Einmünder
Pegel Helenental	185,30	14,60	Pegel Cholerakapelle	181,00	14,93	
Mödling	358,30	9,90	Triesting	366,19	11,56	ohne Einmünder
	457,70	8,30		759,33	12,86	mit Einmünder
Triesting	457,90	8,30	Mödling	759,45	12,85	ohne Einmünder
	859,90	8,60		831,27	12,49	mit Einmünder
Petersbach	871,50	8,50	Petersbach	869,27	12,17	ohne Einmünder
	896,40	8,30		903,00	11,9	mit Einmünder
Liesing	905,80	8,30	Liesing	1007,28	11,19	ohne Einmünder
	1018,20	7,50		1117,87	10,97	mit Einmünder
Mündung	1180,90	7,20	Mündung	1167,16	10,75	

Aus der oben angeführten Tabelle geht hervor, dass abgesehen von den Einmündungsverhältnissen deutliche Abweichungen in den Abflussspenden bestehen. Hier liegen die errechneten Abflussspenden deutlich über jenen des Wasserkraftkatasters. Um zu überprüfen welche der Abflussspenden bessere MQ-Werte liefert soll eine aktuelle Zeitreihe nachgerechnet und die Ergebnisse verglichen werden. Dazu werden ähnlich wie in 5.2.3 Gebietsfaktoren aus den Abflussspenden ermittelt und die Abflüsse über einen Beobachtungpegel extrapoliert.

1. Abflussspendenwerte aus dem WKK mit aktuellen Einzugsgebietsverhältnisse adaptieren
2. Errechnung der γ -Werte für die Teil und Zwischeneinzugsgebiete aus den adaptierten Abflussspenden q_{a_WKKad}
3. Errechnung der Abflusswerte Q_{WKK}
4. Abgleich der errechneten Q_{WKK} und $Q_{HAÖ}$

ad1: Rückrechnen der q_{a_WKKad}

Wie in Kap.5.2.3 ausgeführt, werden für die Ermittlung der Abflussspenden die „mittleren jährlichen Abflusshöhen“ aus dem HAÖ herangezogen. Da im Wasserkraftkataster ebenfalls Abflussspenden errechnet wurden, kann ein Vergleich erfolgen.

Aufgrund der veränderten Einmündungsverhältnisse im Einzugsgebiet müssen die Abflussspenden, um einen Abgleich zu erlauben auf die gegenwärtigen Verhältnisse angepasst werden. Dies erfolgt durch flächengewichteten Eingang der im WKK dokumentierten Abflussspende unter Berücksichtigung der aktuellen Einmündungsverhältnisse. Dies führt zu den geringeren adaptierten Abflussspenden (siehe Abbildung 6.8), im Mündungsbereich der Mödling, da das im WKK relativ schwach abflusswirksame Einzugsgebiet der Triesting nun vor der Mödling einmündet.

$$q_{Zb} = \frac{q_m * A_m - q_o * A_o}{A_m - A_o}$$

$$q_{akt} = \frac{q_o * A_o + q_{Zb} * A_{Zb}}{A_m + A_{Zb}}$$

q_{zb}Abflussspende Zubringer

q_mAbflussspende mit Zubringer

q_oAbflussspende ohne Zubringer

A_mGesamteinzugsgebiet mit Zubringer

A_oGesamteinzugsgebiet ohne Zubringer

q_{akt}adaptierte Abflussspende mit Zubringer

Die Darstellung unten zeigt die über die mittleren Abflusshöhen errechnete Abflusspende $q_{a_HAÖ}$, und die aus dem Wasserkraftkataster entnommene und auf aktuelle Einzugsgebietsverhältnisse adaptierte Abflusspende q_{a_WKKad} . Die Abflusspende q_{a_WKK} dient als Vergleich, und ist der Verlauf der Abflusspenden wie er im Wasserkraftkataster dokumentiert ist.

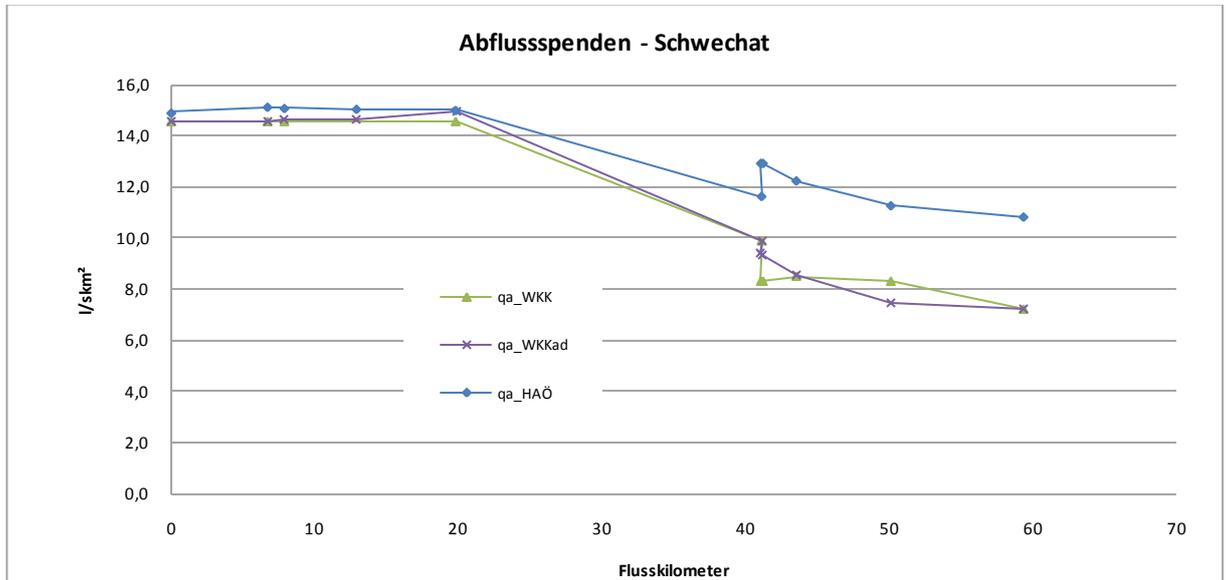


Abbildung 6.8 Gegenüberstellung der ermittelten Abflusspenden

ad 2: Ermittlung von γ

Der Gebietsfaktor wird nun aus q_{a_WKKad} , den adaptierten Abflusspenden für jedes Teil bzw. Zwischeneinzugsgebiet ermittelt

$$\gamma_{qi} = \frac{q_i}{mittl.q}$$

ad 3: Ermittlung von Q

Somit kann für jeden Mündungsbereich der Abfluss rückgerechnet werden

$$Q_i = \gamma_i * q * A_i$$

Um das gesamte entwässerte Gebiet an einem beliebigen Punkt i berücksichtigen zu können, wird der Gebietsfaktor γ_G für mehrere betrachtete Teil bzw. Zwischeneinzugsgebiete ausgewiesen:

$$\gamma_{Gi} = \frac{\sum \gamma_i * A_i}{A_{Gi}}$$

γ_iGebietsfaktor des Teil bzw. Zwischeneinzugsgebietes [/]

γ_{Gi}mittlerer Gebietsfaktor des Gesamteinzugsgebietes am Punkt i [/]

A_iTeil bzw. Zwischeneinzugsgebiet [km²]

A_{Gi}Flächenanteil aller Teil bzw. Zwischeneinzugsgebiete am Punkt i [km²]

ad 4: Abgleich von Q

Die deutliche Überschätzung der über die Datengrundlage des HAÖ ermittelten Abflusspenden schlägt sich auch, wie in Abbildung 6.9 veranschaulicht, in den errechneten Mittelwasserführungen nieder. So steht hier dem im Wasserkraftkataster publizierten Wert von $MQ = 8,45 \text{ m}^3/\text{s}$ ein errechneter Wert mit $MQ = 12,62 \text{ m}^3/\text{s}$ gegenüber, und führt somit zu einer Überschätzung von 33%.

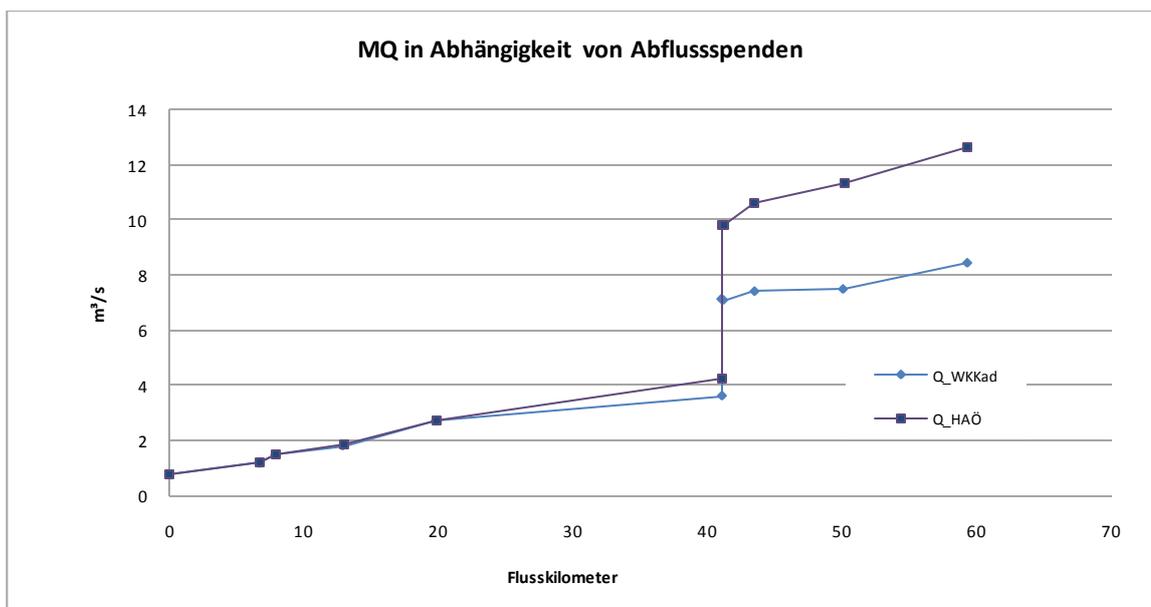


Abbildung 6.9 Errechnete Mittelwasserlinien für die Zeitreihe 1934–1943

Das Einzugsgebiet der Schwechat ist von zahlreichen Aus, Um und Einleitungen betroffen. Die wohl markanteste Umleitung im Einzugsgebiet ist der im Jahr 1803 zu Transportzwecken in Betrieb genommene Wiener Neustätter Kanal, welcher Wasser aus dem Einzugsgebiet der Schwarza über den Mödlingbach in die Schwechat einleitet. Da für dieses künstliche Gewässer auch Pegelwerte zur Verfügung stehen, wurde die Zeitreihe 2004-2008 für den Wiener Neustätter Kanal bzw. die Schwechat herangezogen um die Plausibilität der über die errechneten Abflussspenden ermittelten Mittelwasserführung $Q_{HAÖ}$ zu prüfen.

Die in Kapitel 5.2.3 und auch obenstehend erläuterte Ausweisung des Gebietsfaktors γ , ermöglicht unter Heranziehen eines Beobachtungspiegels, eine Errechnung der Mittelwasserlinie für jede dokumentierte Zeitreihe. Da die Messungen mit Datenlogger im Wiener Neustätter Kanal erst seit 5.8.2003 erfolgen, und davor nur einmal täglich der Wasserstand aufgezeichnet wurde, muss hier auf diese kurze Reihe zurückgegriffen werden. Durch Heranziehen der Gebietsfaktoren, kann man unter Betrachtung der Reihe 2004-2008 den Ansatz vom WKK mit den Abflussspenden $q_{HAÖ}$ vergleichen.

Als Eingang dient MQ am Pegel Chloerakapelle. Der Abfluss wird bis zur Einzugsgebietsgröße vom Pegel Schwechat-Hallenbad hochgerechnet, um einen Vergleich mit dem Beobachtungswert herzustellen zu können. Vereinfacht wird das im HAÖ ausgewiesenen Einzugsgebiet bis zur Mündung der Liesing (exklusive des Liesingezugsgebietes) dem Einzugsgebiet Pegel Hallenbad gleichgesetzt. Gleichermaßen wurde der aktuelle Pegel Chloerakapelle mit dem damals installierten Pegel Helenental gleichgesetzt, da die Einzugsgebiete mit 181 km² bzw. 185,3 km² einander entsprechen.

$$Q_P = \frac{MQ_P}{\gamma_P}$$

$$q = \frac{Q_P}{\gamma_P}$$

$$Q_i = \gamma_i * q * A_i$$

MQ_Pmittlerer Abfluss am Meßpegel [m³/s]

A_PEinzugsgebiet des Meßpegels [km²]

γ_PGebietsfaktor für das Einzugsgebiet des Meßpegels

Tabelle 5 Grundlage für die Rückrechnung

Einzugsgebiet	Einzugsgebiet
Cholerakapelle	181 km ²
Helenental	185,3 km ²
Schwechat-Hallenbad	1028,9 km ²
Ezg. bis Liesing	1007,28 km ²

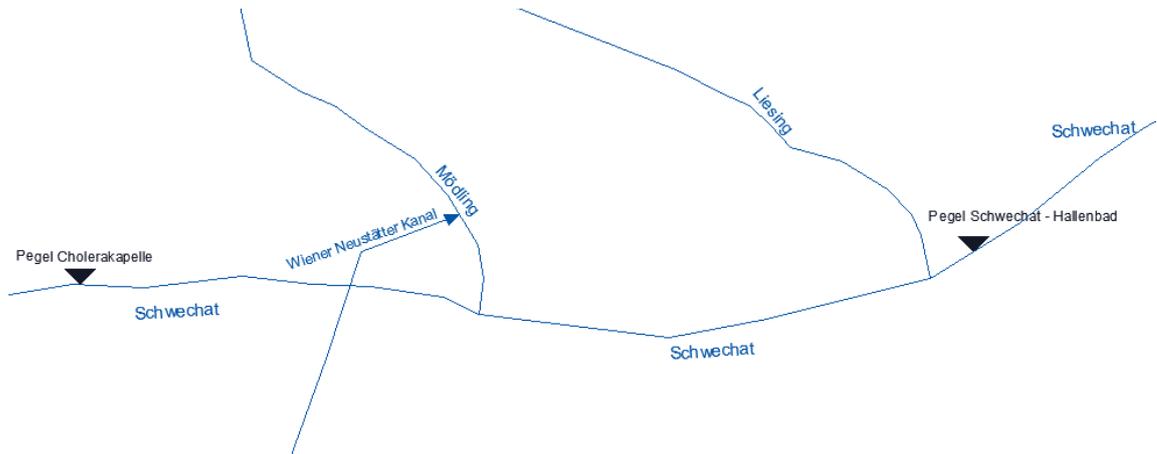


Abbildung 6.10: Schematische Darstellung der herangezogenen Pegel und Einmündungsverhältnisse

Wird nun der gemessene MQ-Wert des Wiener Neustädter Kanals am Pegel Flussbauhof mit den errechneten MQ-Werten addiert, so kann man die errechneten Werte mit dem Pegel Schwechat-Hallenbad vergleichen und die Qualität der verwendeten Abflussspenden prüfen.

Tabelle 6 Eingangsdaten zur Überprüfung der errechneten Abflussspenden

Gewässer	Messpegel	Reihe	Q [m ³ /s]
Schwechat	Cholerakapelle	2004-2008	1,61
Wiener Neustädter Kanal	Wr. Neustadt-Flussbauhof	2004-2008	1,31
Schwechat	Schwechat-Hallenbad	2004-2008	8,69

Die im Hydrographischen Jahrbuch 2008 dokumentierte Mittelwasserführung (MQ 2004-2008) der Schwechat beim Pegel Hallenbad beträgt 8,69 m³/s, um die stark voneinander abweichenden Abflussspendenansätze einander gegenüberstellen zu können wurde der Pegel Cholerakapelle herangezogen (da praktisch ident mit Pegel Helenental im WKK), und lieferte den Eingangswert (MQ 2004-2008) für die Hochrechnung der Abflüsse für das gesamte Einzugsgebiet. Dies erfolgte für beide Ansätze und lieferte folgendes Ergebnis:

Tabelle. 7: Abgleich der errechneten Abflüsse mit gemessenen Pegelwerten

Gewässer	Grundlage	Q [m ³ /s]
Schwechat	Pegel Schwechat-Hallenbad	8,69
Schwechat	q_HAÖ	6,72
Schwechat	q_Wkk	5,01
Wr. Neustätter Kanal	Pegel Wr. Neustadt-Flussbauhof	1,31
Summe MQ(q_HAÖ) und Pegel Flussbauhof:		8,02
Summe MQ(q_Wkk) und Pegel Flussbauhof:		6,32

Der über q_{a_WKK} bzw. $q_{a_HAÖ}$ errechnete Abfluss bezieht sich nur auf das Einzugsgebiet der Schwechat, um diese Abflüsse mit dem Pegel Schwechat-Hallenbad vergleichen zu können, muss noch der Abfluss des Wiener Neustätter Kanals addiert werden. Dies wird durch die Addition des Pegels Flussbauhof am Wr. Neustätter Kanal gewährleistet.

Der über $q_{a_HAÖ}$ ermittelte Abflusswert unterschätzt den im hydrographischen Jahrbuch dokumentierten um 8%, liefert aber ein deutlich besseres Ergebnis als der über den Ansatz aus dem WKK errechnete d.h. die damals im Einzugsgebiet der Schwechat herangezogenen Abflussspenden haben heute keine Gültigkeit mehr. Der Grund für die Abweichung ist wahrscheinlich in den zahlreichen nicht dokumentierten Aus-, Um- und Einleitungen zu suchen. Abgesehen von den schwer nachvollziehbaren Verhältnissen durch Um- und Ausleitungen, liefert ein Vergleich der im Wasserkraftkataster herangezogenen Ganglinie mit der aktuellen Reihe starke Differenzen. Auch die im WKK sehr kurz gewählte Zeitreihe kann mit ihrer Beobachtungsdauer den mittleren Abflussspenden nur sehr schlecht gerecht werden. So ist es kaum verwunderlich, dass die im WKK angesetzten Abflussspenden mit den errechneten nicht übereinstimmen. Für die unten illustrierte Gegenüberstellung wurden die aktuelle Pegelmeßstelle Cholerakapelle und der damals gültige Pegel Helenental herangezogen, welche wie in Tabelle 5 angeführt, ein praktisch identes Einzugsgebiet haben.

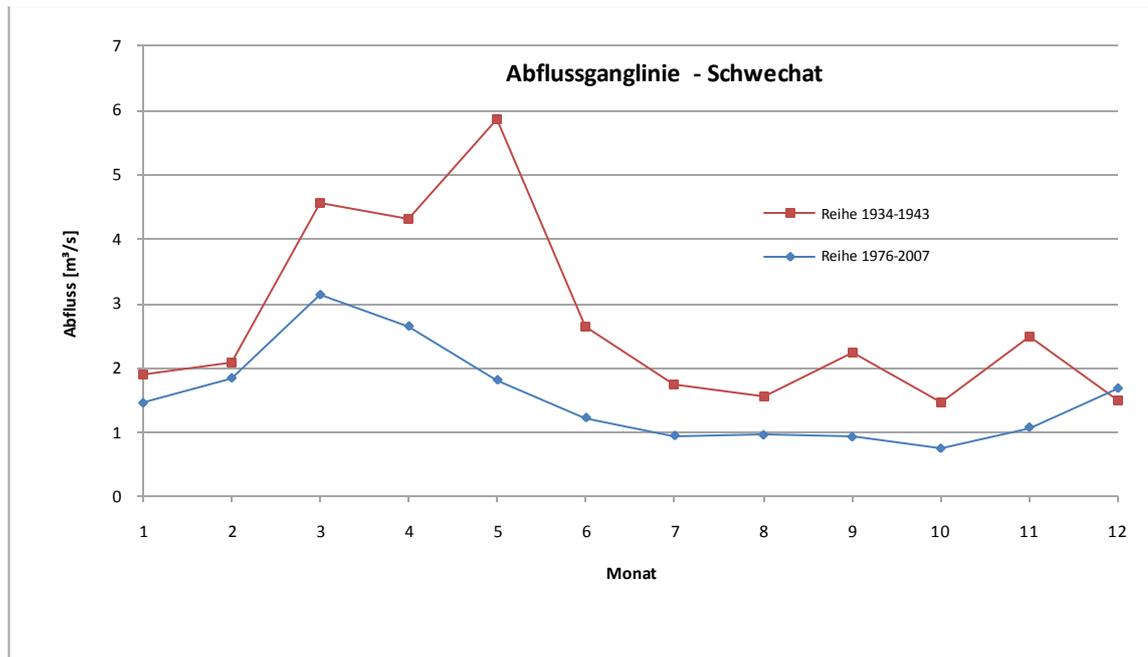


Abbildung 6.11 Vergleich der aktuellen Ganglinie mit dem Mittelwasserabfluss aus dem WKK

Für die dargestellte starke Abflussänderung im Einzugsgebiet der Schwechat können unterschiedliche Ursachen in Betracht gezogen werden, einerseits das komplexe System künstlicher Aus und Umleitungen, andererseits könnten klimatische Einflüsse einen gewissen Anteil am Rückgang haben. Aber auch die kurze Beobachtungsreihe von zehn Jahren, welche im Wasserkraftkataster herangezogen wurde, könnte zu einer gewissen Unschärfe in der Abflussganglinie führen.

Die Tatsache, dass die über die Grundlage des HAÖ errechneten Abflusspenden sich deutlich besser an die Beobachtungen anpassen rechtfertigt ihre Verwendung.

6.2 Ermittlung von Längenschnitten in GIS

Als Datenbasis dienen, wie in den Kapiteln 4.3, 4.4 und 4.5 beschrieben, die Einzugsgebiete aus dem HAÖ mit den zugehörigen Gewässerläufen, sowie die Gewässerläufe des Bundesgewässernetzes. Außerdem standen drei digitale Geländemodelle mit unterschiedlicher Auflösung zur Verfügung. Um einen guten Vergleich der verwendeten Daten zu erzielen wurden die beiden Gewässer-Shapefiles mit den unterschiedlichen digitalen Geländemodellen verschnitten, und die dabei erhaltenen Längenschnitte mit den Höheninformationen aus dem Wasserkraftkataster verglichen. Die Einzugsgebietsbasis blieb dabei immer die Gleiche.

Um ein besseres Verständnis für die Ursache und Problematik der Mängel in den Längenschnitten zu erhalten wurden zusätzlich zu den Längenschnitten an Lech und Schwechat noch einige andere österreichische Flussgebiete herangezogen. Wobei hier die Kriterien einerseits die gute Datenlage im Wasserkraftkataster, andererseits eine Variabilität der Topographie darstellten.

6.2.1 Höhenkoten des Lechs mittels Gewässernetz des HAÖ und unterschiedlicher DGM

Das Gewässernetz des HAÖ wurde mit den drei zur Verfügung stehenden digitalen Geländemodellen verschnitten und mittels HEC-GeoHMS die Höhenkoten in den Knotenpunkten errechnet. Besonders auffällig waren die Flussesequenzen mit negativem Gefälle, welche in Ausmaß und Häufigkeit stark variieren. So erzielte die Verschneidung des bestaufgelösten DGM mit einem 30 m - Raster beinahe ebenso schlechte Ergebnisse und große Abweichungen wie mit dem grobmaschigen 250 m – Raster – Modell. Mit dem in Bezug auf die Auflösung qualitativ im Mittelfeld einzureihenden 75 m – Raster – Modell wurde die beste Näherung an die Koten des geschriebenen Längenschnittes aus dem WKK erreicht. Auch die Abschnitte mit negativem Gefälle wurden auf vier Fließstrecken im Gesamteinzugsgebiet und zwei im Hauptvorfluter reduziert. Zusätzlich wurde das Lcc-Modell von einem 75 m Raster auf 150 m erweitert, und darauf basierend Höhenkoten ermittelt, in der Hoffnung bessere Ergebnisse zu erzielen. Da die Bandbreite zwischen 75 m und 250 m relativ groß ist, wurde überprüft ob sich der Gewässerlauf bei einer Rasterweite von 150 m besser in die Topographie eingliedert. Dieser Ansatz hat sich nicht bewahrheitet.

Unten sind die über HEC-GeoHMS generierten Ergebnisse dem Kotenverlauf aus dem Wasserkraftkataster WKK gegenübergestellt. Die dem Index DGM nachstehende Bezifferung bezeichnet jeweils die Auflösung des angewandten Geländemodells. Schlechteste Nachbildung der natürlichen Verhältnisse erfährt die Anwendung des DGM_250, da hier vor Allem das Ausmaß der negativen Gefälle deutlich stärker ausgeprägt ist als bei Anwendung der anderen Modelle.

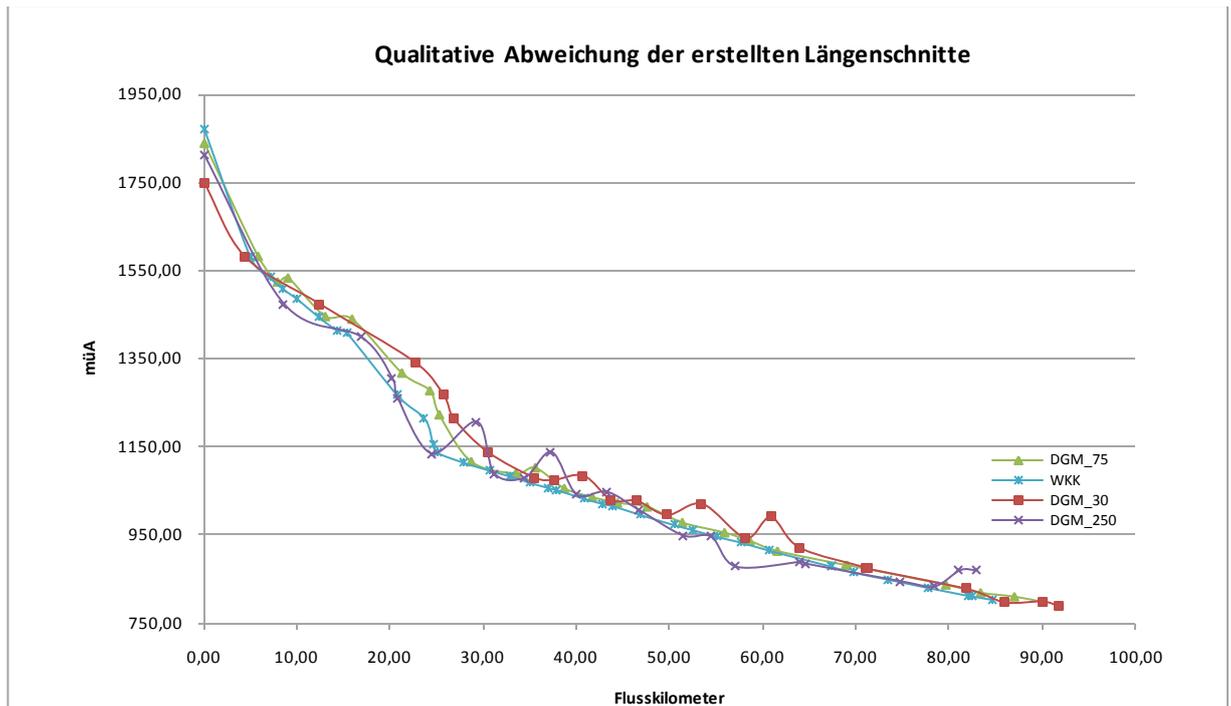
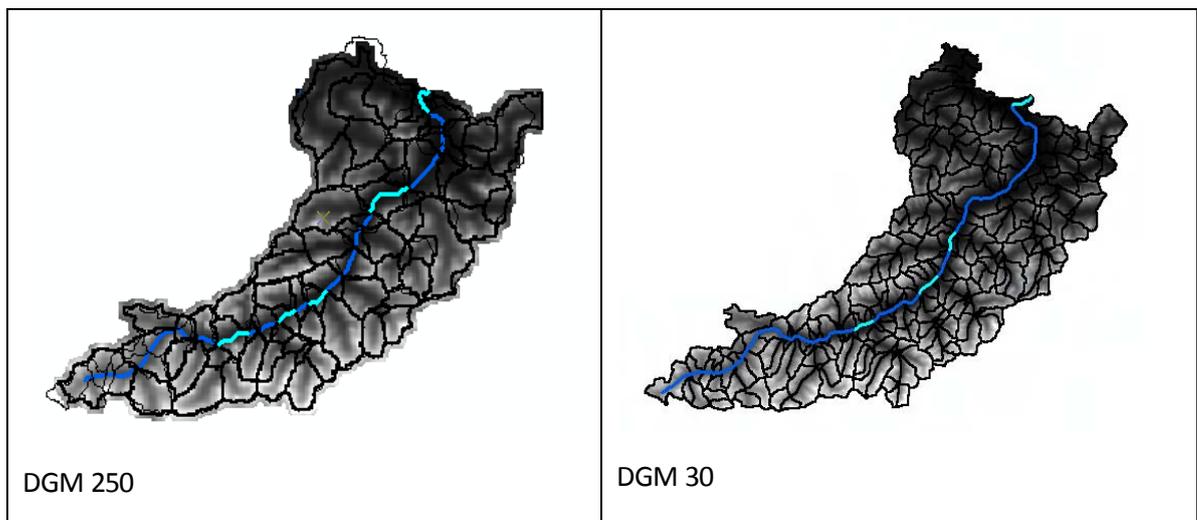


Abbildung 6.12 Qualitative Abweichungen der errechneten Längenschnitte vom Längenschnitt aus WKK. Ebenso deutlich wird die gute Anpassung von DGM_75 an die Datengrundlage des WKK, wobei aber die Höhen zwischen Flusskilometer 10 und 30 deutlich überschätzt werden. Im Unterlauf ist allerdings eine sehr gute Übereinstimmung mit den natürlichen Gegebenheiten festzustellen.

Abbildung 6.16 illustriert die Häufigkeit der Negativgefälle im Einzugsgebiet unter Zugrundelegung der unterschiedlichen Geländeinformationen, und verdeutlicht die qualitativen Mängel bei Anwendung der Modelle mit 30 bzw. 250 m Raster. Auch das schlechtere Ergebnis bei Downscaling der Auflösung auf 150 m, unter Verwendung des 75 m - Modells ist dargestellt.



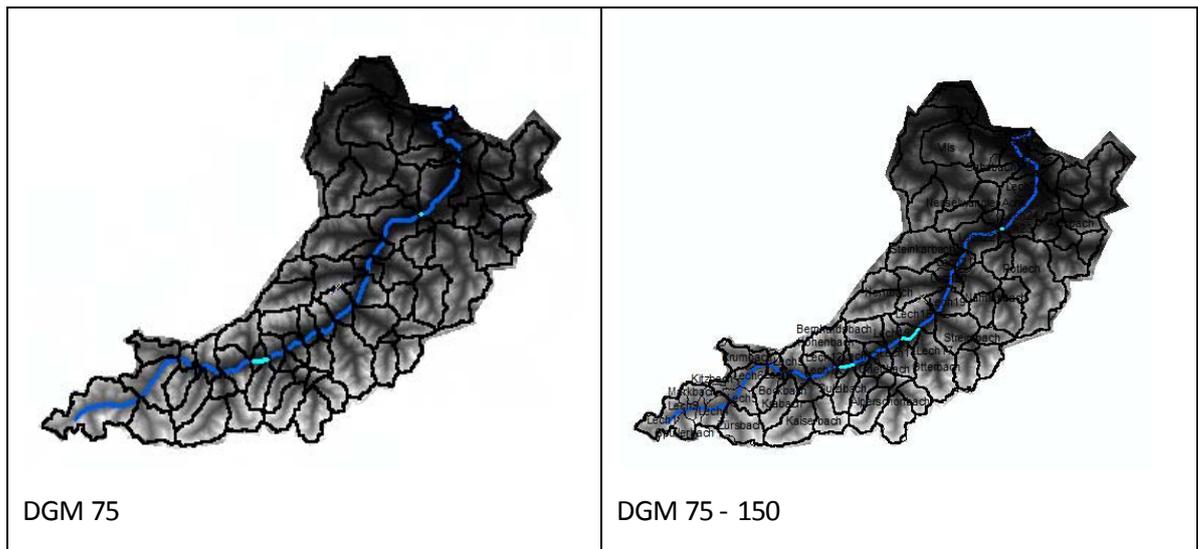


Abbildung 6.13: Abschnitte mit negativem Gefälle unter Verwendung unterschiedlicher Geländemodelle und dem Gewässernetz aus HAÖ

6.2.2 Höhenkoten des Lechs mittels Bundesgewässernetz und DGM mit 75 m - Raster

Aufgrund der in den vorangegangenen Arbeitsschritten mit dem Gewässernetz aus dem HAÖ erhaltenen Informationen, (siehe Abschnitt 6.1.1) konnte für die weitere Bearbeitung das DGM 75 als jenes mit den besten Ergebnissen deklariert werden. Somit wurde in weiterer Folge ausschließlich dieses Geländemodell für die Extrahierung der Höheninformationen herangezogen.

Unter Verwendung des DGM 75, wurde das Gewässernetz aus dem HAÖ mit dem Berichtsgewässernetz des Lebensministeriums gegenübergestellt. Bei Betrachtung der Linienführung beider Gewässernetze wird der qualitative Unterschied bzgl. der Detailtreue in den beiden Gewässernetzen deutlich. Dies soll in der nachfolgenden Graphik anhand eines Ausschnittes vom Lecheinzugsgebiet im Bereich der Einmündung des Rotlech vergegenwärtigt werden.

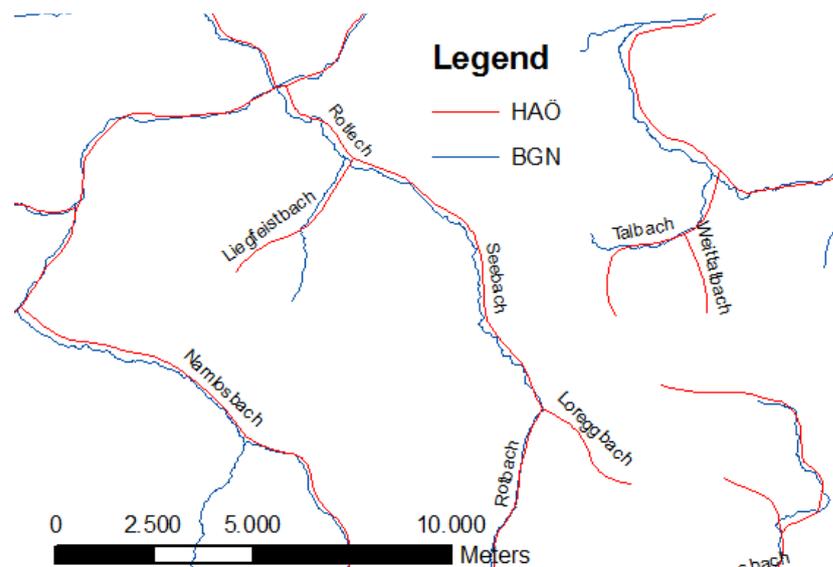


Abbildung 6.14 Unterschiedliche Linienführung der beiden verwendeten Gewässernetze

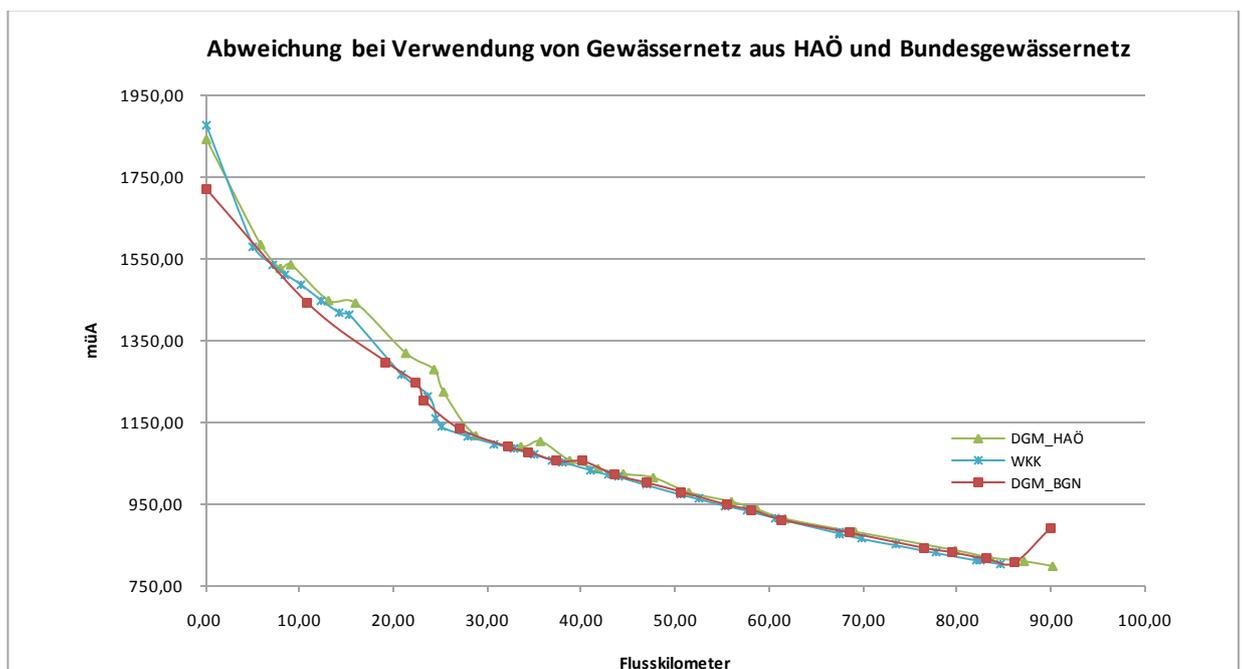


Abbildung 6.15 Gegenüberstellung der errechneten Längenschnitte aus BGN und Gewässernetz aus HAÖ
 Auch unter Verwendung des höherwertigen BGN wird der Längenschnitt im Mittel nicht besser nachgebildet, das Geopotential wird im Oberlauf deutlich unterschätzt, passt sich im Mittellauf sehr gut an den Längenschnitt aus dem WKK an, bildet jedoch eine erhebliche Steigung in der letzten Fließstrecke vor der Staatsgrenze.

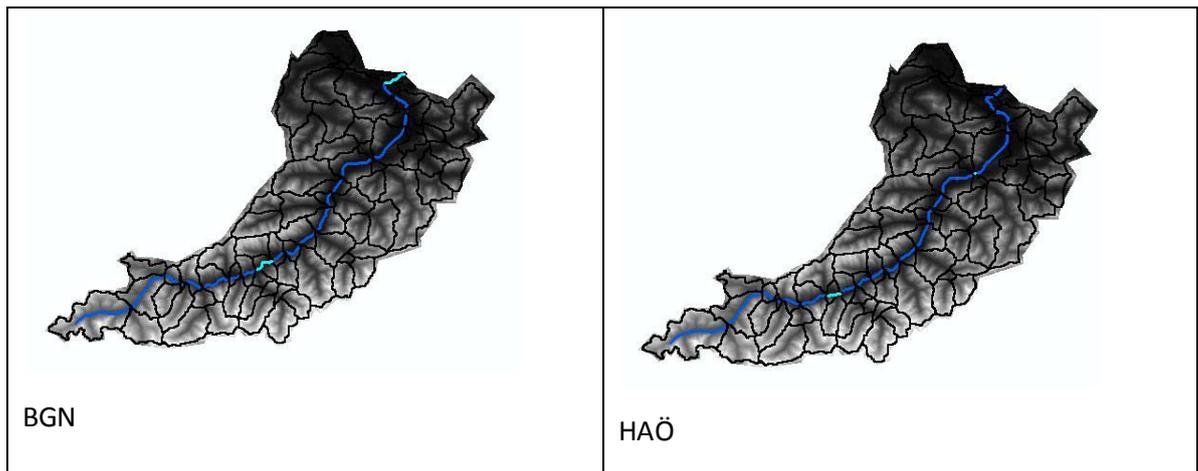


Abbildung 6.16: Ausweisung negativer Gefälle (hellblau) bei Verwendung unterschiedlicher Gewässernetze als Datenbasis

Im Grundriss ergeben sich sowohl bei Zugrundelegung der Flussläufe des hydrologischen Atlas als auch unter Verwendung des BGN negative Gefälle. Besonders der letzte Streckenabschnitt zum Gebietsauslass weist unter Verwendung des BGN, mit einer Steigung von 2% bzw. einer Höhenzunahme von 86 Metern eine sehr große Unschärfe auf.

6.2.3 Vergleichende Anwendung von HEC-GeoHMS in österreichischen Einzugsgebieten

Um eine Dimension der Unschärfe in den Ergebnissen aus den HEC-GeoHMS Analysen zu erhalten wurden Einzugsgebiete möglichst unterschiedlicher Beschaffenheit im Hinblick auf Geologie, Talbreite und Gefälle gewählt. Ebenso maßgebend für die Auswahl der Einzugsgebiete ist die vorhandene Datengrundlage aus dem Wasserkraftkataster, sowie die Forderung nach Flussläufen welche seit dem Eingang in den Wasserkraftkataster keine allzu großen Veränderungen in ihrem Grundriss erfuhren.

Als Datenbasis wurden der Flusslauf des Bundesgewässernetzes, sowie das DGM 75 verwendet, da diese aufgrund der vorangegangenen Analysen bzw. der qualitativen Beschaffenheit des BGN die vernünftigsten Ergebnisse in Aussicht stellen.

6.2.3.1 Erstellung des Längenprofils an der Steyr

Für das Einzugsgebiet der Steyr kann auf eine mäßig gute Information der Aufnahmewasserspiegel aus dem Wasserkraftkataster zurückgegriffen werden. Es fehlen Koten vom Gewässerursprung bis zur linksufrigen Einmündung des Weißenbaches, sowie im gesamten Unterlieger. Der Mittellauf des Gewässers ist allerdings sehr gut dokumentiert. In der errechneten Fließstrecke wurde ein kurzer Abschnitt mit negativem Gefälle erhalten.

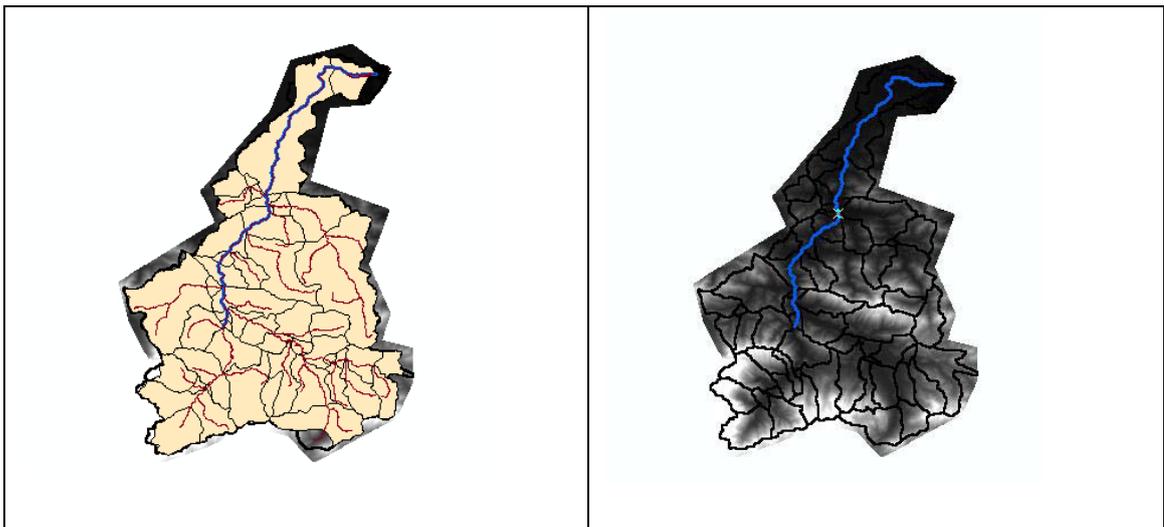


Abbildung 6.17 Betrachter Flussabschnitt an der Steyr

Zur Abbildung **links**: zum blau gekennzeichneten Flusslauf sind Höheninformationen aus dem Wasserkraftkataster vorhanden; **rechts**: Abschnitt mit negativem Gefälle hellblau dargestellt

Wie aus der nachfolgenden Grafik hervorgeht, konnte der Längenschnitt des WKK nur in sehr schlechter Qualität durch das HEC-GeoHMS rekonstruiert werden, besonders die topographischen Verhältnisse im Oberlauf werden unscharf nachgebildet. Aber auch im Mittellauf wird das errechnete Geopotential den natürlichen Verhältnissen nicht gerecht.

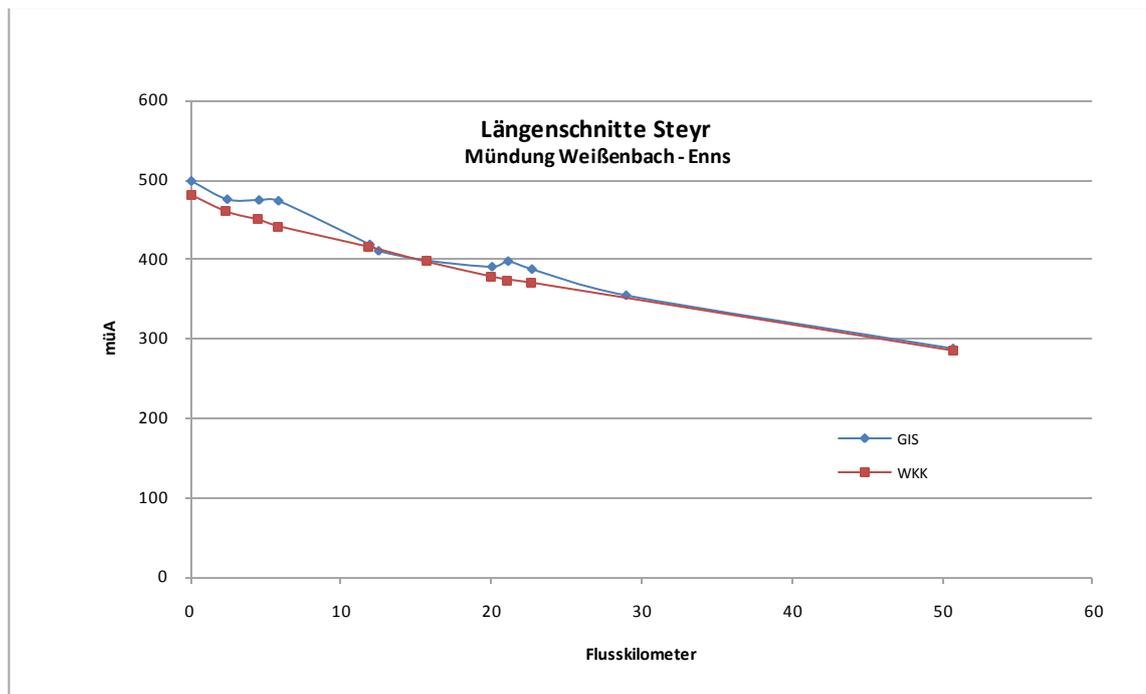


Abbildung 6.18: Abweichung des im GIS errechneten Längenschnittes von jenem aus dem Wasserkraftkataster an der Steyr

6.2.3.2 Erstellung des Längenprofils an der oberen Drau

Bei der Analyse wurde das obere Einzugsgebiet der Drau herangezogen, da für das untere Einzugsgebiet keine Daten aus dem WKK zur Verfügung standen, angedacht war eine Betrachtung vom Ursprung bis zur Einmündung der Lieser. Jedoch musste auch hier festgestellt werden, dass keine Aufnahmewasserspiegel für die obersten 25 Flusskilometer, vom Ursprung bis zur Einmündung des Erlbach dokumentiert sind.

Der errechnete Gewässerlauf weist in keinem Teilabschnitt negative Gefälle auf, und gleicht sich im flachen Teil der Fließstrecke gut an die Koten des WKK an.

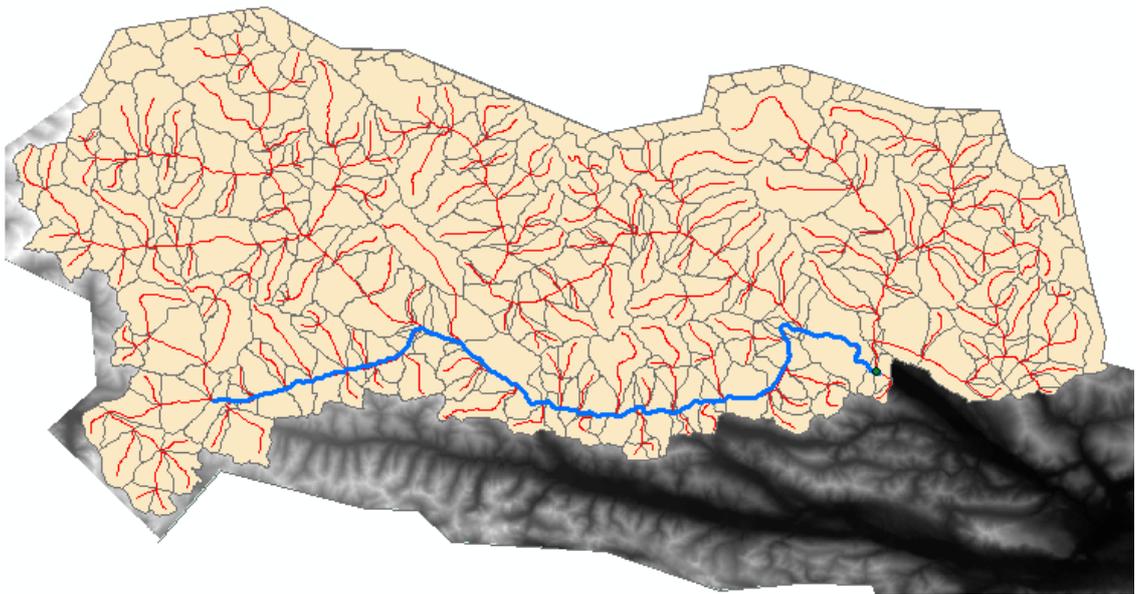


Abbildung 6.19 Einzugsgebiet der oberen Drau mit der analysierten Fließstrecke in blau

Die Darstellung des Längenschnittes lässt einen Fehler in den errechneten Abschnittslängen vermuten, welcher eine „Verschiebung“ des Längenschnittes zur Folge hätte. Ein Abgleich der Gewässerstrecken mit jenen des Wasserkraftkataster konnte aber eine relativ gute Übereinstimmung der Fließstrecken feststellen.

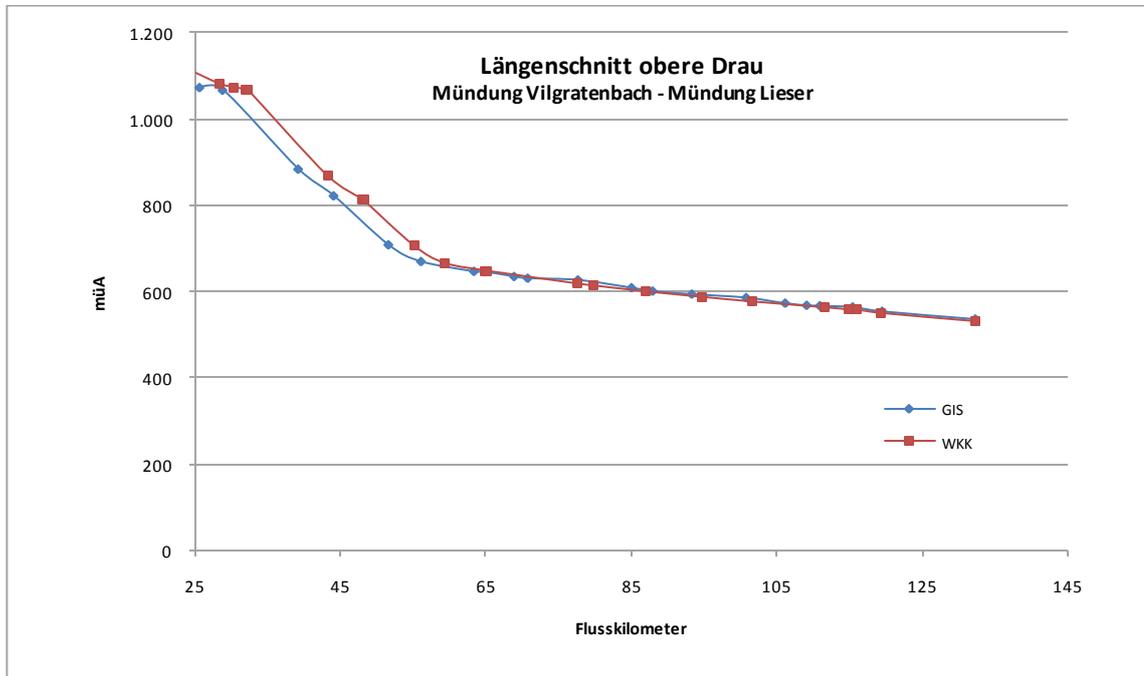


Abbildung 6.20 Abweichung des erzeugten Längenschnittes an der oberen Drau

6.2.3.3 *Erstellung des Längenprofils an der oberen Mur*

Für das Einzugsgebiet der Mur findet sich v.a. für den oberen Bereich (Lungau bis Einmündung des Paalbaches) eine einigermaßen gute Datengrundlage im Wasserkraftkataster. Flussabwärts weisen die Daten eine Lücke bis zur Mündung des Ingeringbaches bei Knittelfeld auf, und liefern von dort bis zur Einmündung des Vorderberger Baches drei weitere verwertbare Koten in 40 km Fließstrecke auf.

Das Resultat der exportierten Höhen aus HEC Geo HMS liefert sehr starke Abweichungen zum Längenschnitt des WKK. Hier zeigen sich auch grobe Mängel im Grundriss der Linienführung, so wird im Lungau bzw. der Obersteiermark der Gewässerlauf der Mur als Zubringer zum Leißnitzbach bzw. Rantenbach interpretiert.

Dies hat zur Folge, dass die gesamte Fließstrecke von Tamsweg bis Mündung Einachbach, welche eine Länge von 17,5 km aufweist, sowie der Leißnitzbach ein negatives Gefälle (Fluss würde bergauf fließen) aufweisen. Zusätzlich sind noch zwei weitere Gerinneabschnitte mit negativem Gefälle, vor Einmündung Feebergbach bzw. Lobmingbach zu verzeichnen.

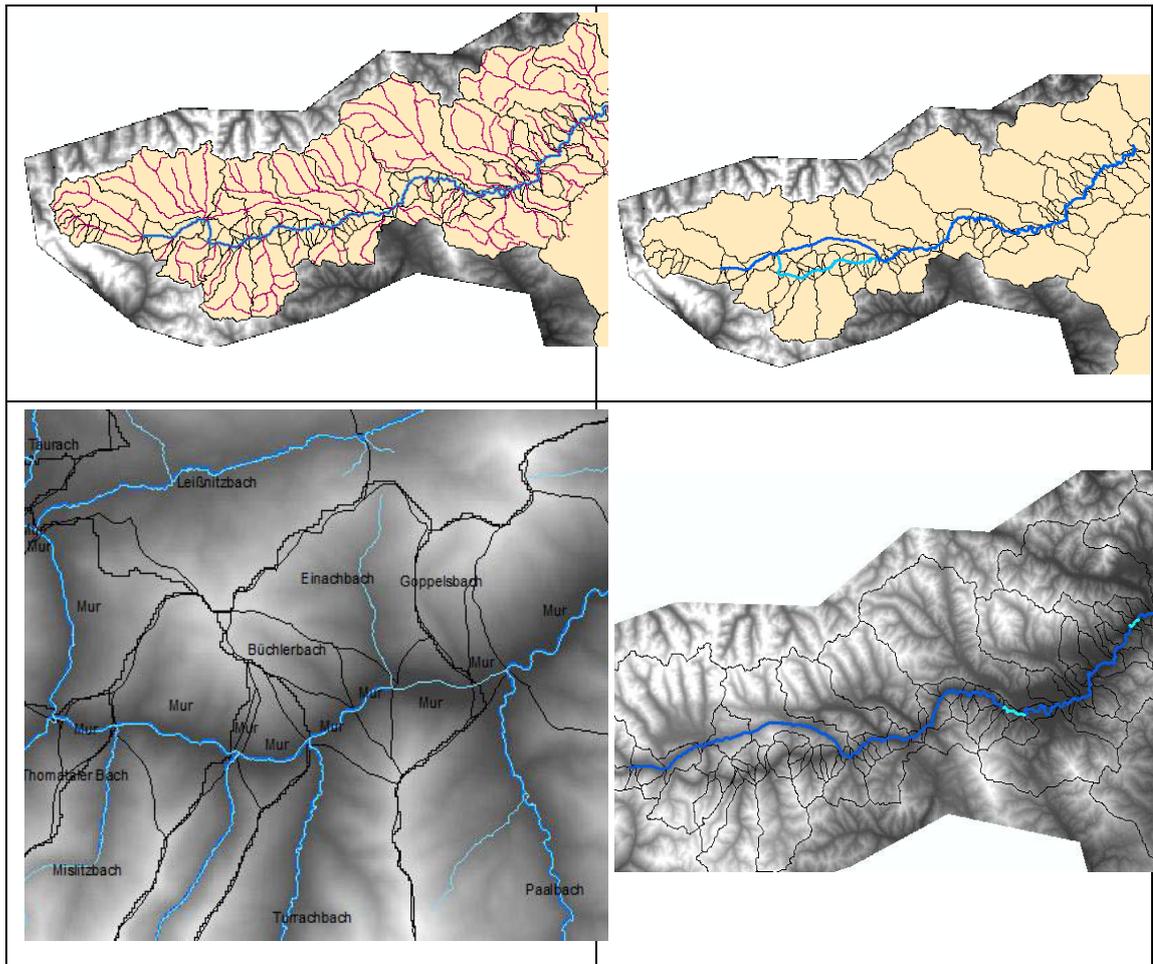


Abbildung 6.21 Obere Mur von Mündung Zederhausbach bis Mündung Vordernberger Bach

Oben links: Bundesgewässernetz mit Betrachtungsgewässerlauf (blau) und Zubringern (rot)

Oben rechts: Abweichung des errechneten Gewässerlaufes (dunkelblau) vom BGN

Unten links: detaillierte Ansicht des fehlerhaften errechneten Gewässernetzes (dunkelblau)

Unten rechts: Abschnitte mit negativem Gefälle im Betrachtungsgebiet

In den Längenschnitten des unten dargestellten Diagrammes fanden, bei der Gegenüberstellung der Höhenkoten aus ArcGIS, die fälschlich als Hauptvorfluter interpretierten Fließstrecken Eingang. Dies führte zu entsprechenden Abweichungen, welche sich unter anderem in der Fließstreckenlänge niederschlugen. Ein weiteres Manko ist die große Datenlücke im Wasserkraftkataster zwischen km 77 und 163 welche eine scharfe Abbildung des Längenschnittes unmöglich macht.

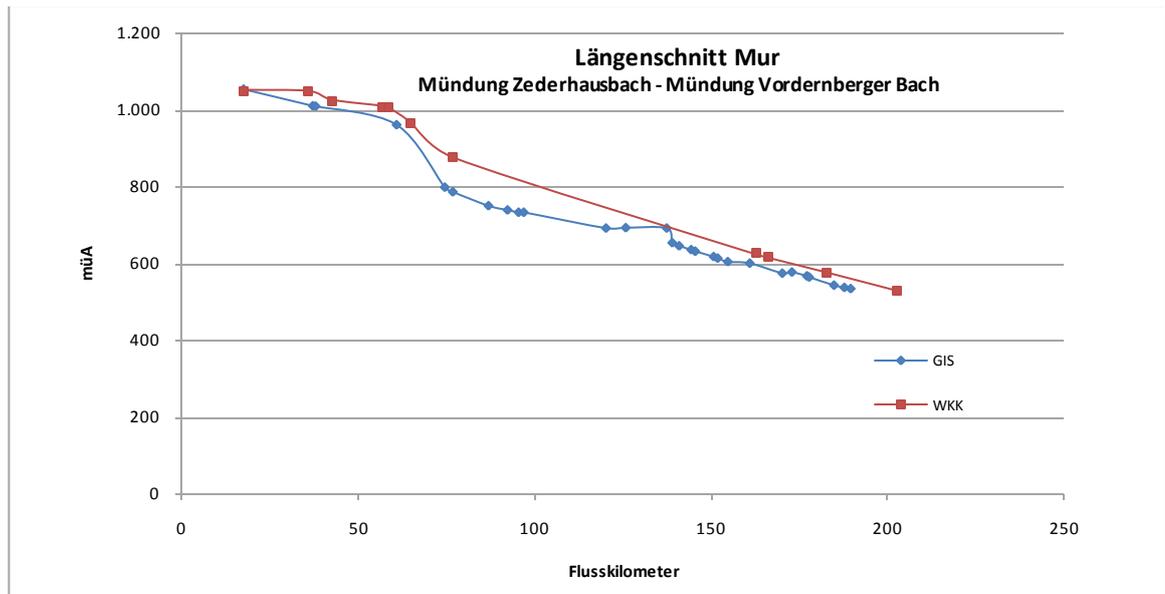


Abbildung 6.22 Abweichung des erzeugten Längenschnittes an der oberen Mur

6.2.3.4 Erstellung des Längenprofils an der Schwechat

Die Datengrundlage, welche dem Wasserkraftkataster für das Einzugsgebiet der Schwechat zu entnehmen ist, bietet guten Informationsgehalt, da aber im Mittellauf auf einer Länge von 27 km keine größeren Zubringer in die Schwechat einmünden, und somit keine Koten aus HEC GeoHMS exportiert werden können, entzieht sich dieser Bereich einem Vergleich mit den errechneten Längenschnitten. Davon abgesehen wird der Gewässergrundriss in genau dieser Fließstrecke mit einem nicht verwertbaren Ergebnis nachgebildet. Ähnlich dem in 6.2.3.3 geschilderten Problem beim oberen Murtal wird auch hier der Wiener Neustätter Kanal bzw. der Mühlbach als die Linienführung des Hauptvorfluters interpretiert. Oberhalb dieses Bereiches deckt sich der errechnete Gewässerlauf sehr gut mit dem Bundesgewässernetz, flussab nimmt die Qualität wieder merklich ab, zumal auch ein Streckenabschnitt mit Negativgefälle zu verzeichnen ist.

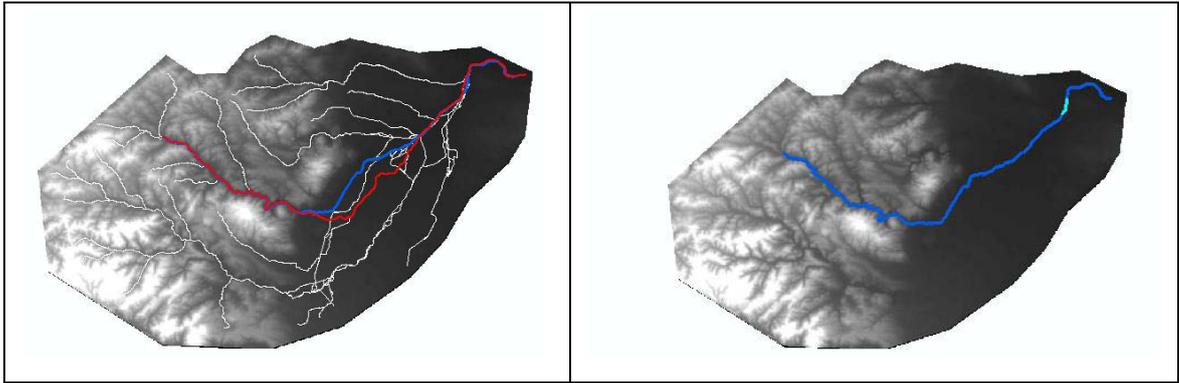


Abbildung 6.23 Fehler in der Linienführung der Schwachat

Links: Abweichung des im GIS erstellten Flusslaufs der Schwachat (blau) vom Bundesgewässernetz (rot);

Rechts: Abschnitt mit negativem Gefälle hellblau dargestellt

Es ist jedoch zu vermerken, dass in den Bereichen, in denen die Linienführung vom HEC-GeoHMS gut nachgebildet wurde auch eine gute Näherung der Koten getroffen werden konnte. Die Unterschiede in den Flussabschnittslängen rühren einerseits vom falsch interpretierten Hauptvorfluter, andererseits vom Gebietsauslass. Dieser musste deutlich flussauf des Mündungsbereiches gesetzt werden, da ansonsten der Endpunkt immer mit dem Wert NULL errechnet wurde. Diese Tatsache erklärt sich möglicherweise durch die geringen bzw. fehlenden Distanzen der Einzugsgebietsgrenze aus dem HAÖ und dem Bundesgewässernetz im Mündungsbereich (siehe Abbildung 6.25).

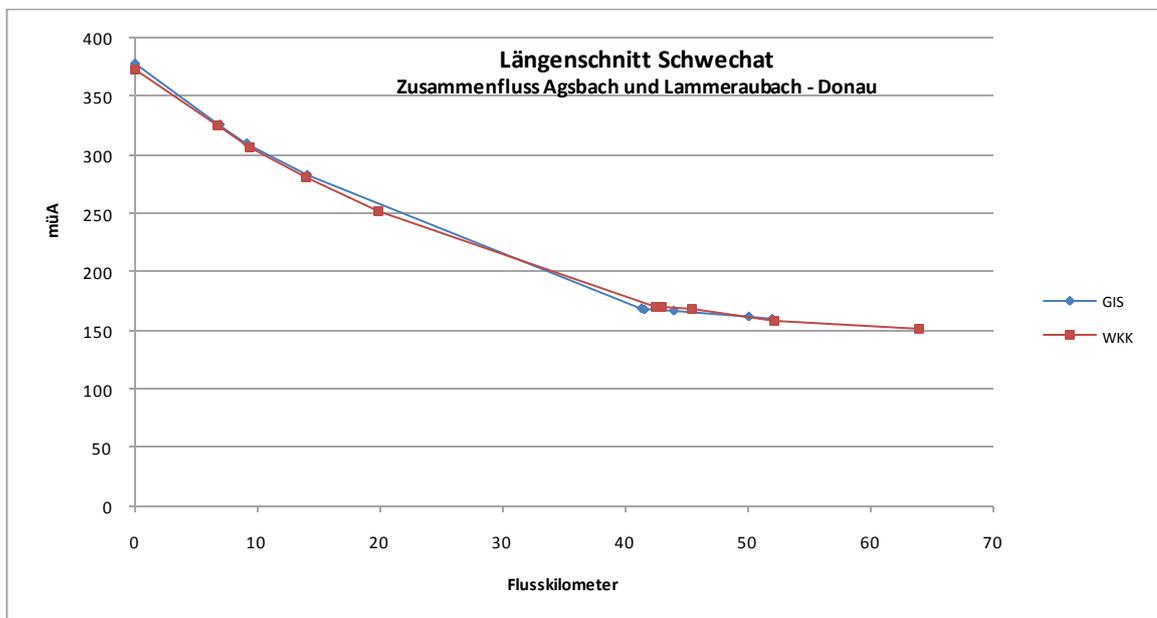


Abbildung 6.24 Abweichungen des erzeugten Längenschnittes an der Schwachat

Tabelle 7 Abweichungen des synthetischen Gewässerlaufs

HEC-GeoHMS		Wasserkraftkataster	
Flusskilometer	Höhe	Flusskilometer	Höhe
[km]	[m]	[km]	[m]
0	378,00	0	372,75
6,92	326,00	6,85	325,18
9,13	310,00	9,44	306,68
14,06	283,00	14,04	281,16
		35,34	252,56
41,37	169,00	42,56	170,77
41,60	168,00	42,93	170,76
44,00	167,00	45,37	167,66
50,13	162,00	52,12	158,23
52,04	160,00	63,97	151,18

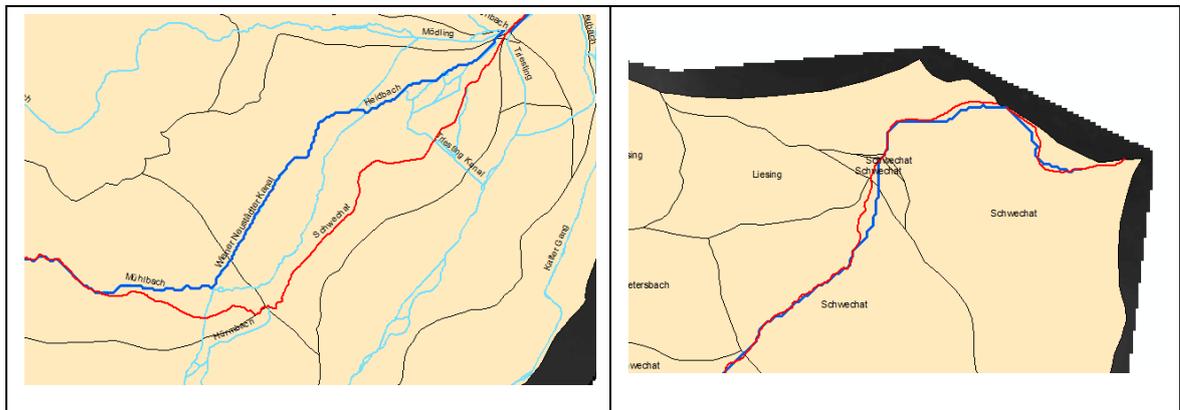


Abbildung 6.25 Abweichungen im Gewässergrundriss der Schwechat

Links: Mühlbach und Wiener Neustädter Kanal (dunkelblau), welche von HEC-GeoHMS als Hauptvorfluter interpretiert wurden, Gewässerlauf des BGN (rot);

Rechts: Verkürzter Streckenabschnitt im Mündungsbereich mit Entwässerungslinie an der Einzugsgebietsgrenze

6.3 Diskretisierung der Betrachtungsabschnitte

6.3.1 Vergleich unterschiedlicher Diskretisierungen am Lech

Bei der Errechnung des Abflusslinienpotentials ist wie in Abbildung 5.6 dargestellt, ein linearer Abfall des Gewässerlaufes zwischen den Koten der Potentialermittlungspunkten implementiert. Dies geht mit einer zwangsweisen Fehlschätzung des Geopotentials einher. Ebenso wird dem Abfluss ein linearer Anstieg unterstellt, welcher auch zu Abweichungen von den natürlichen Verhältnissen führt. Im Folgenden werden drei Varianten gegenübergestellt, welche sich in Wahl und Anzahl der für die Potentialrechnung herangezogenen Streckenabschnitte unterscheiden. Die in den Varianten errechneten Potentiale werden einander tabellarisch bzw. graphisch gegenübergestellt. Als Datengrundlage für die Ermittlung dienten die im Wasserkraftkataster ausgewiesenen Koten und Abflusswerte.

Variante A:

Flußabschnitt			Fallhöhe		Q [m ³ /s]	Roharbeitsvermögen		
km	Kote		Bezeichnung	ΔH		$\Sigma \Delta H$	Ar [GWh]	ΣAr [GWh]
	m	m		m	m			
0-50,67	1874,00	971,61	Forma rinalpe- Streimba ch	902,39	902,39	14,00	1085,58	1085,58
50,67-84,67	971,61	803,90	Steimba ch-Vilsba ch	167,71	1070,10	44,60	642,74	1728,32

Variante B:

Flußabschnitt			Fallhöhe		Q [m ³ /s]	Roharbeitsvermögen		
km	Kote		Bezeichnung	ΔH		$\Sigma \Delta H$	Ar [GWh]	ΣAr [GWh]
	m	m		m	m			
0-20,8	1874,00	1115,30	Forma rinalpe- Kaise rba ch	758,70	758,70	5,65	368,35	368,35
20,8-50,67	1115,30	971,61	Kaise rba ch-Steimba ch	143,69	902,39	20,20	249,41	617,76
50,67-67,41	971,61	879,10	Streimba ch- Wei ßenba ch	92,51	994,90	37,60	298,89	916,66
67,41-84,67	879,10	803,90	Wei ßenba ch-Vilsba ch	75,20	1070,10	53,80	347,65	1264,30

Variante C:

Flußabschnitt			Fallhöhe		Q	Roharbeitsvermögen		
km	Kote		ΔH	$\Sigma \Delta H$		[m ³ /s]	Ar [GWh]	ΣAr [GWh]
	m	m	Bezeichnung	m	m			
0-5	1874,00	1580,00	Formarinalpe-Spullersb.	294,00	294,00	1,10	27,79	27,79
5-12,4	1580,00	1444,50	Spullersbach-Zürsbach	135,50	429,50	2,45	28,53	56,32
12,4-20,8	1444,50	1267,40	Zürsbach-Krumbach	177,10	606,60	5,55	84,46	140,78
20,8-27,9	1267,40	1115,30	Krumbach-Kaiserbach	152,10	758,70	8,80	115,01	255,79
27,9-36,91	1115,30	1052,90	Kaiserbach-Alpenschonerbach	62,40	821,10	15,25	81,77	337,56
36,91-47	1052,90	995,80	Alpenschonerb.-Otterb.	57,10	878,20	22,65	111,13	448,69
47-50,67	995,80	971,61	Otterbach-Streimbach	24,19	902,39	26,55	55,19	503,88
50,67-55,21	971,61	946,18	Steimbach-Hombach	25,43	927,82	31,15	68,07	571,95
55,21-57,63	946,18	934,20	Hombach-Namlosbach	11,98	939,80	35,05	36,08	608,03
57,63-67,41	934,20	879,10	Namlosb.-Weißenbach	55,10	994,90	41,60	196,96	804,99
67,41-73,55	879,10	849,25	Weißenbach-Leimbach	29,85	1024,75	49,65	127,35	932,35
73,55-77,76	849,25	830,90	Leimbach-Archbach	18,35	1043,10	50,90	80,26	1012,61
77,76-84,67	830,90	803,90	Archbach-Vilsbach	27,00	1070,10	57,65	133,75	1146,36

In der folgenden Darstellung wird die Abweichung des errechneten Linienpotentials in Abhängigkeit der gesetzten Potentialermittlungspunkte verdeutlicht.

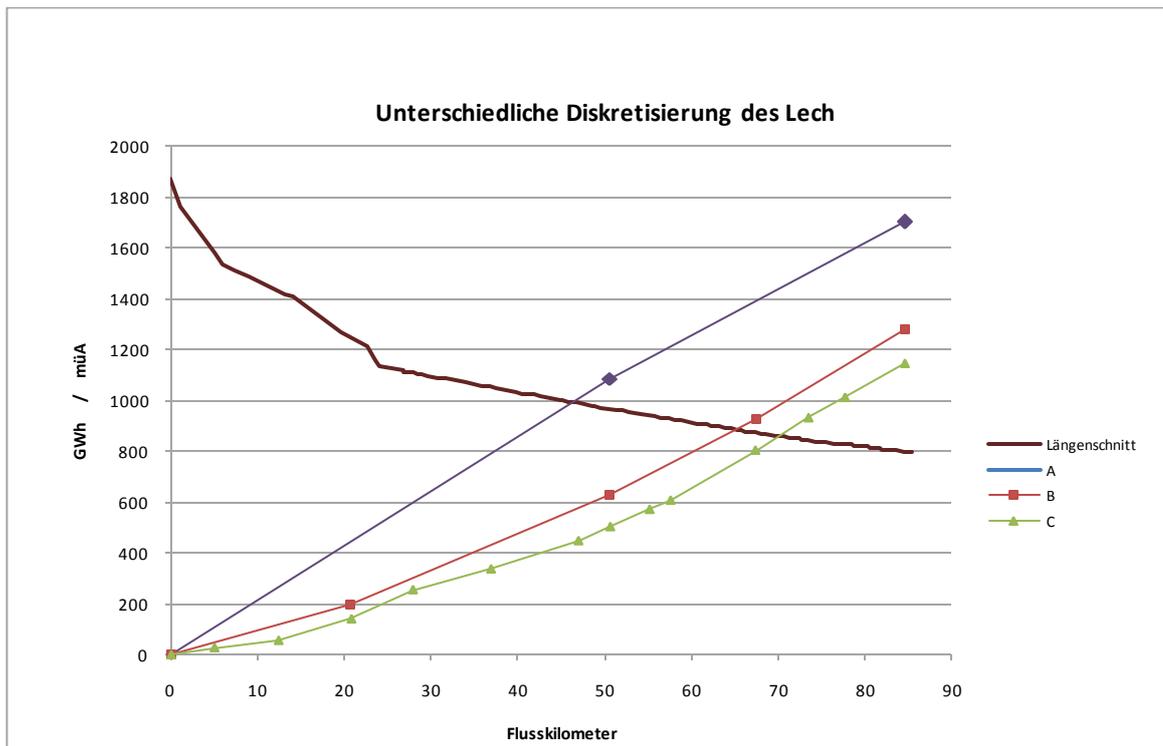


Abbildung 6.26 Auswirkungen unterschiedlicher Diskretisierung auf das Linienpotential

Gemäß der in Abbildung 5.7 angeführten Bereiche mit Fehleinschätzungen des Geopotentials, kommt es auch in Abbildung 6.26 zu Abweichungen bedingt durch Wahl und Anzahl der Potentialermittlungspunkte. Den drei ausgewiesenen Potentiallinien liegen die drei verschiedenen Varianten zu Grunde, Variante C entspricht jener Diskretisierung welche im Wasserkraftkataster vorgenommen wurde.

Bei Betrachtung der nachfolgenden Abbildung 6.27 wird deutlich, dass das Geopotential in Variante A die größte Abweichung erfährt, da hier der Knick in der Topographie des Gewässerlaufs am mangelhaftesten reproduziert wird. Variante B nähert sich schon einigermaßen gut an die tatsächlichen Gegebenheiten an, überschätzt aber dennoch im Oberlauf, während die Wahl der Potentialermittlungspunkte in Variante C eine gute Reproduktion ermöglicht.

Die Überschätzung des Potentials begründet sich dadurch, dass bei falscher Einschätzung, wie dies beispielsweise in Variante A erfolgte, einer sehr großen Fallhöhe die Hälfte des MQ-Wertes am Flusskilometer des Potentialermittlungspunktes veranschlagt wird.

Veranschlagtes MQ beim Potentialermittlungspunkt x unter Annahme linearen Abflussanstieges:

$$MQ = \frac{MQ_{(x)} + MQ_{(x-1)}}{2}$$

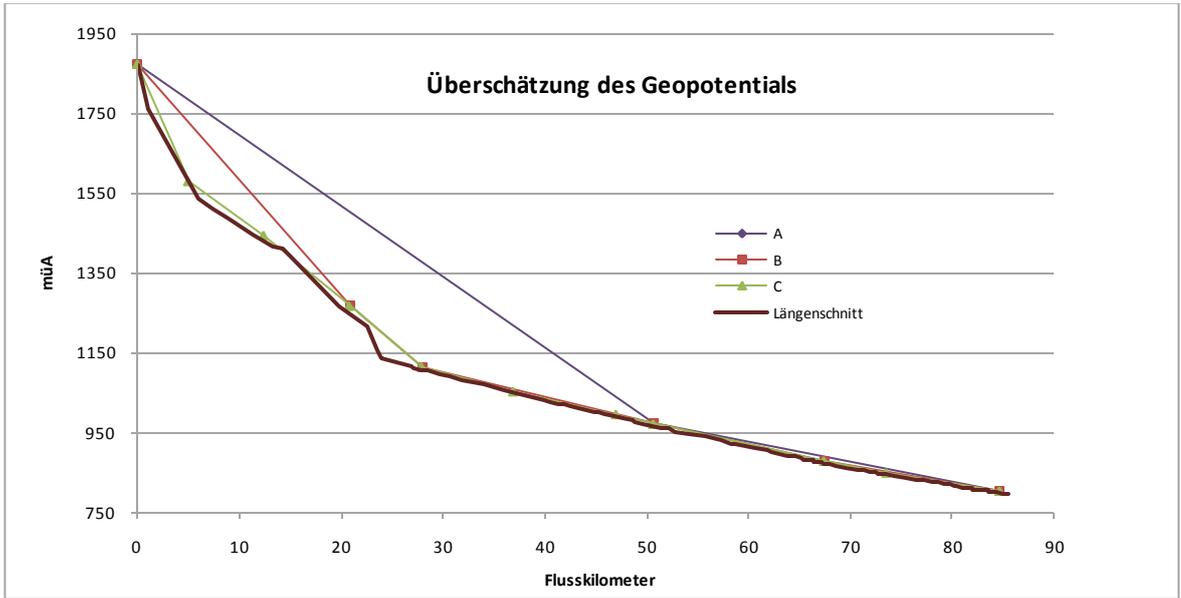


Abbildung 6.27 Überschätzung des Geopotentials bei unterschiedlicher Diskretisierung

Ergänzend sei noch jene Potentialermittlung angeführt, welche dem gesamten Flusslauf ein konstantes Gefälle vom Ursprung bis zur Einmündung der Vils unterstellt:

Flußabschnitt			Fallhöhe		Q [m³/s]	Roharbeitsvermögen		
km	Kote		Δ H	Σ ΔH		Ar [GWh]	Σ Ar [GWh]	
	m	m	m	m				
0-84,67	1874,00	803,90	Forma rinalpe-Vilsbach	1070,10	1070,10	29,80	2740,19	2740,19

Wird für das gesamte Betrachtungsgebiet nur ein Potentialermittlungspunkt gesetzt, so führt dies im Fall des Lechs zu einer Überschätzung des Geopotentials von über 100%. Das nachfolgende Diagramm soll der Gegenüberstellung der unterschiedlichen Varianten dienen. Hier, wird in Ergänzung zu Abbildung 6.28, die erhebliche Überschätzung des Potentials unter einer linearen Vereinfachung der Topographie, mit einer einzigen Potentialausweisung für die gesamte Fließstrecke, aufgezeigt.

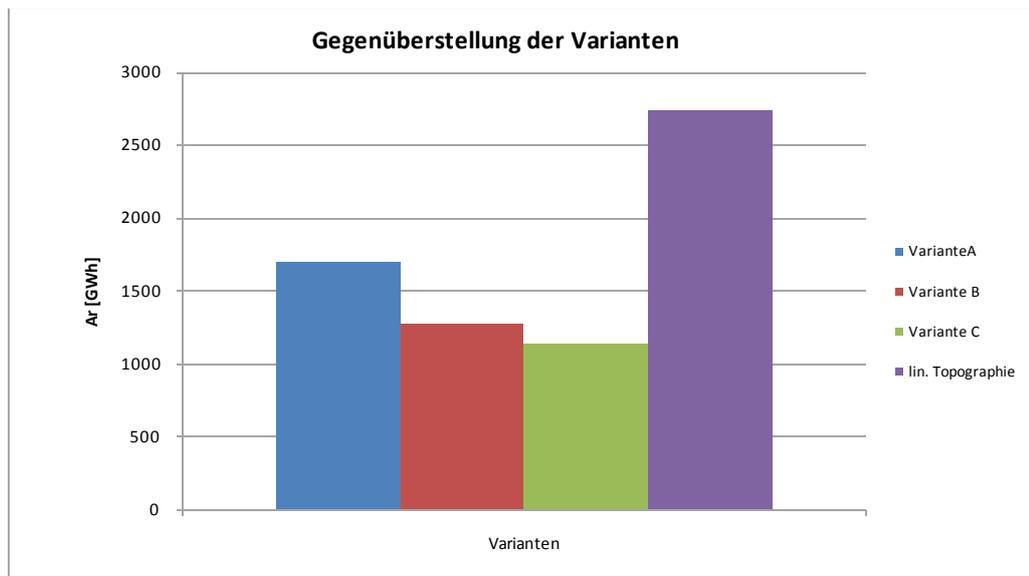


Abbildung 6.28 Abweichung des Linienpotentials am Lech in Abhängigkeit der Diskretisierung

6.3.2 Schätzung des Linienpotentials der Seitenzubringer

Um dem Potential der Seitenzubringer Rechnung zu tragen wurde dieses in der Pöyry-Studie mit Annahme linearer Gefälleverhältnisse ausgewiesen. Unter anderem wird diese konservative Schätzung der Bruttofallhöhen als Grund für die Unterschätzung des Potentials der Seitenbäche angeführt (Pöyry, 2008). Die illustrierten Topographien wurden in fünf Diskretisierungsabschnitte mit gleicher Länge unterteilt, und die vorherrschenden Potentialverhältnisse unter Annahme linearen Abflussanstiegs dargestellt. Wird der lineare Ansatz für Einzugsgebiete herangezogen, in welchen im letzten Viertel der Strecke noch der Großteil der Fallhöhe zum Tragen kommt, so führt dies zu einer Unterschätzung des vorhandenen Potentials. Diese Unterschätzung begründet sich in den für diese Fallhöhen deutlich größeren zur Verfügung stehenden Abflüssen. Überschätzungen treten in Einzugsgebieten auf, deren größte Fallhöhen in den oberen Bereichen vorhanden sind. Hier kommen für die hohen Abflusswerte des unteren Streckenabschnittes nur vergleichsweise geringe Fallhöhen zum Tragen.

6.3.2.1 *Einfluss der Topographie auf die Diskretisierung des Linienpotentials in den Seitenbächen des Lecheinzugsgebietes*

Die folgenden Diagramme sollen den Längenschnitt der Zubringer mit dem in den drei Varianten ermittelten Linienpotential gegenüberstellen und Aufschluss über das Ausmaß des Schätzfehlers beim Ansatz der linearen Vereinfachung verdeutlichen.

6.3.2.1.1 Alperschonerbach

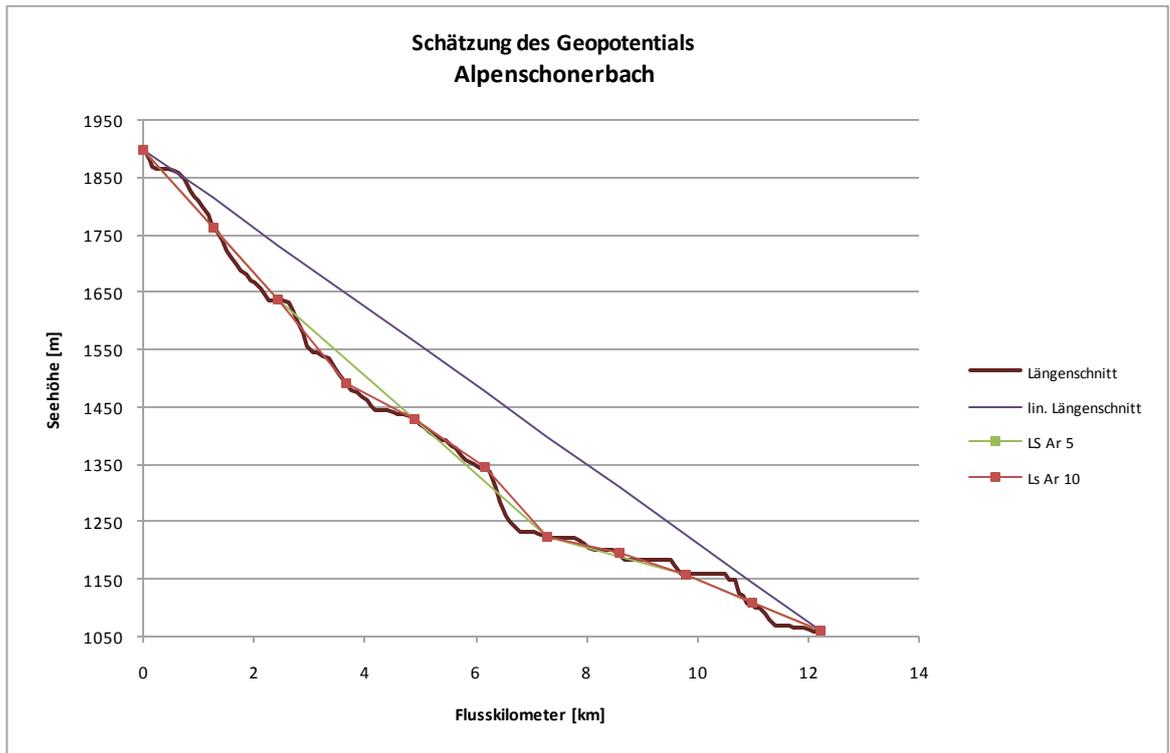


Abbildung 6.29 Geopotential Alperschonerbach

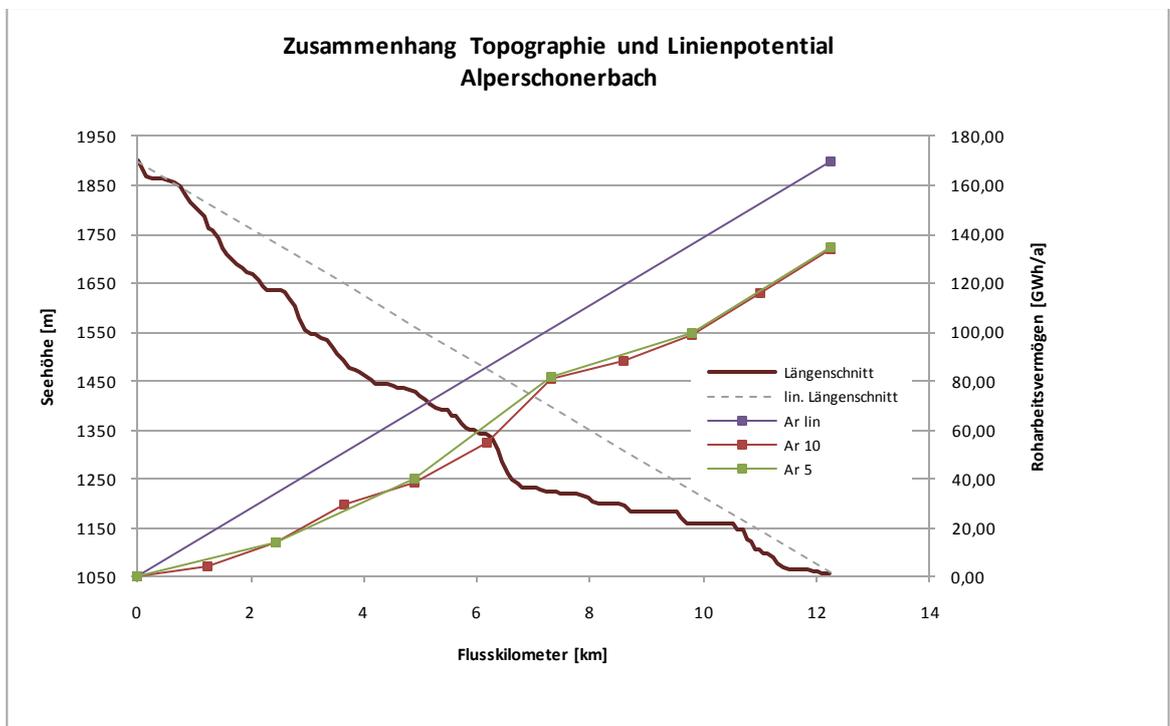


Abbildung 6.30 Linienpotential Alperschonerbach

6.3.2.1.2 Bockbach

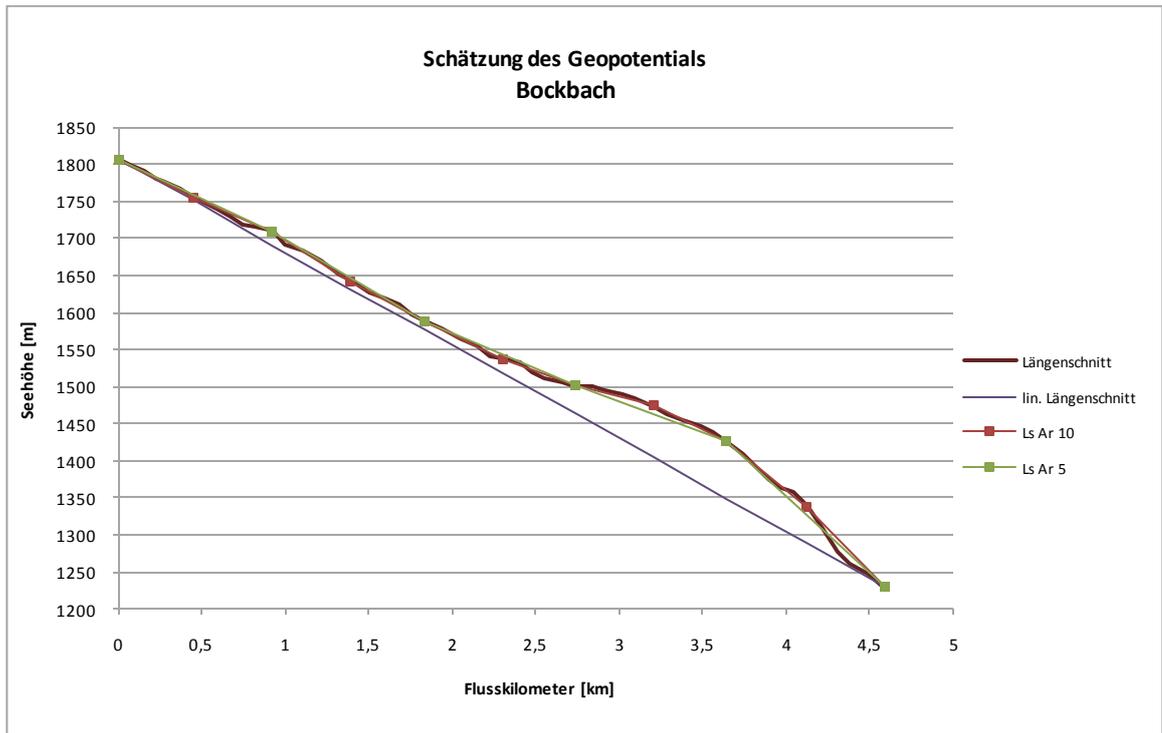


Abbildung 6.31 Geopotential Bockbach

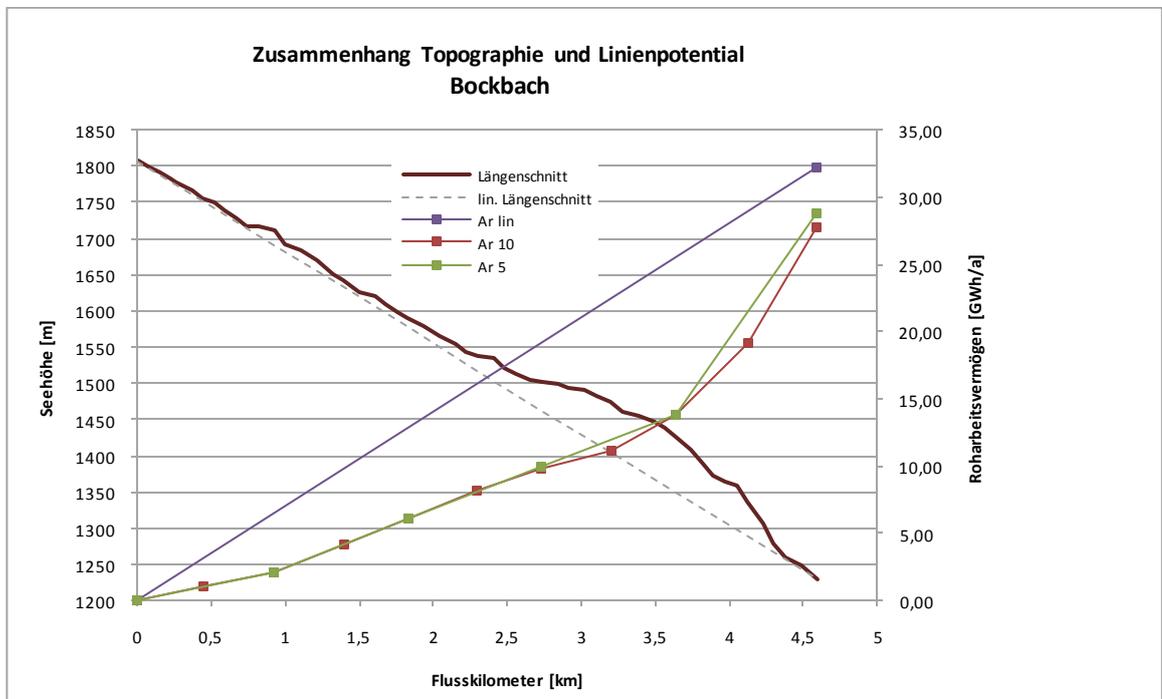


Abbildung 6.32 Linienpotential Bockbach

6.3.2.1.3 Bernhardsbach

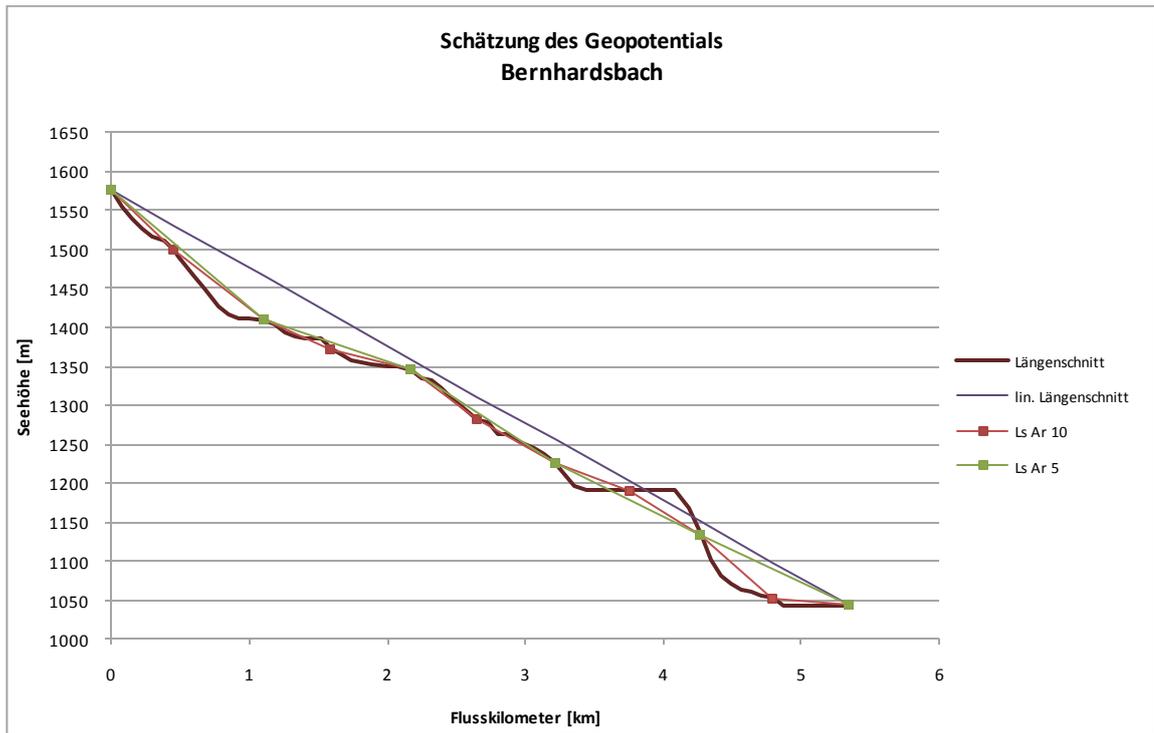


Abbildung 6.33 Geopotential Bernhardsbach

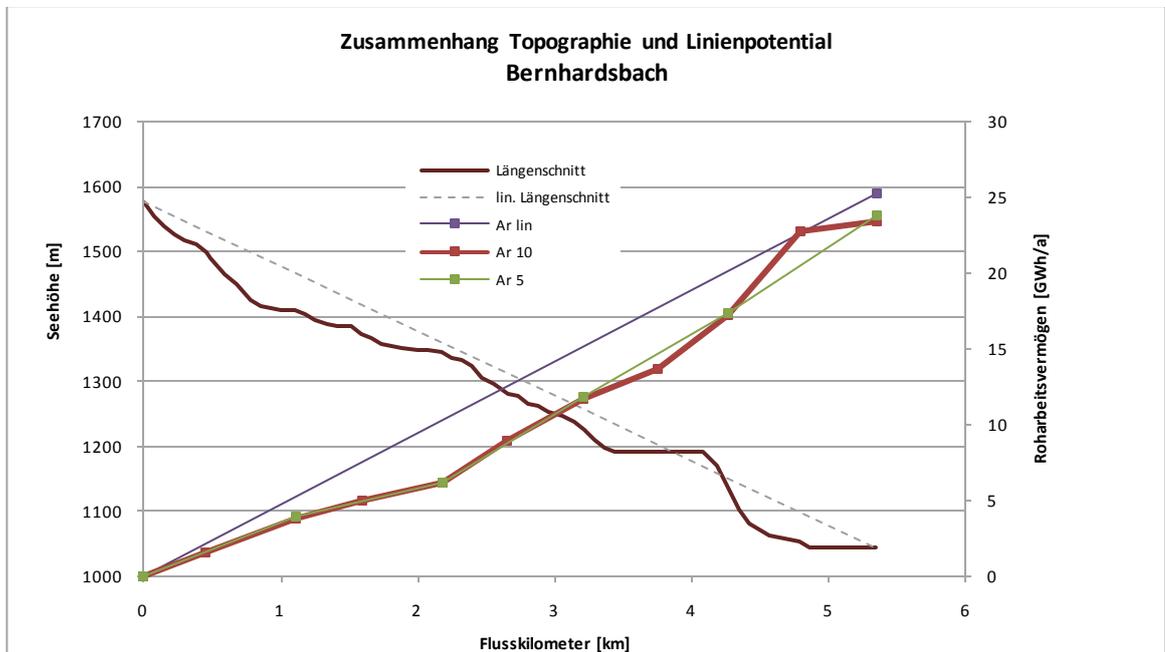


Abbildung 6.34 Linienpotential Bernhardsbach

6.3.2.1.4 Formarinbach

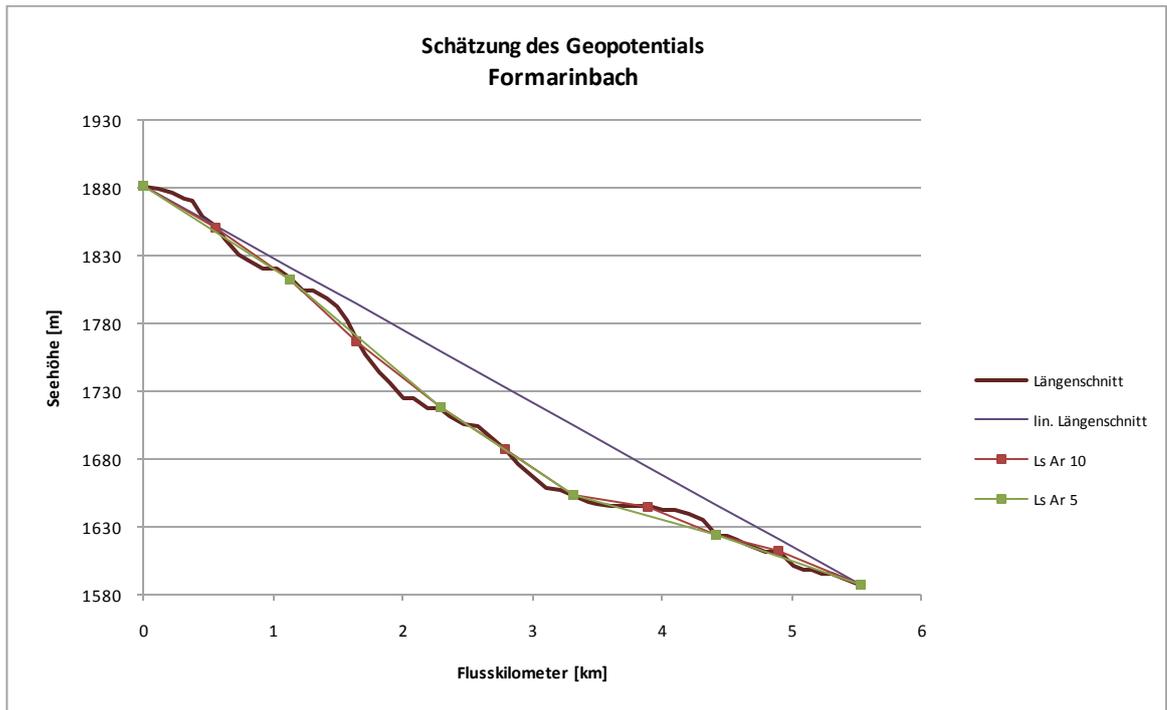


Abbildung 6.35 Geopotential Formarinbach

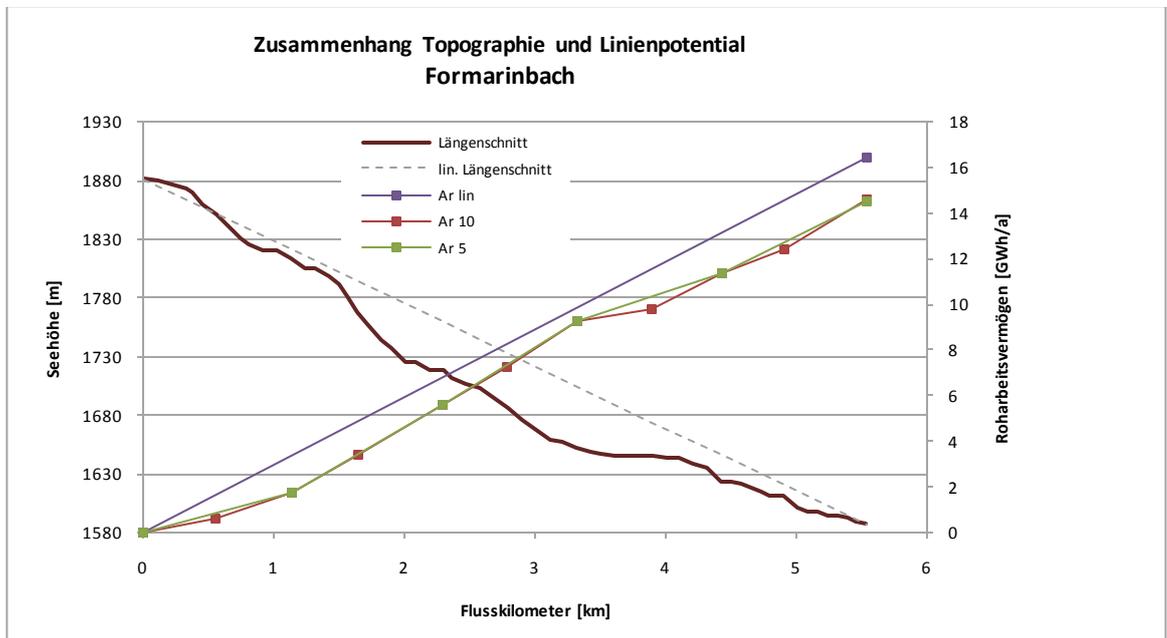


Abbildung 6.36 Linienpotential Formarinbach

6.3.2.1.5 Gießbach

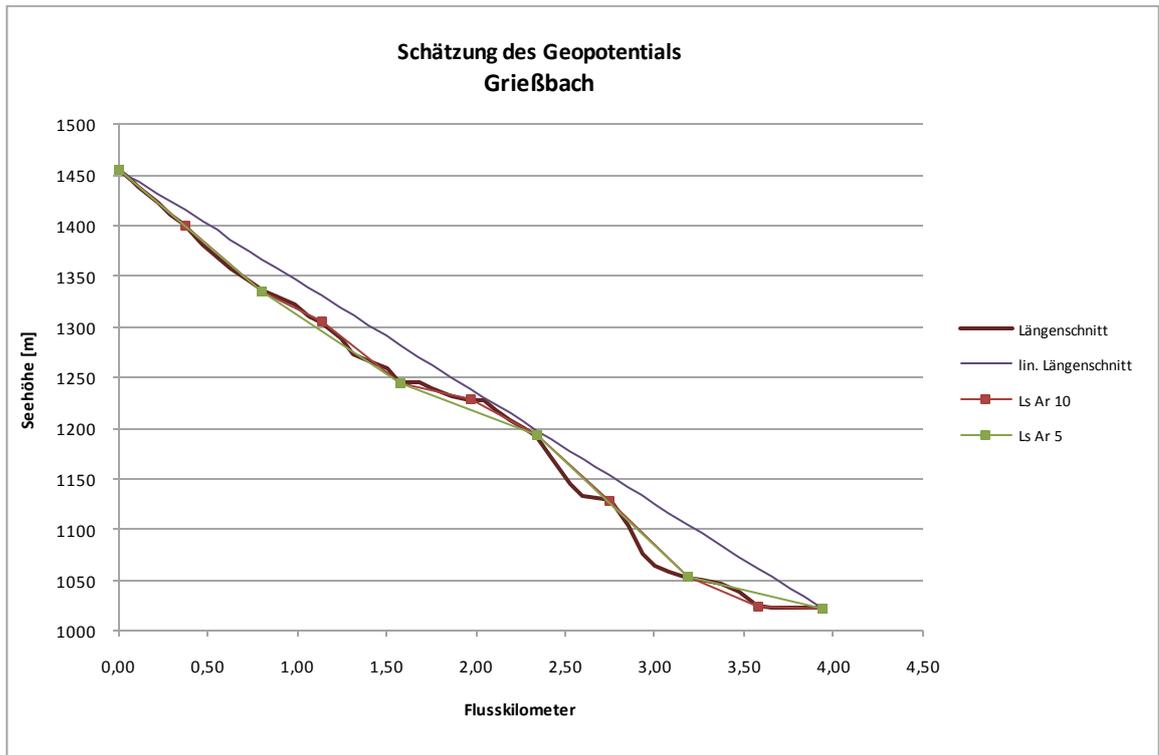


Abbildung 6.37 Geopotential Gießbach

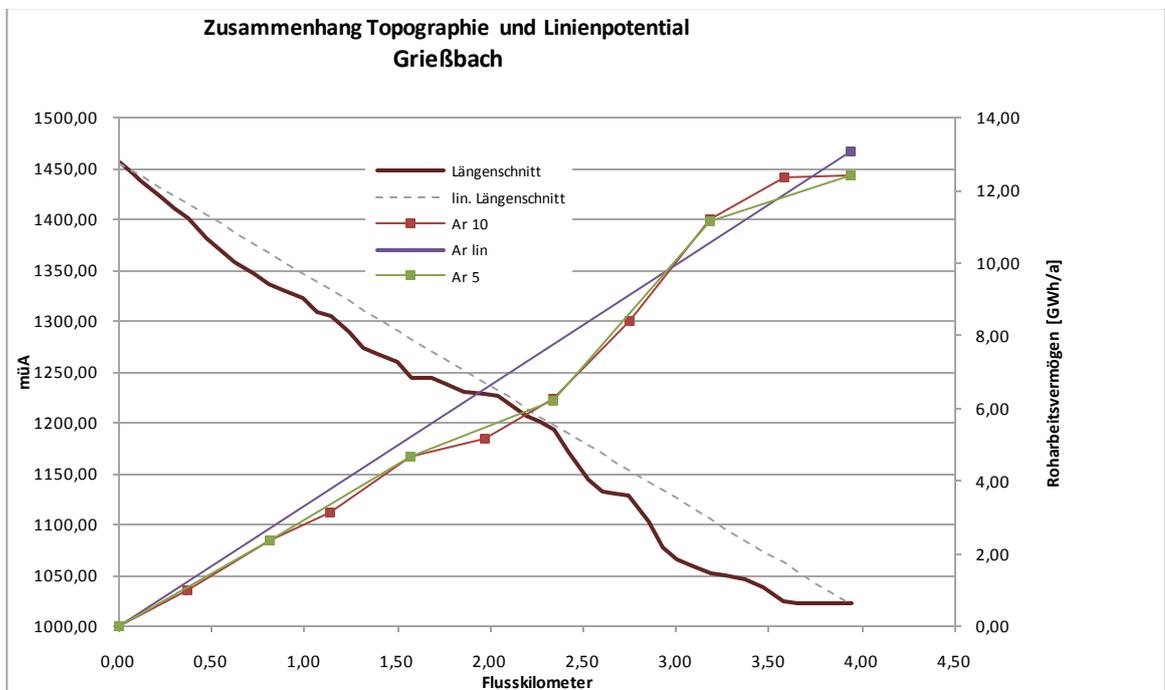


Abbildung 6.38 Linienpotential Gießbach

6.3.2.1.6 Höhenbach

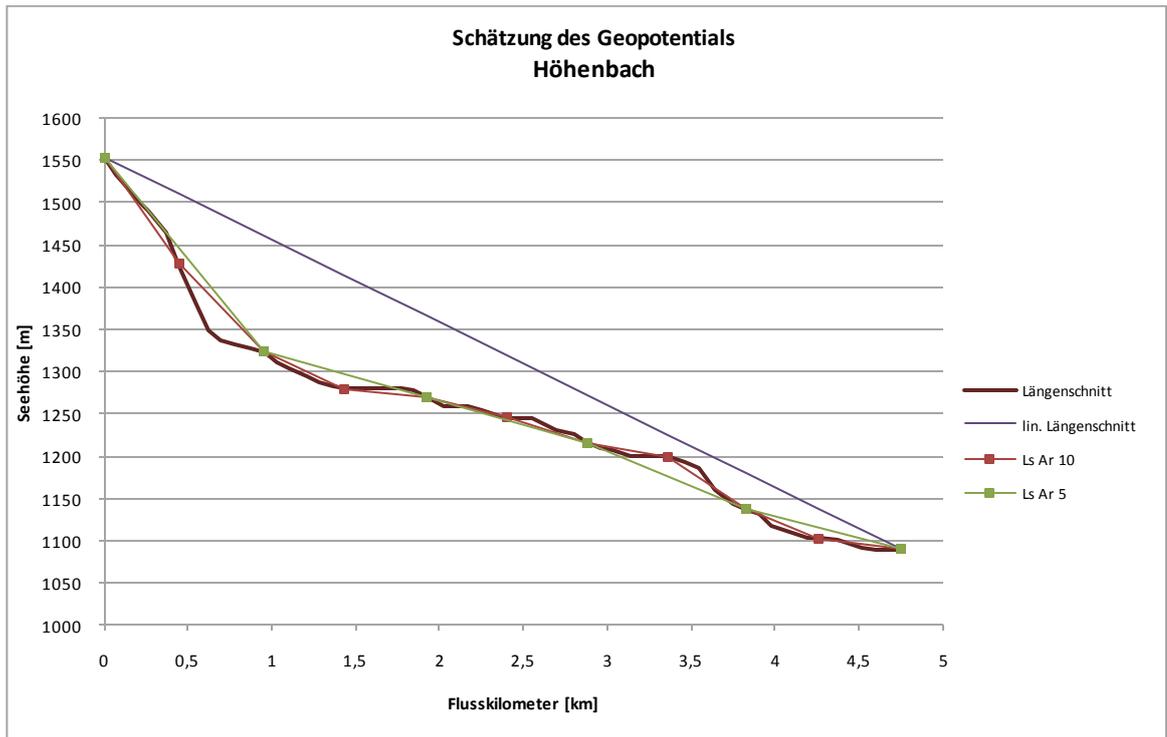


Abbildung 6.39 Geopotential Höhenbach

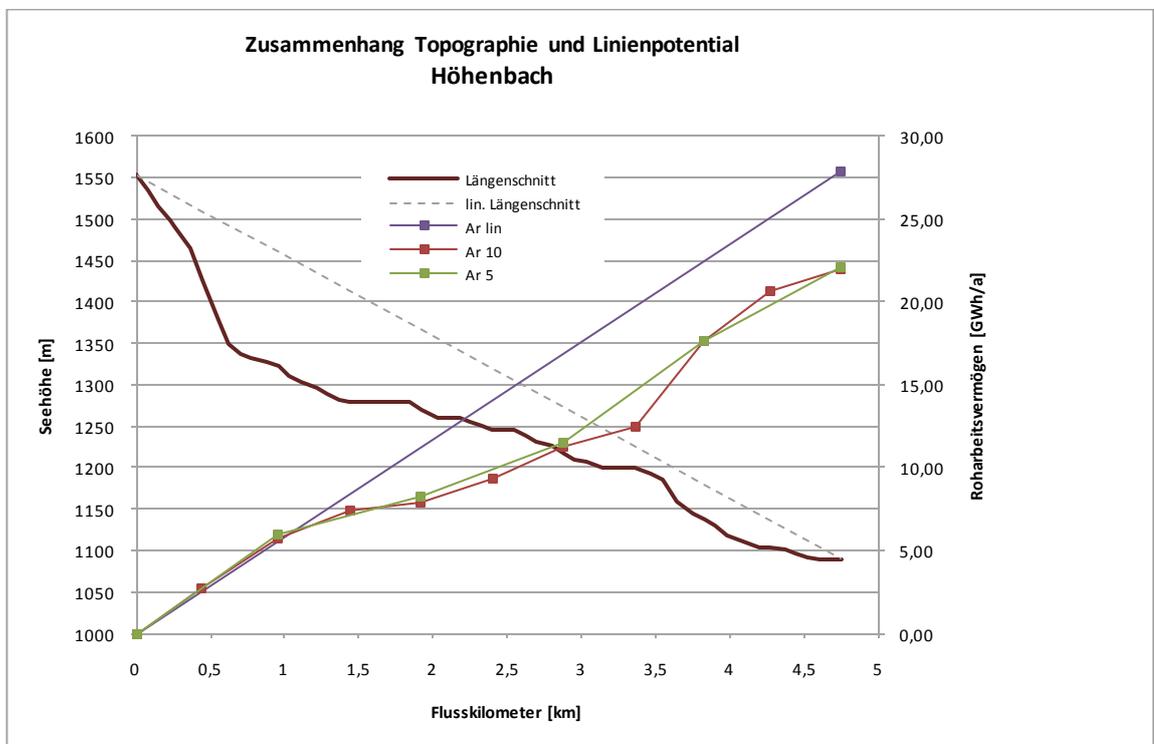


Abbildung 6.40 Linienpotential Höhenbach

6.3.2.1.7 Hornbach

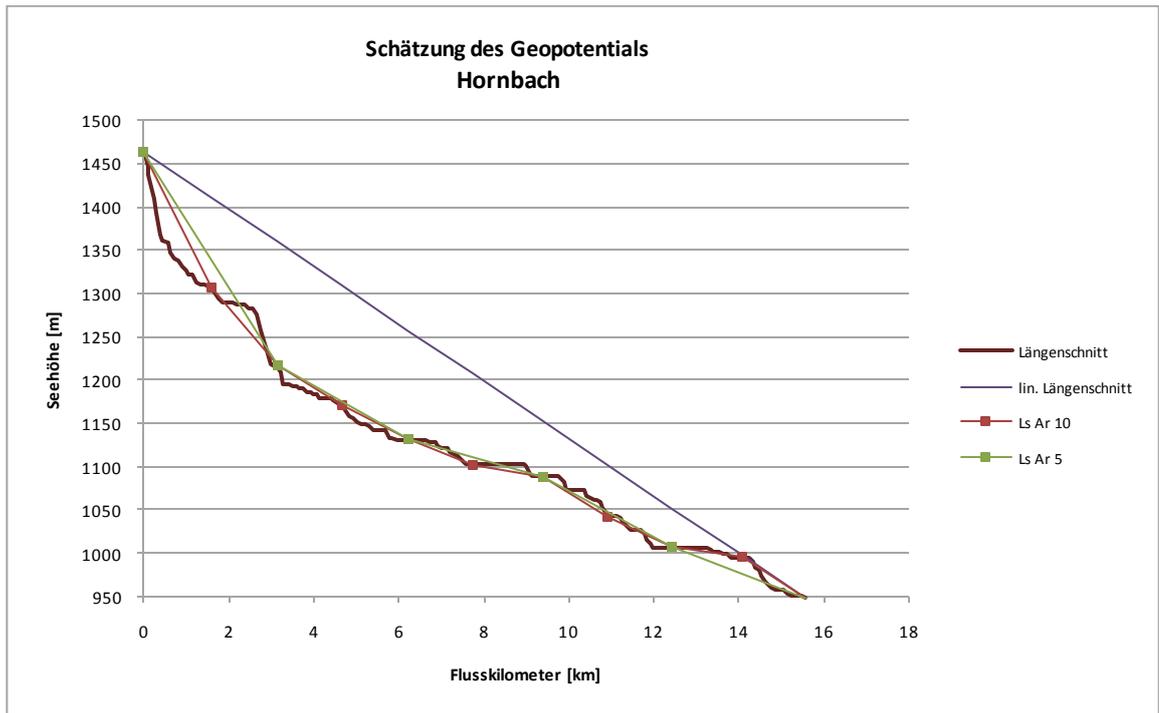


Abbildung 6.41 Geopotential Hornbach

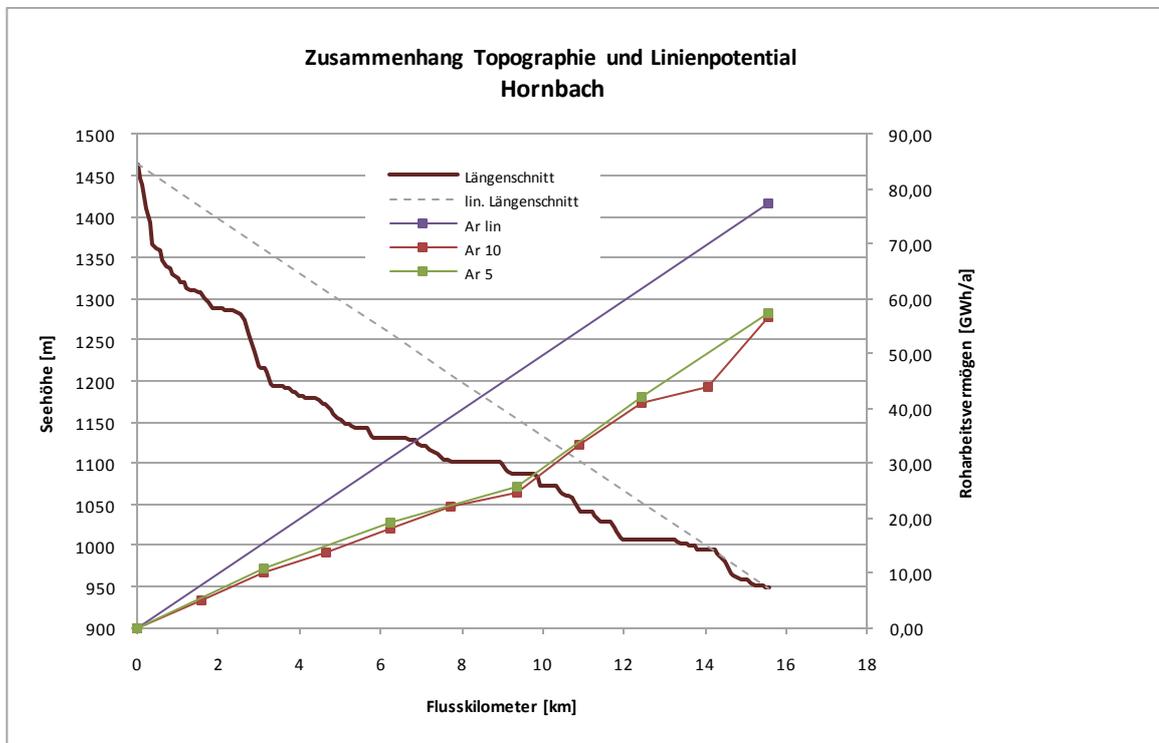


Abbildung 6.42 Linienpotential Hornbach

6.3.2.1.8 Kaiserbach

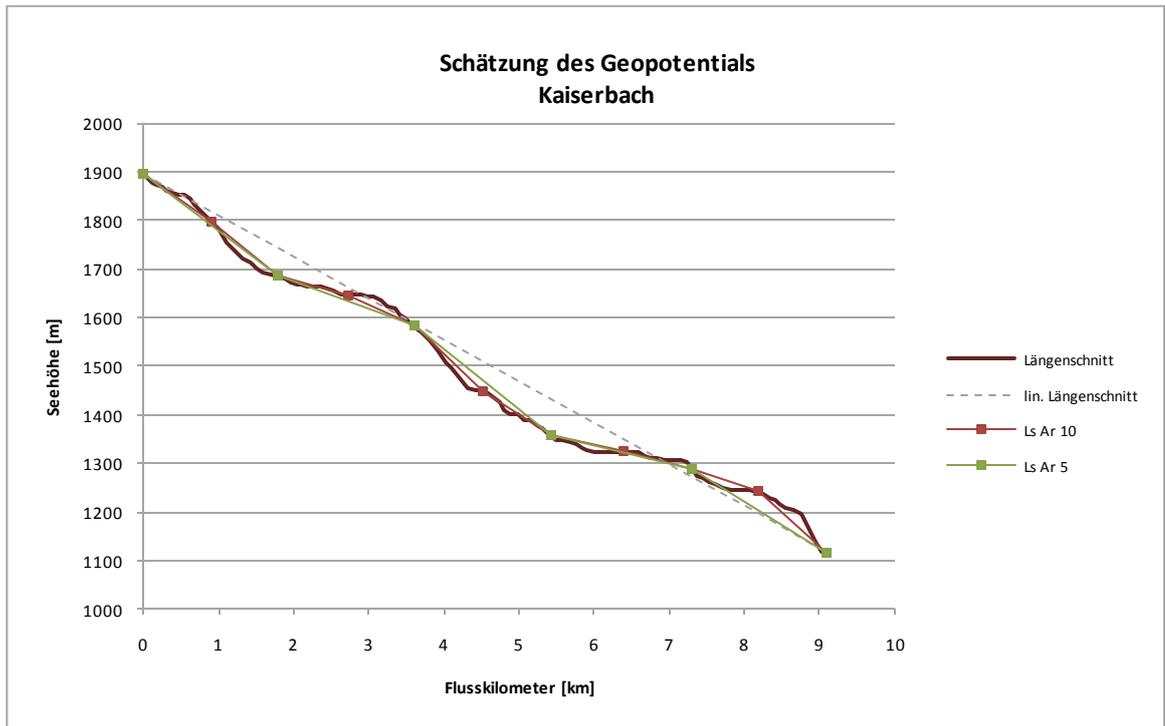


Abbildung 6.43 Geopotential Kaiserbach

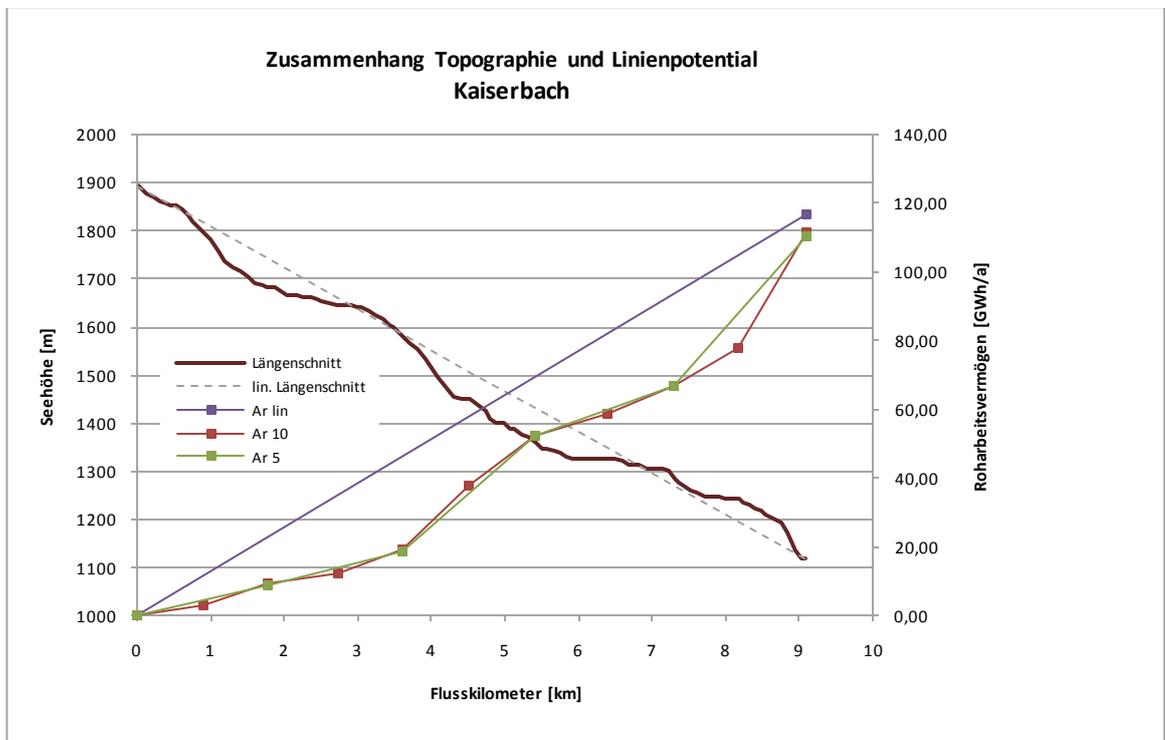


Abbildung 6.44 Linienpotential Kaiserbach

6.3.2.1.9 Krabach

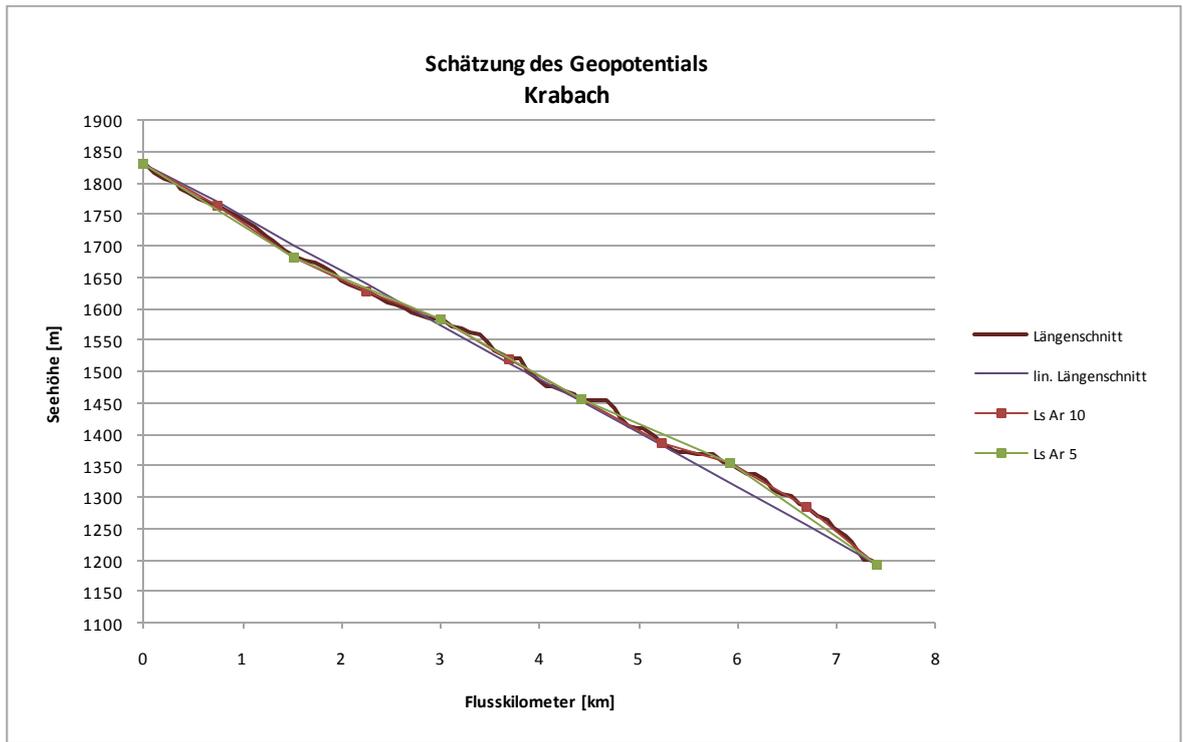


Abbildung 6.45 Geopotential Krabach

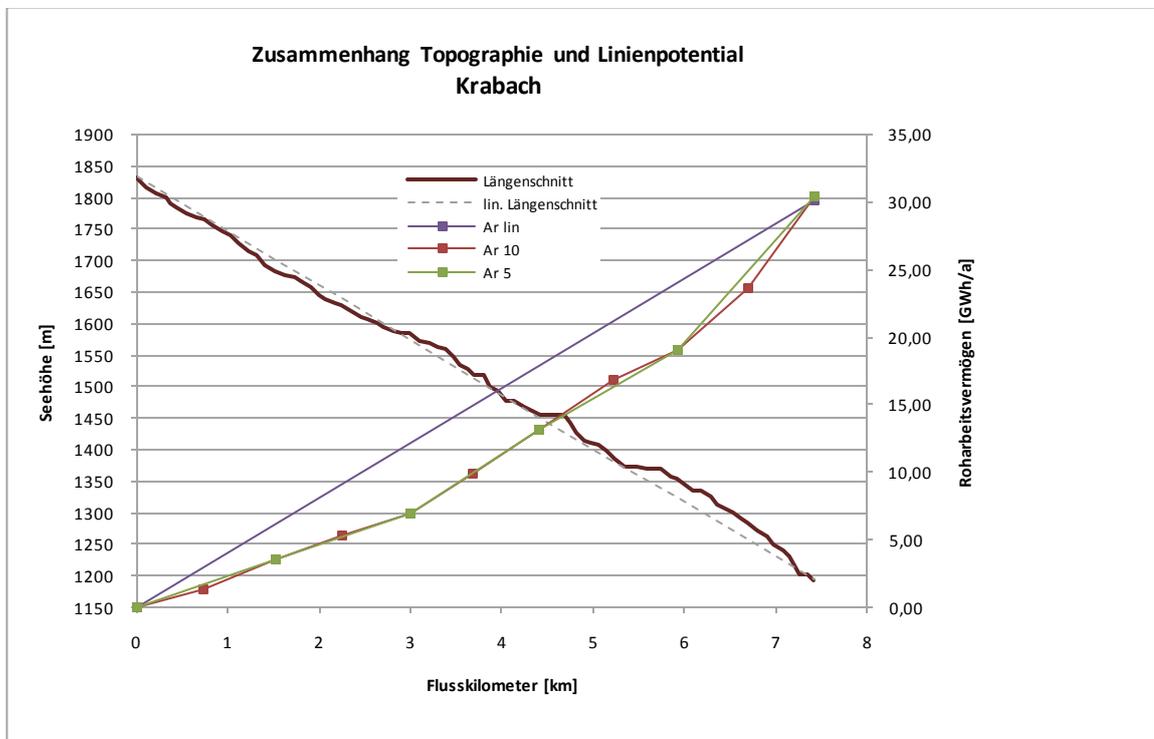


Abbildung 6.46 Linienpotential Krabach

6.3.2.1.10 Krumbach

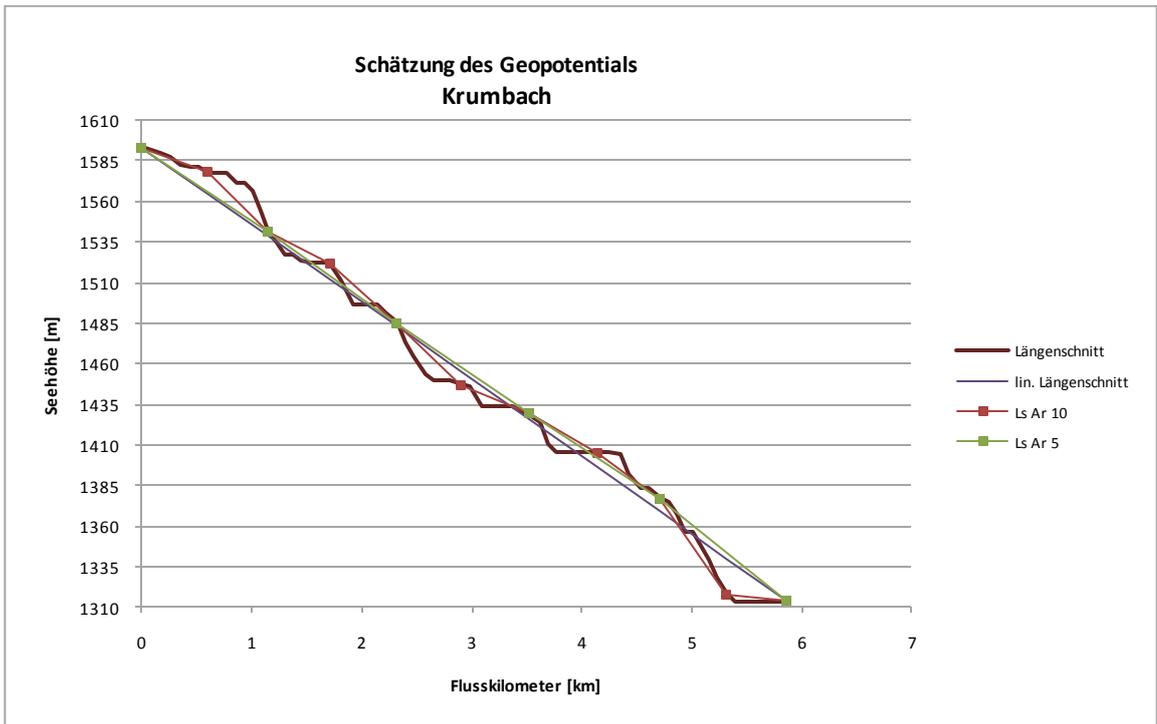


Abbildung 6.47 Geopotential Krumbach

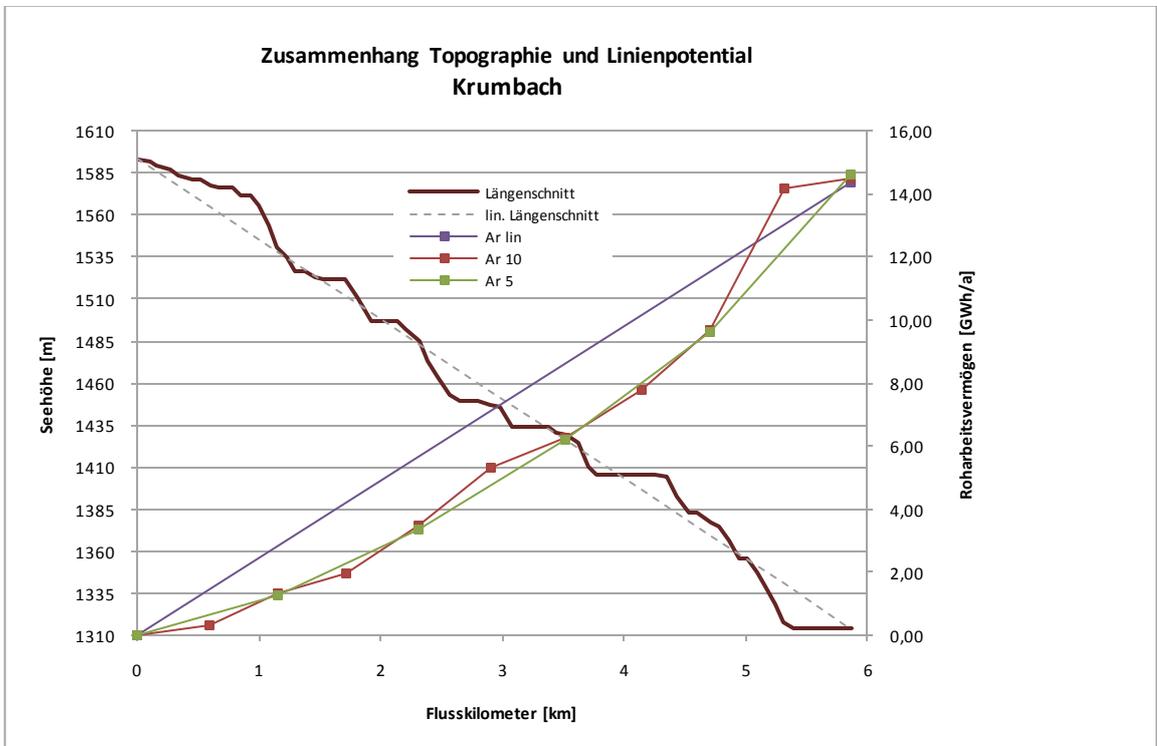


Abbildung 6.48 Linienpotential Krumbach

6.3.2.1.11 Namlosbach

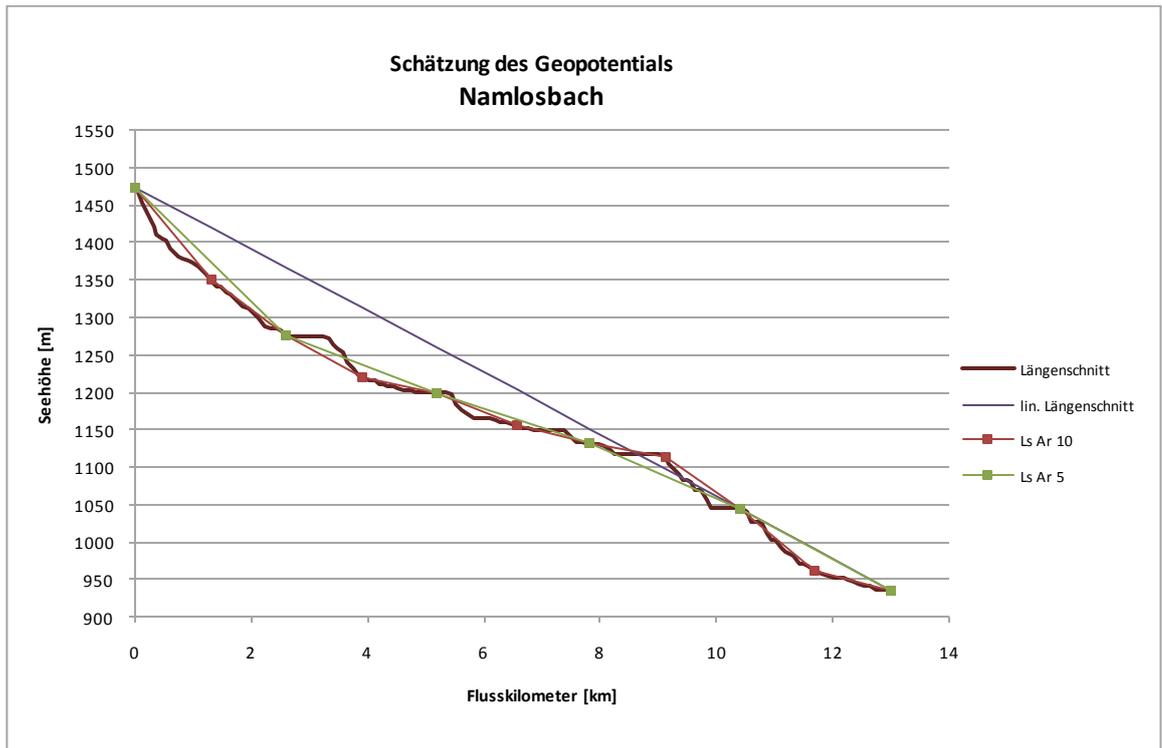


Abbildung 6.49 Geopotential Namlosbach

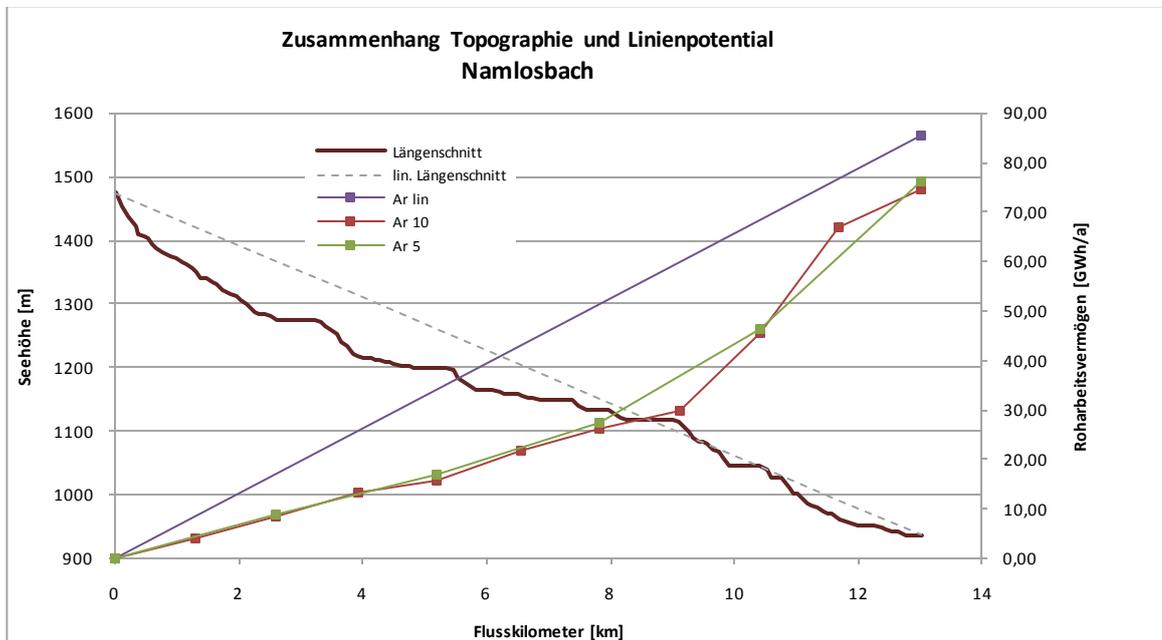


Abbildung 6.50 Linienpotential Namlosbach

6.3.2.1.12 Otterbach

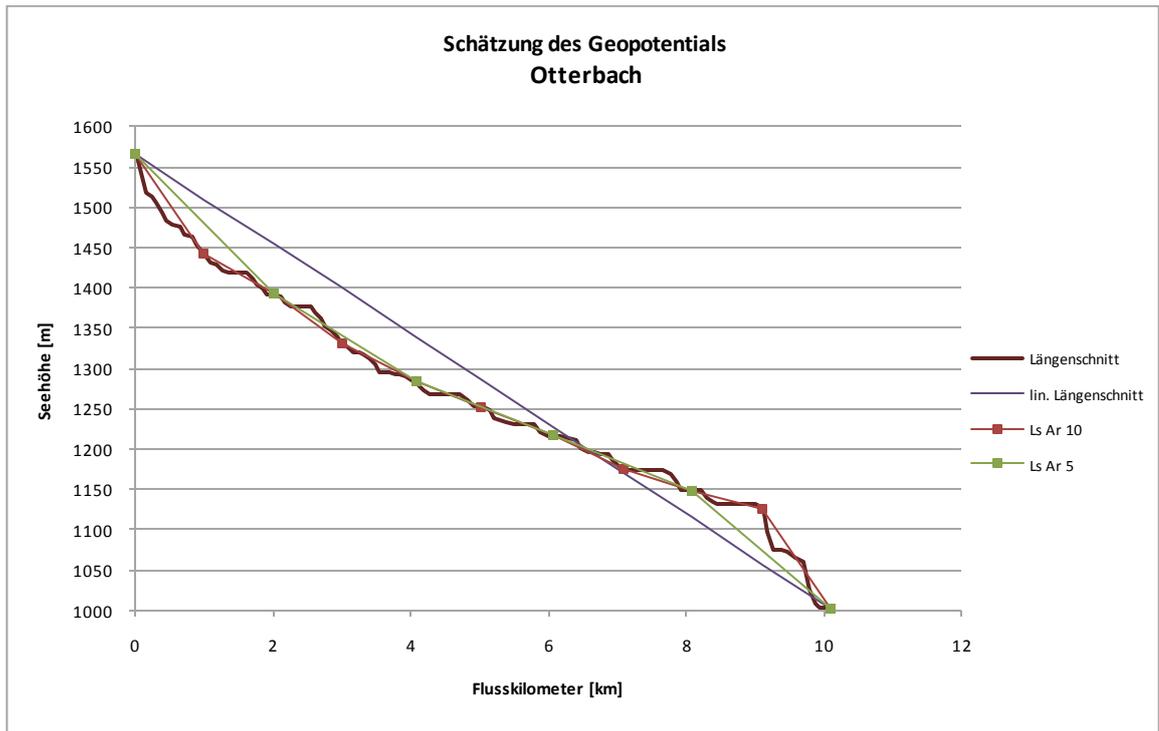


Abbildung 6.51 Geopotential Otterbach

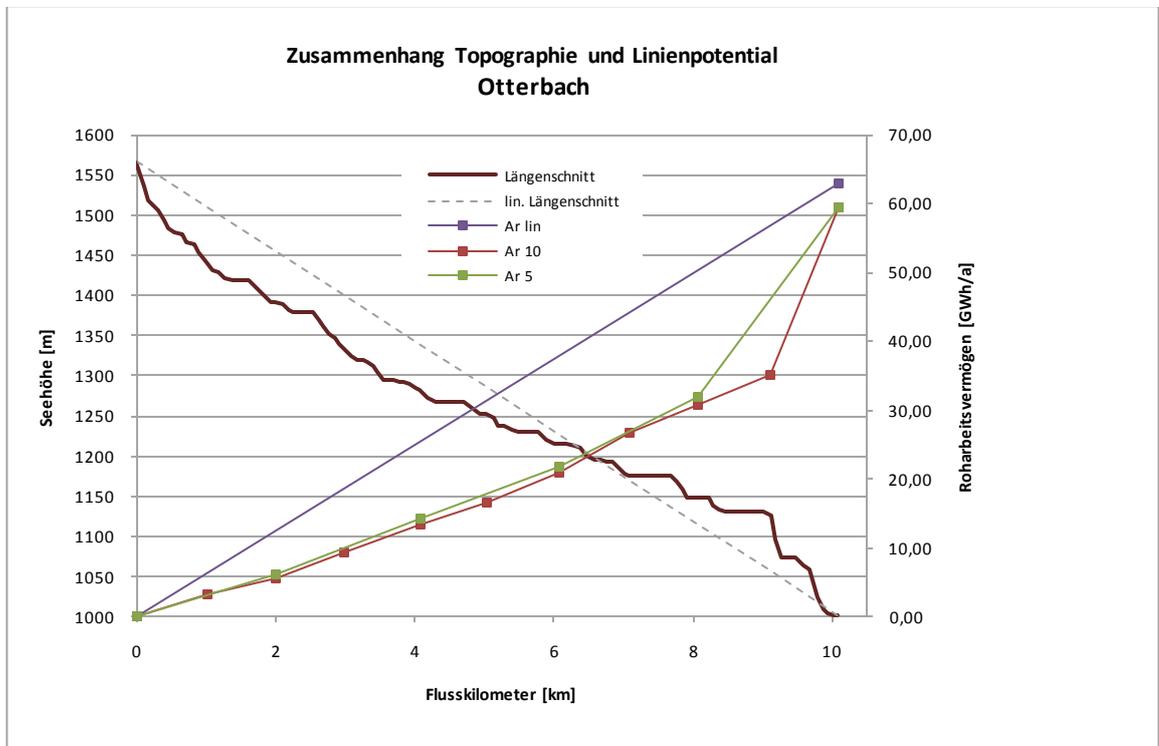


Abbildung 6.52 Linienpotential Otterbach

6.3.2.1.13 Rotlech

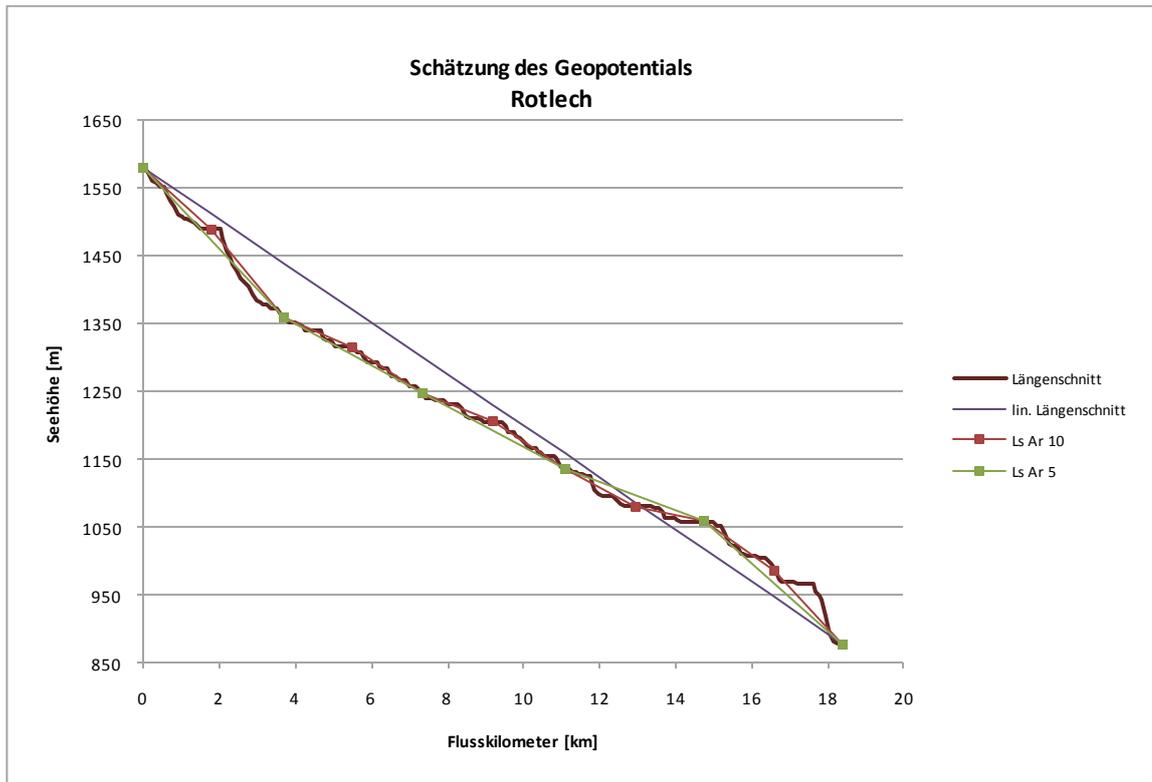


Abbildung 6.53 Geopotential Rotlech

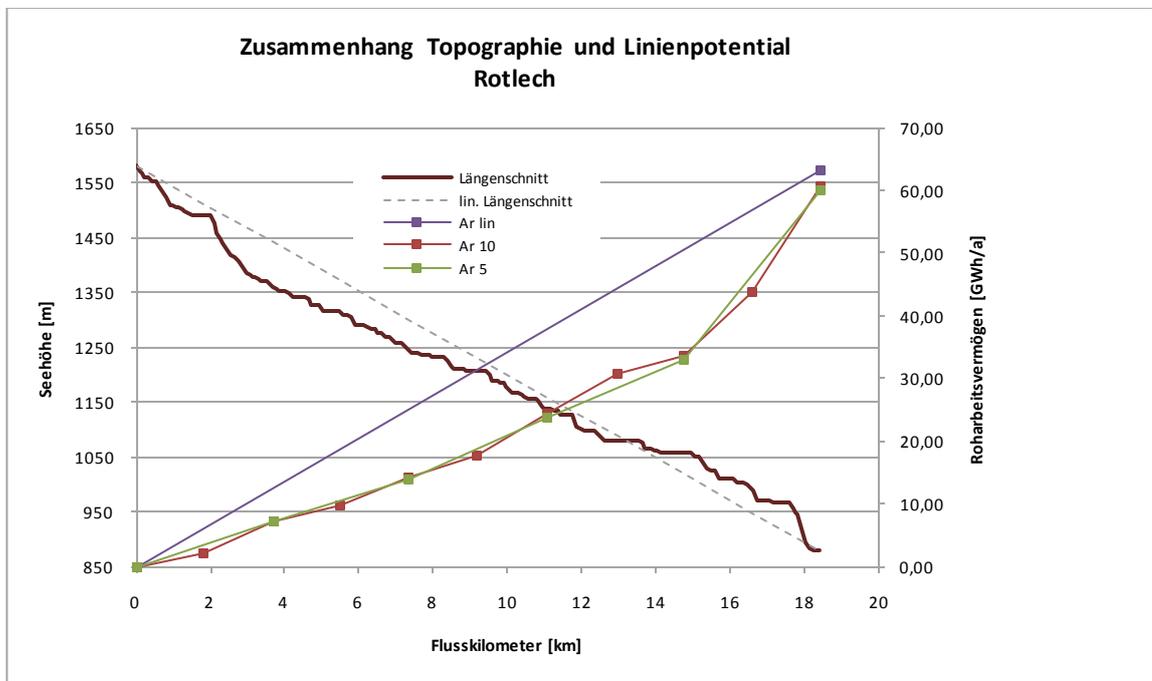


Abbildung 6.54 Linienpotential Rotlech

6.3.2.1.14 Schwarzwasser - Fuchskarbach



Abbildung 6.55 Geopotential Schwarzwasserbach

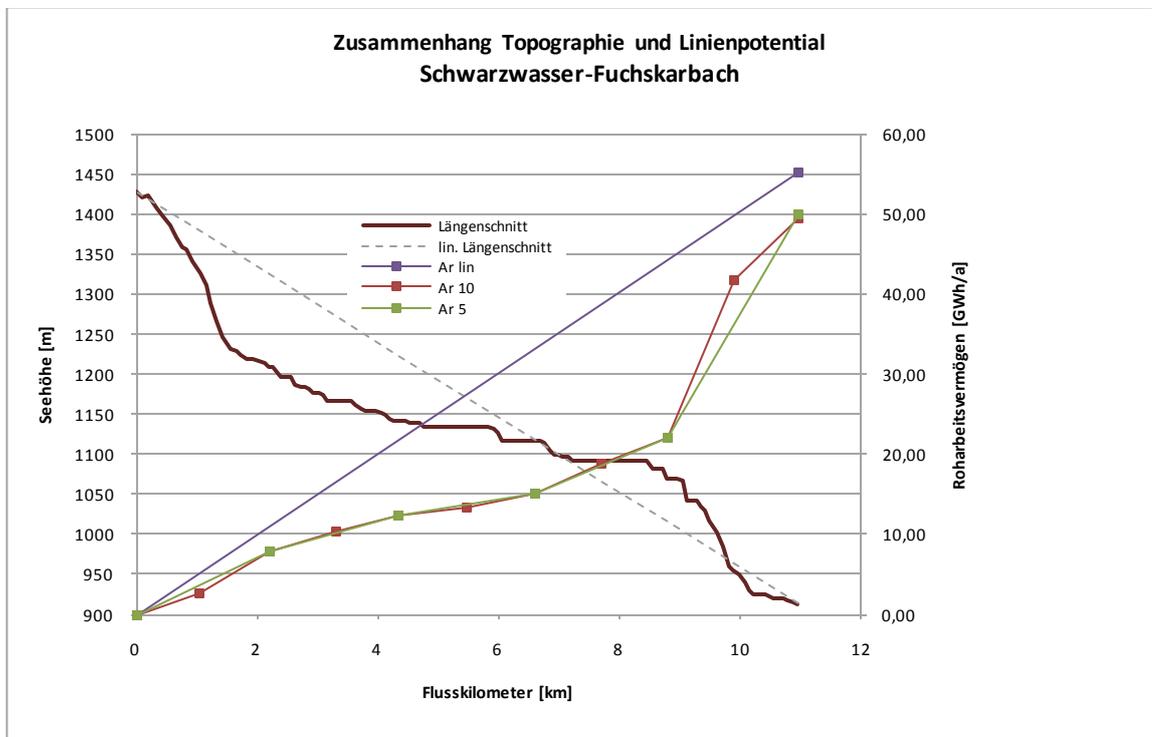


Abbildung 6.56 Linienpotential Schwarzwasserbach

6.3.2.1.15 Spullersbach

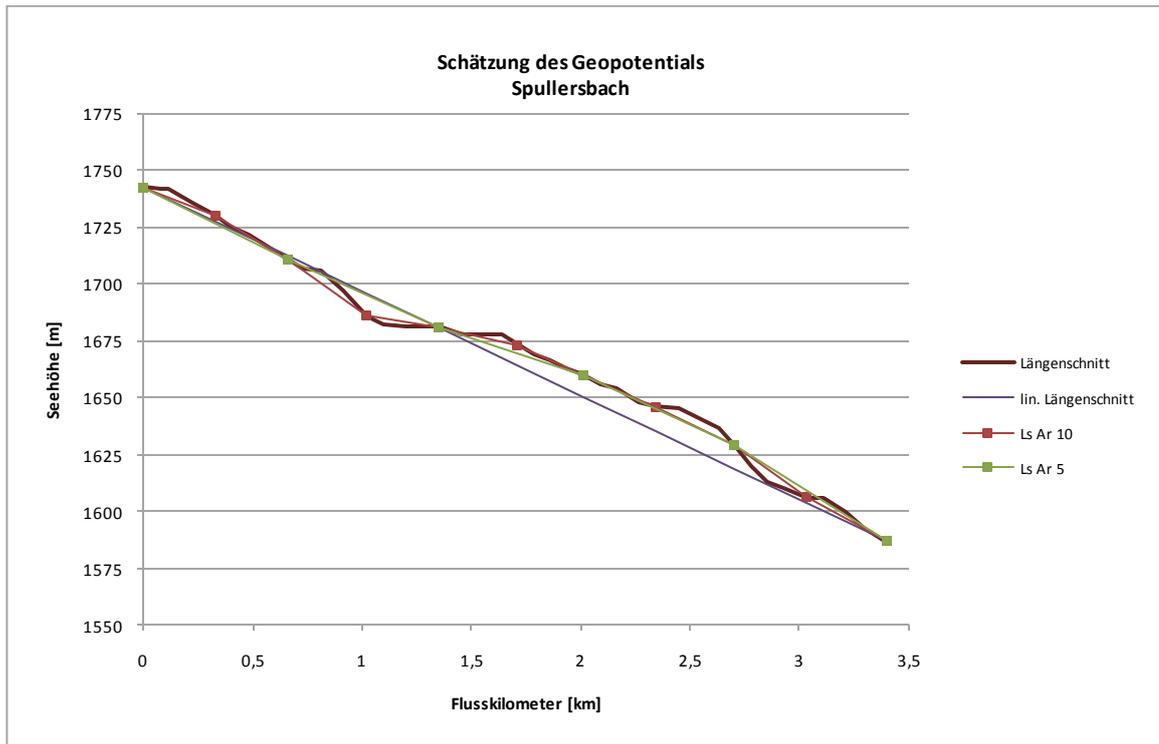


Abbildung 6.57 Geopotential Spullersbach

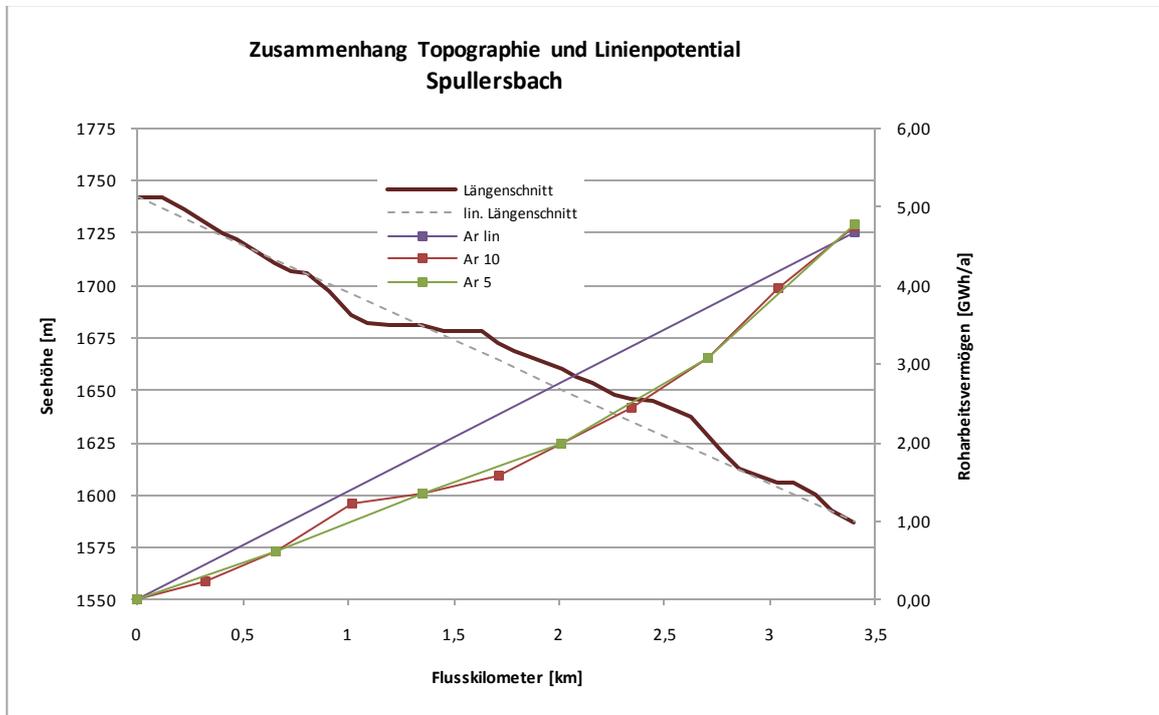


Abbildung 6.58 Linienpotential Spullersbach

6.3.2.1.16 Streimbach

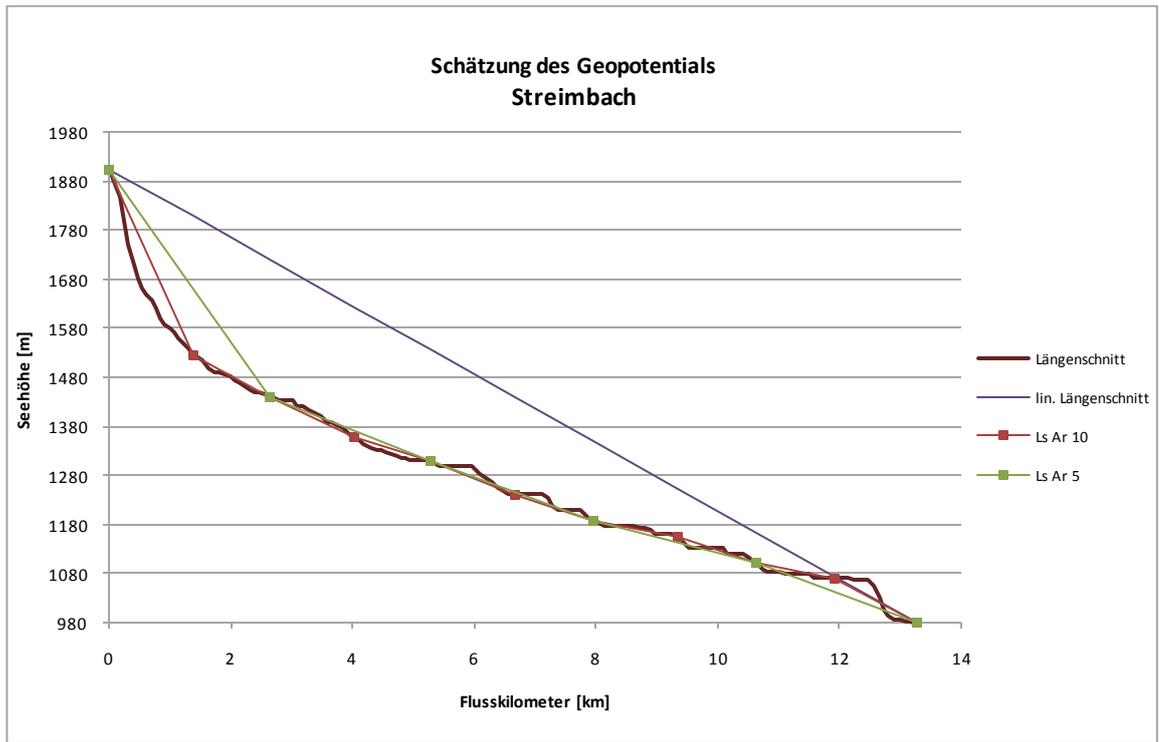


Abbildung 6.59 Geopotential Streimbach

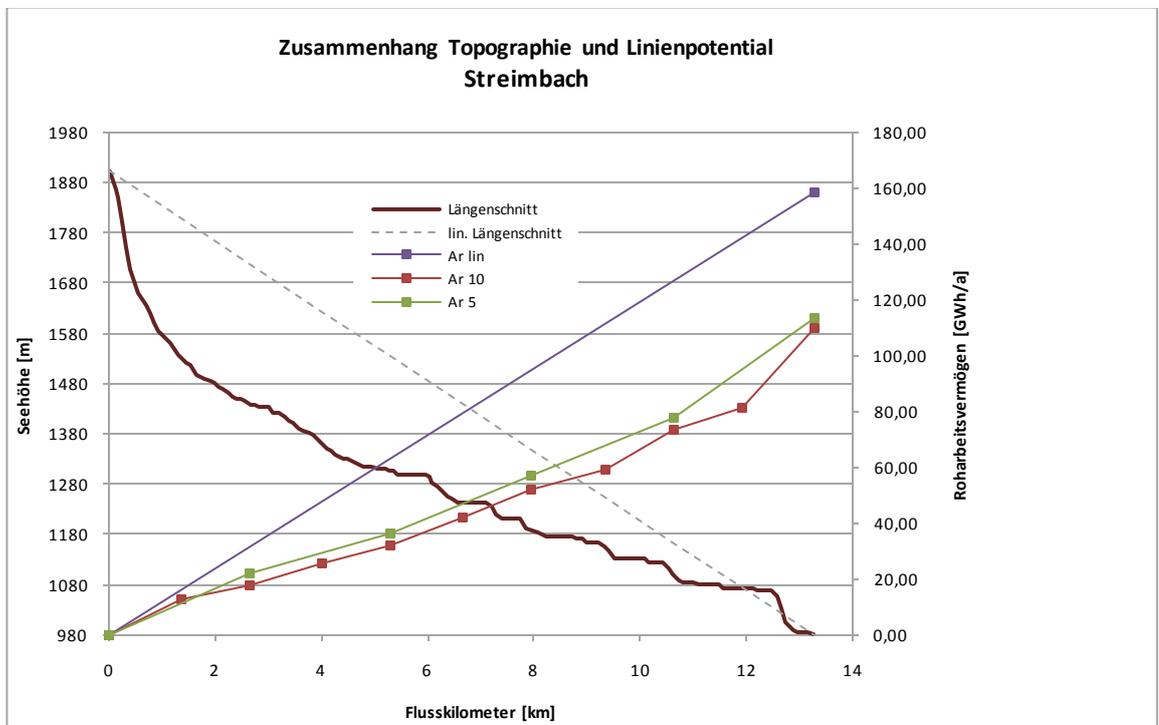


Abbildung 6.60 Linienpotential Streimbach

6.3.2.1.17 Sulzbach

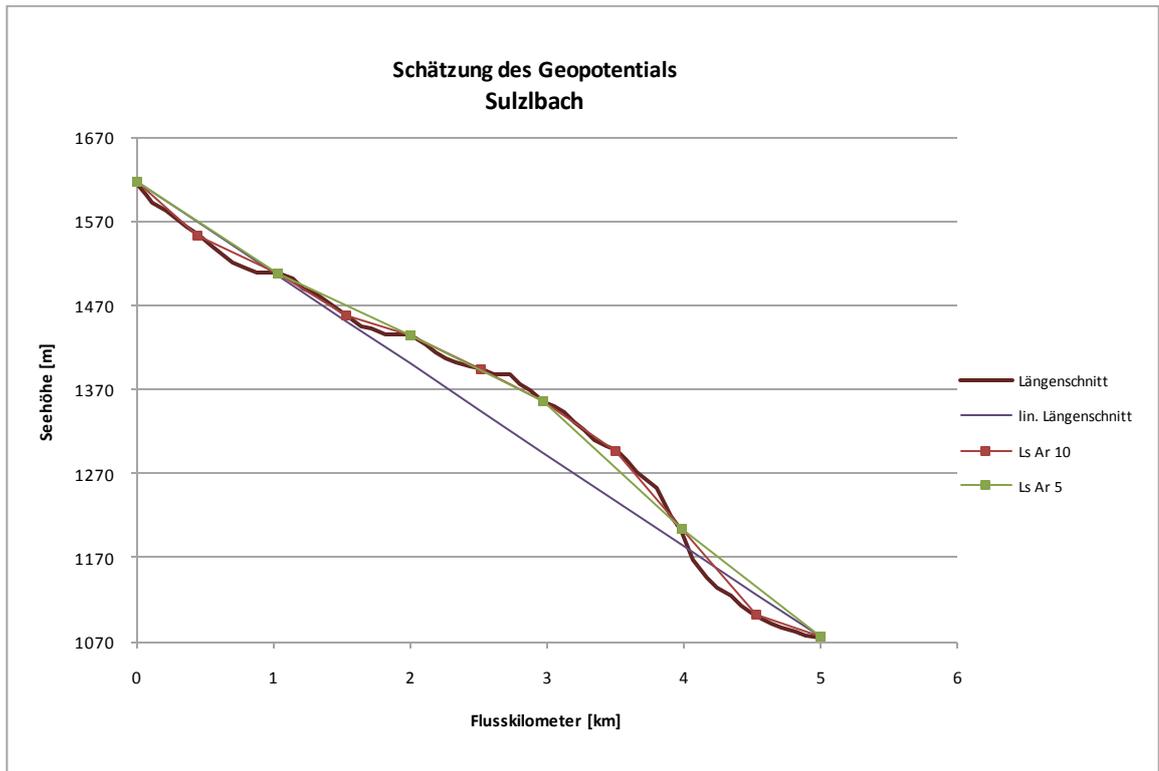


Abbildung 6.61 Geopotential Sulzbach

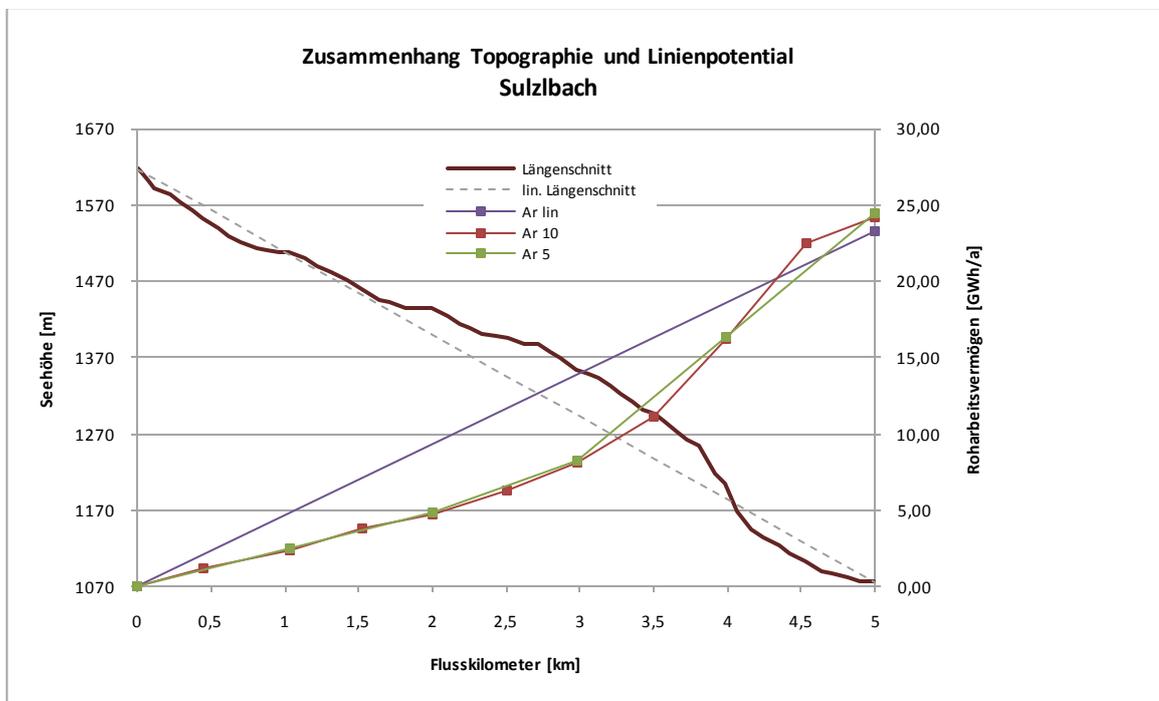


Abbildung 6.62 Linienpotential Sulzbach

6.3.2.1.18 Weißenbach

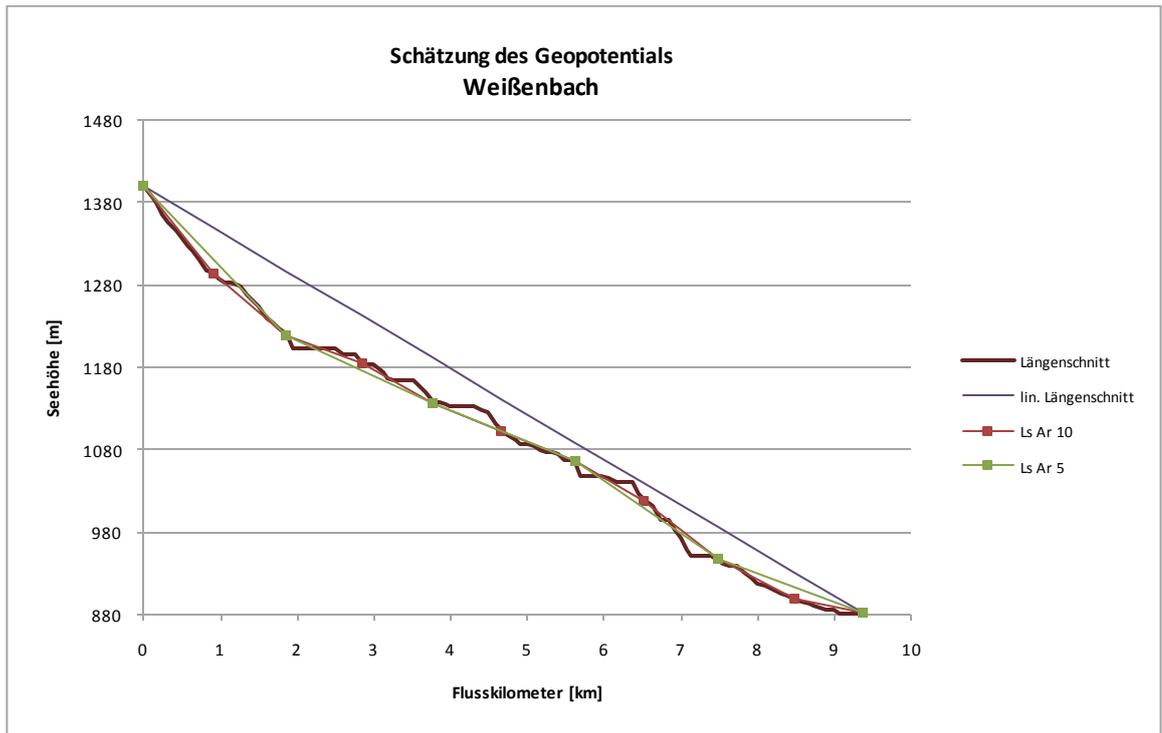


Abbildung 6.63 Geopotential Weißenbach

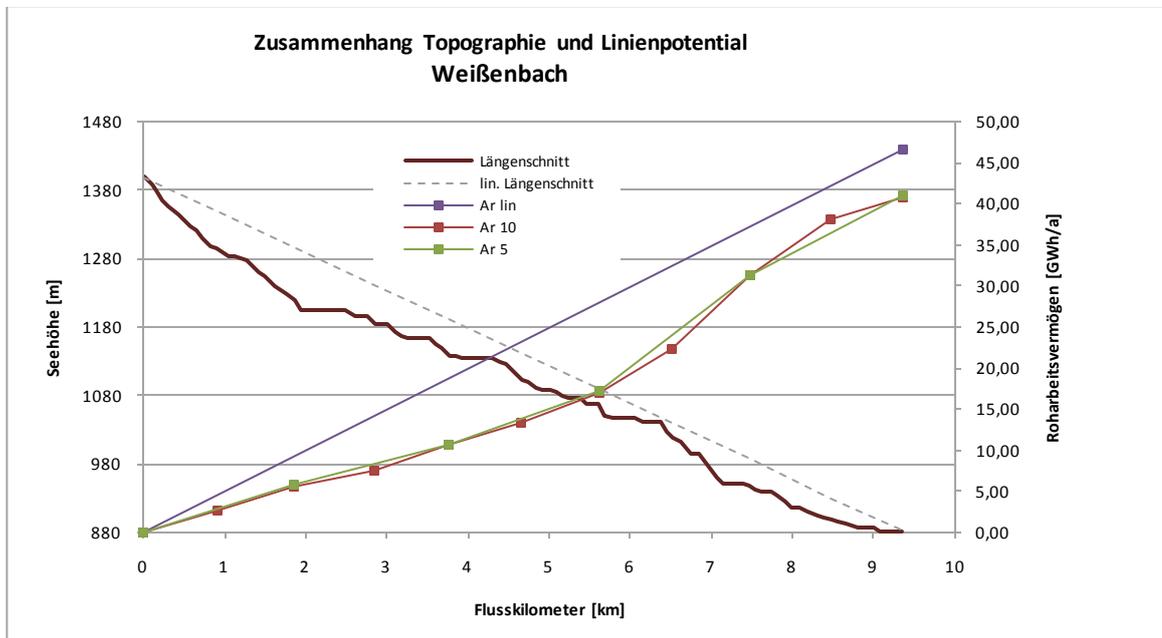


Abbildung 6.64 Linienpotential Weißenbach

Bei der Betrachtung der Längenschnitte der Lechzubringer wird deutlich, dass sich die topographischen Gegebenheiten in den unterschiedlichen Bächen sehr variabel gestalten. Jedoch neigt der linear vereinfachte Ansatz entgegen der laut Pöyrystudie zu erwartenden Unterschätzung des Linienpotentials zu einer Überschätzung. In allen 18 analysierten Seitenbächen kam es nur im Sulzbach, Spullersbach und Bockbach zu einer signifikanten Unterschätzung bei Anwendung des linearen Ansatzes. Unten soll die Unschärfe der linearen Variante durch ihr Verhältnis zu Ar 5 bzw. Ar 10 dargestellt werden.

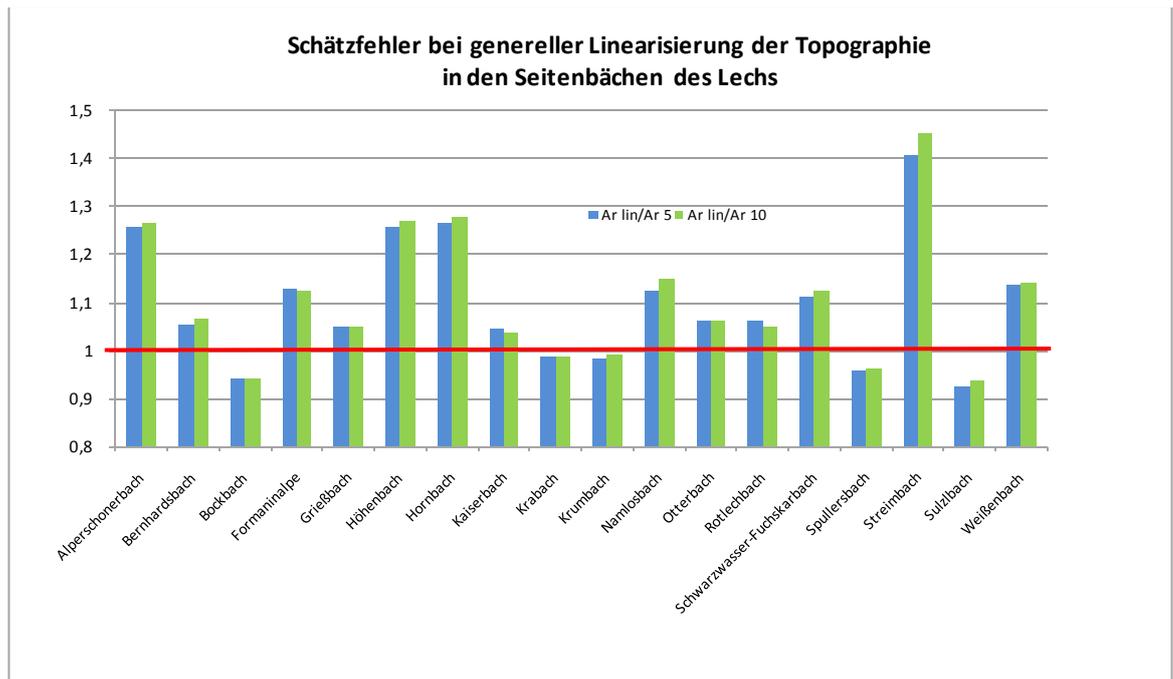


Abbildung 6.65 Verhältnis der linearen Vereinfachung zu den Varianten mit 5 bzw. 10 äquidistanten Potentialermittlungspunkten in den Seitenzubringern des Lechs

Gesamt betrachtet kommt es im Vergleich zur Variante Ar 5 zu einer **Überschätzung** von **9,9 %** und **10,5 %** bei Gegenüberstellung mit der Variante Ar 10.

6.3.2.2 Einfluss der Topographie auf die Diskretisierung des Linienpotentials in den Seitenbächen der Schwechat

Die Betrachtung der Seitenzubringer im Einzugsgebiet der Schwechat erfolgte analog zum Lech. Allerdings wurde hier sämtlichen Einzugsgebieten ein Abfluss von $0 \text{ m}^3/\text{s}$ im Quellbereich unterstellt, welcher linear bis zu dem im Wasserkraftkataster ausgewiesenen Mittelwasserabfluss im Mündungsbereich ansteigt. Dies erfolgte aufgrund der deutlich niedrigeren Mittelwasserführung in den Einzugsgebieten der Schwechat. Bei den Lechzubringern wurde eine Quellschüttung von $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ veranschlagt.

6.3.2.2.1 Triesting

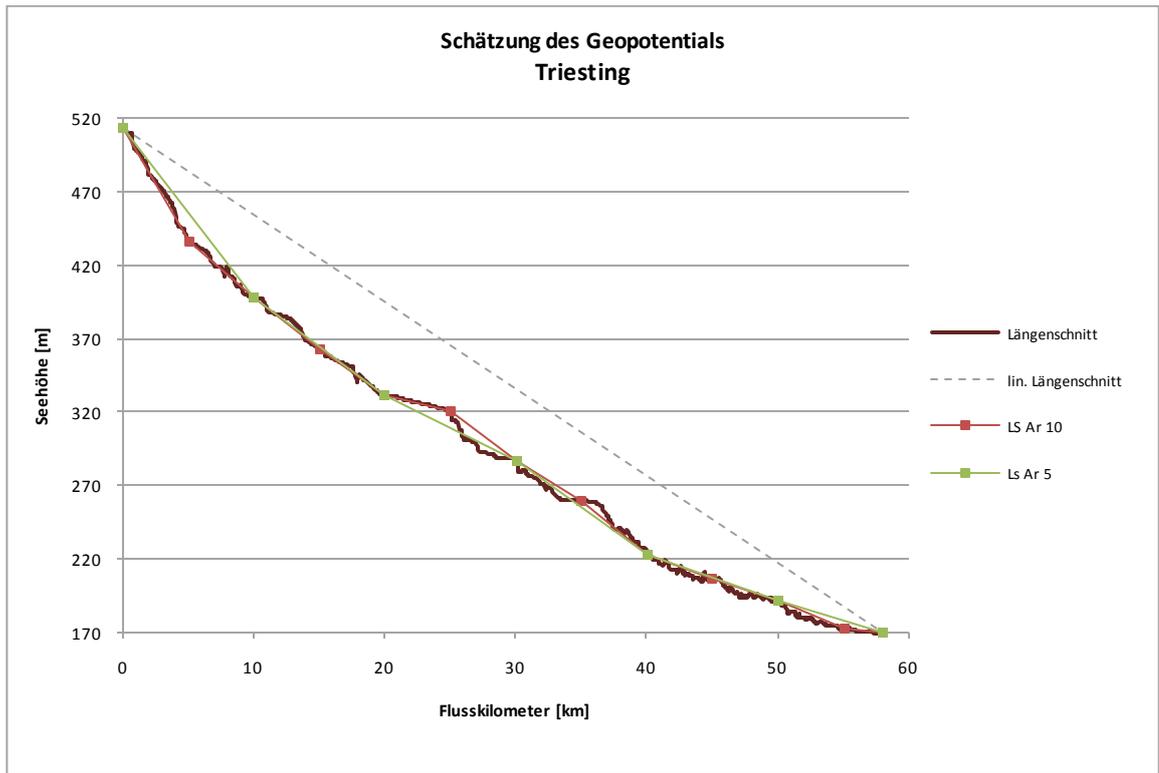


Abbildung 6.66 Geopotential Triesting

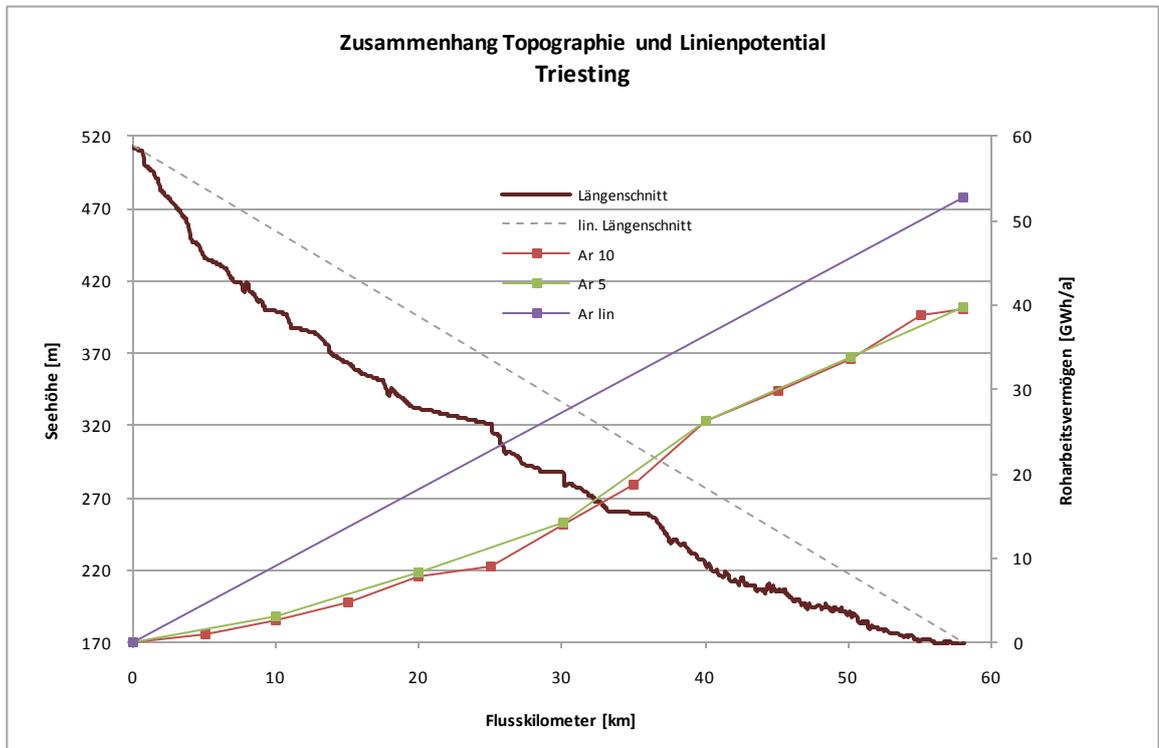


Abbildung 6.67 Linienpotential Triesting

6.3.2.2 Mödlingbach

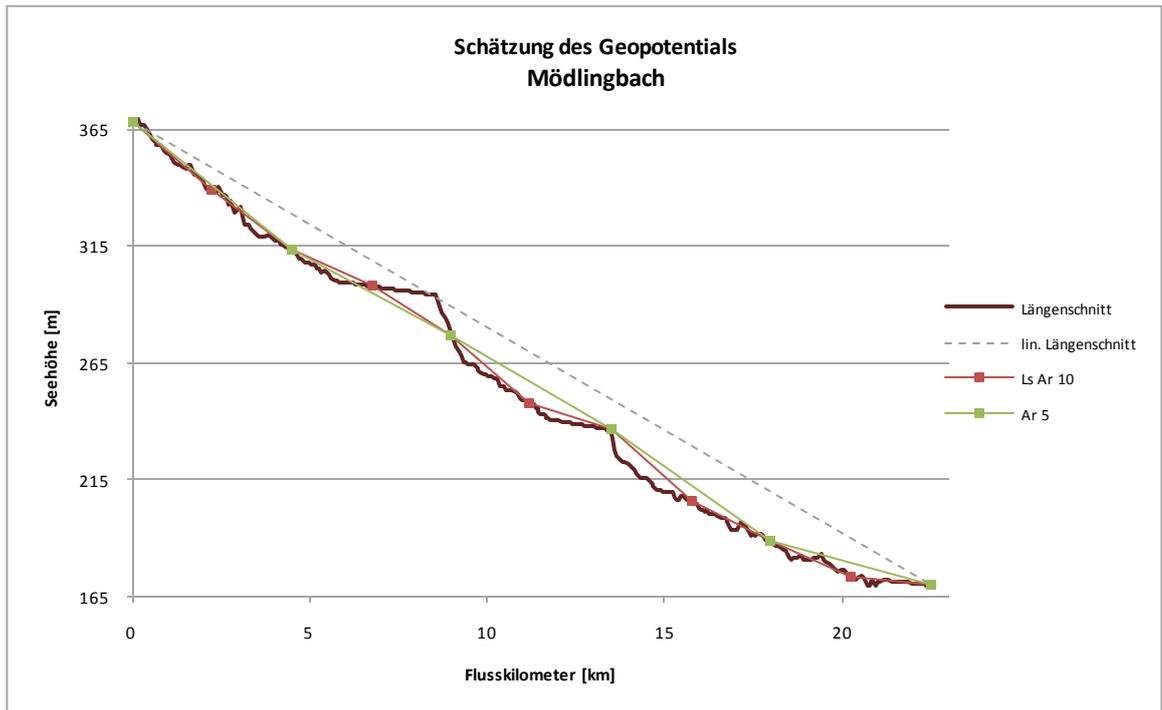


Abbildung 6.68 Geopotential Mödlingbach

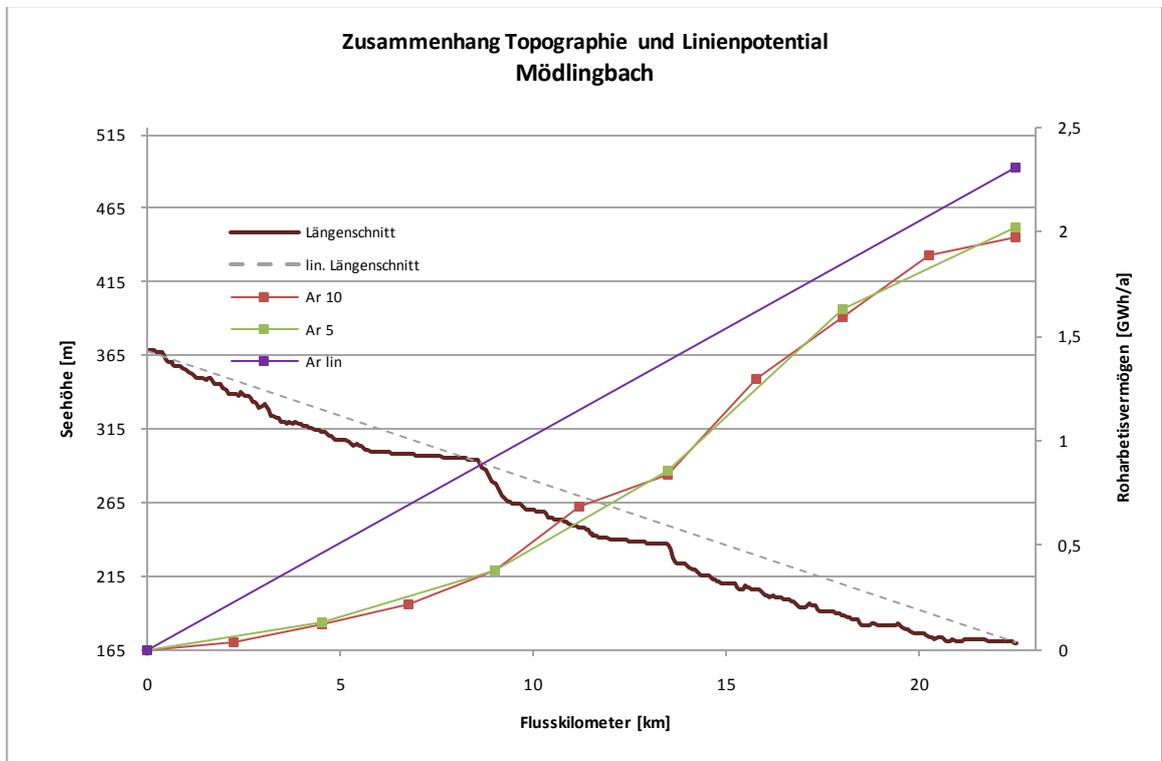


Abbildung 6.69 Linienpotential Mödlingbach

6.3.2.2.3 Liesing

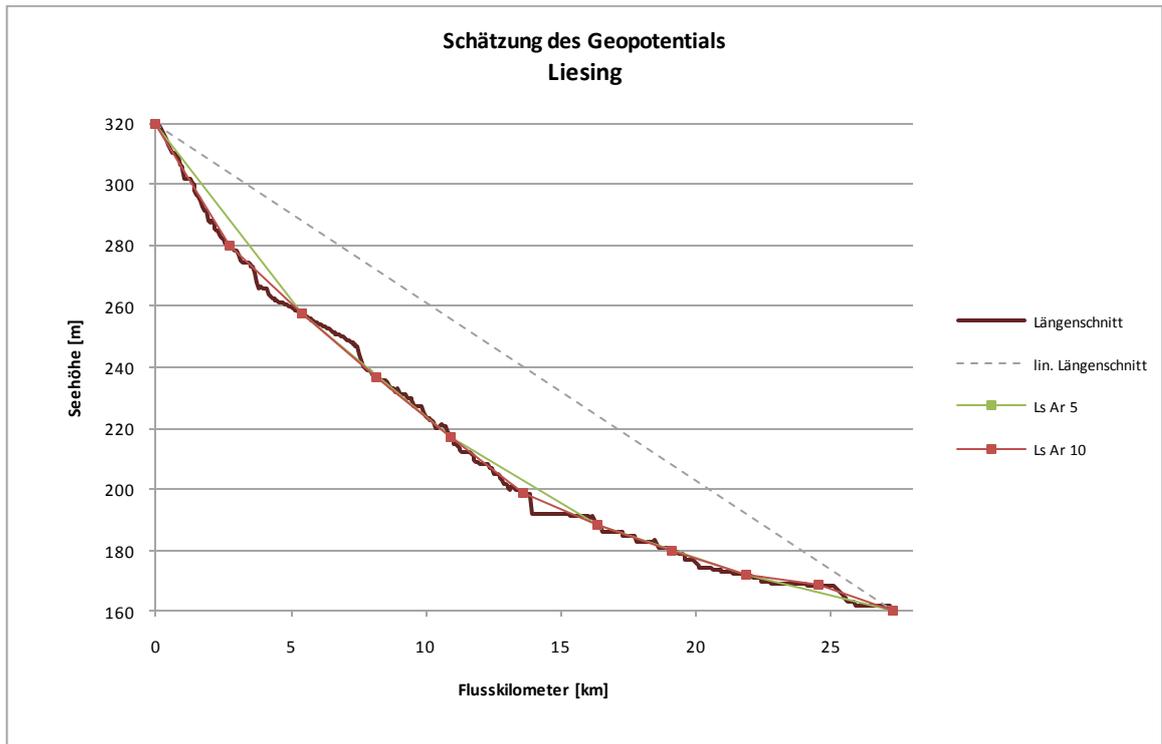


Abbildung 6.70 Geopotential Liesing

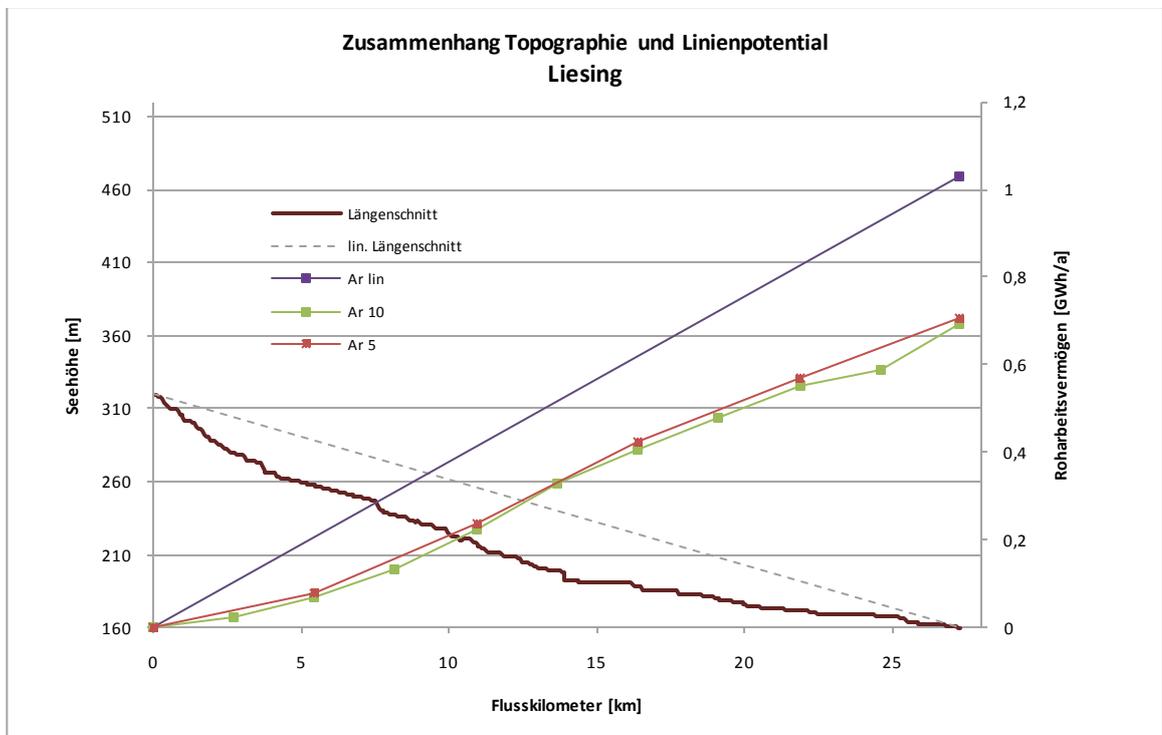


Abbildung 6.71 Linienpotential Liesing

6.3.2.2.4 Petersbach

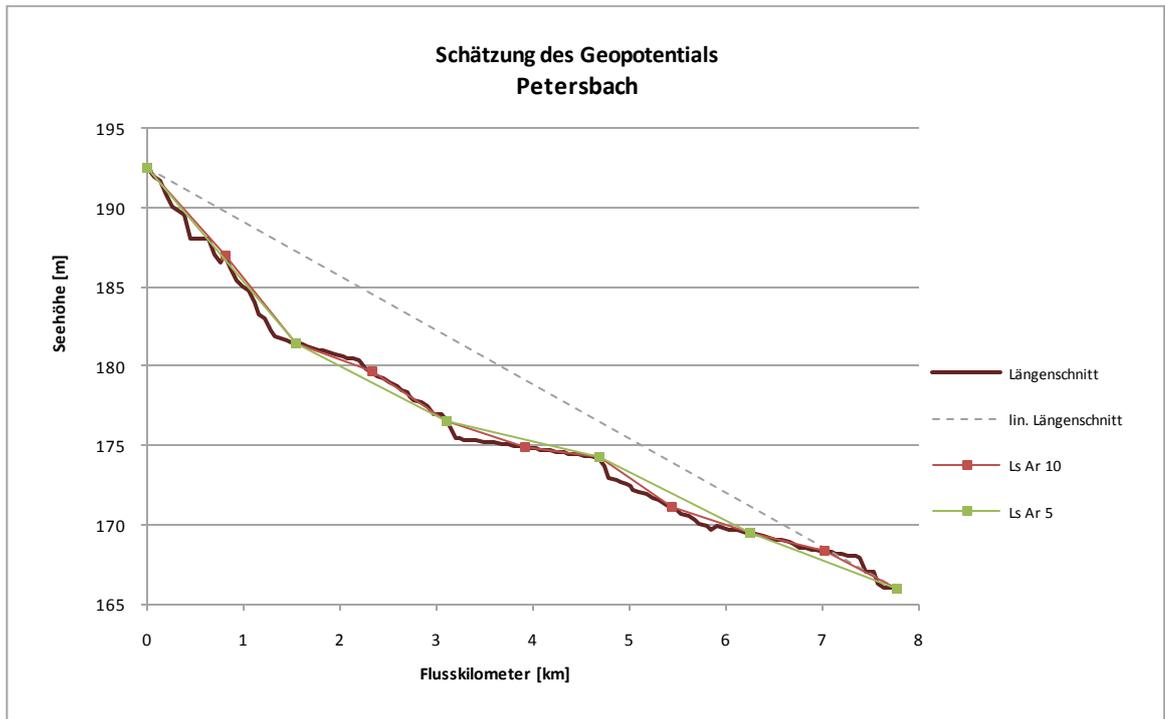


Abbildung 6.72 Geopotential Petersbach

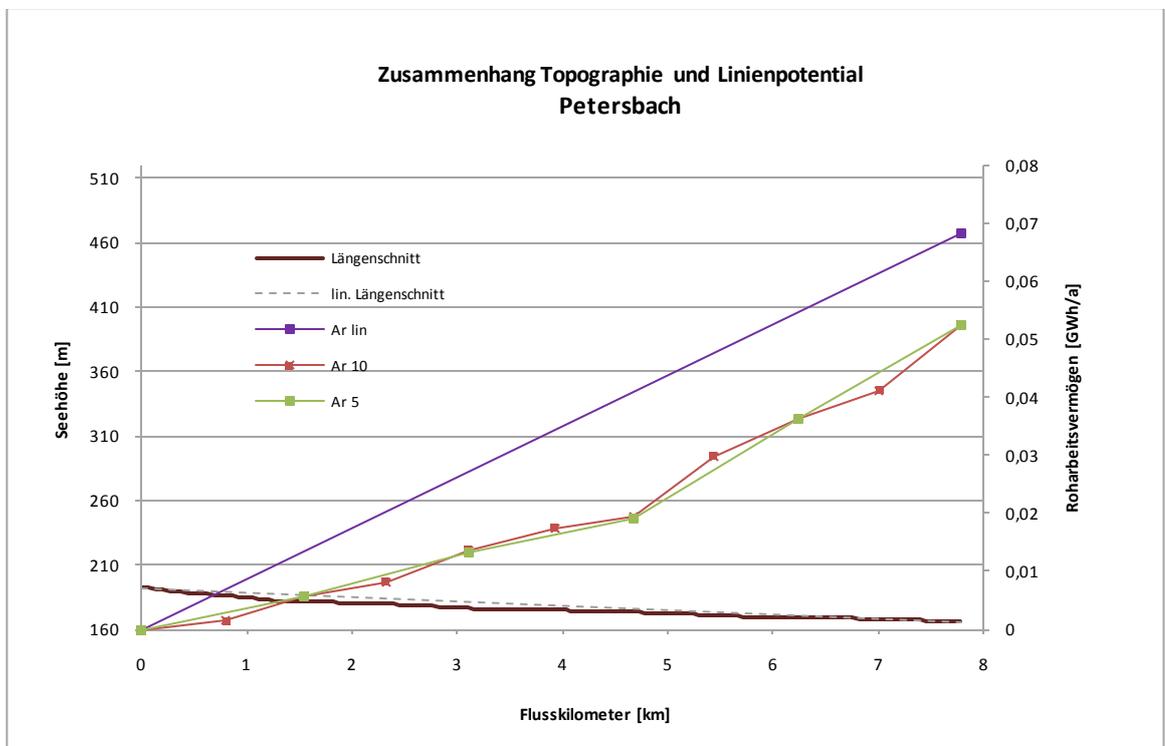


Abbildung 6.73 Linienpotential Petersbach

6.3.2.2.5 Sattelbach

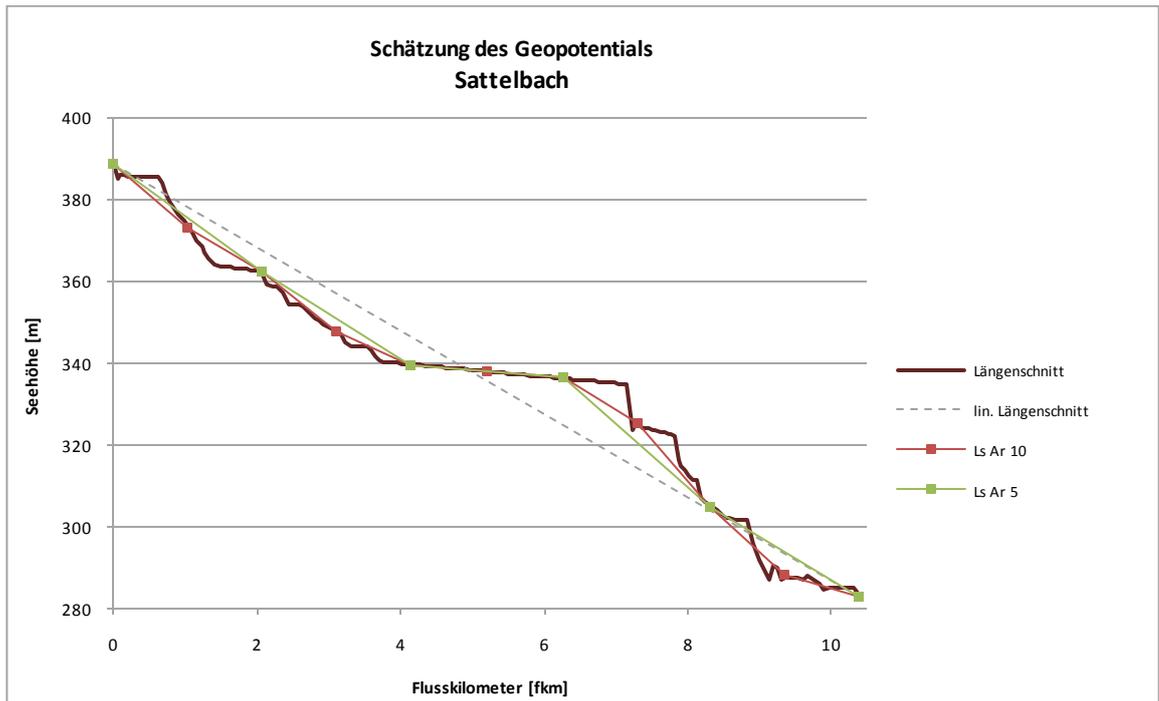


Abbildung 6.74 Gepotential Sattelbach

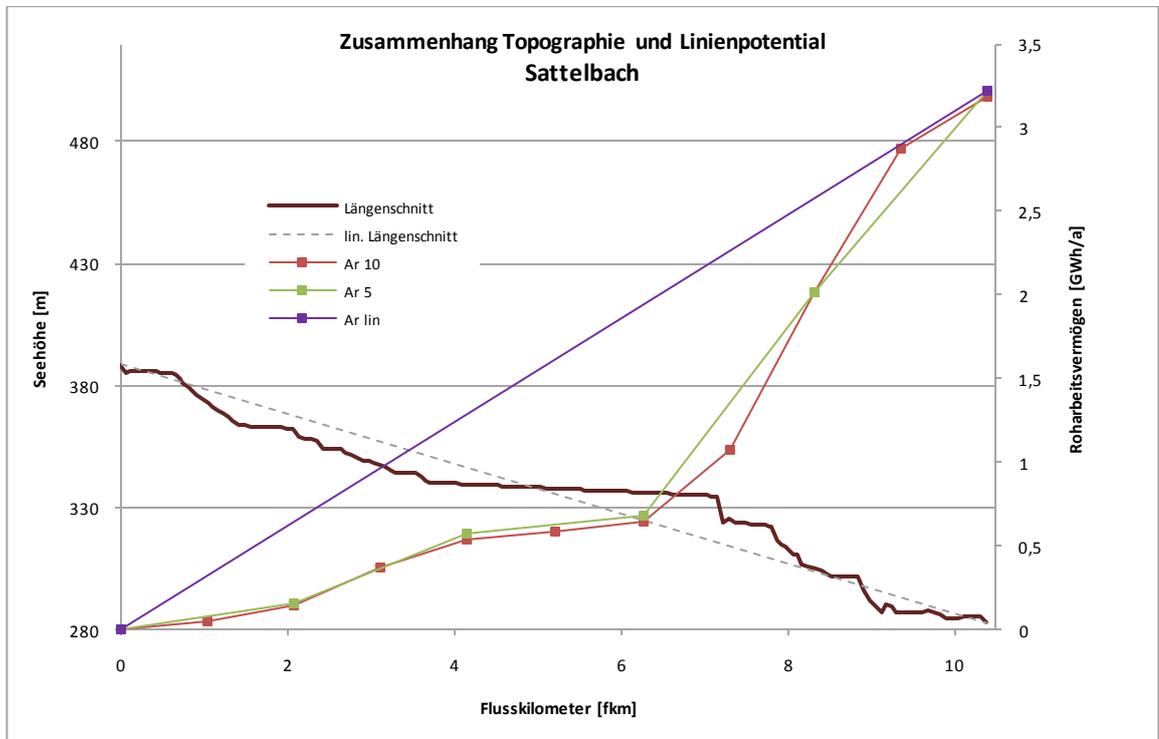


Abbildung 6.75 Linienpotential Sattelbach

Im Vergleich zum Lech wurden an der Schwechat, bedingt durch die deutlich geringere Gewässerdichte, an nur fünf Zubringern die topographischen Verhältnisse analysiert. Es wird aber auch hier eine Überschätzung bei Anwendung des linearen Ansatzes deutlich. Einzig im Sattelbach wird die lineare Vereinfachung den tatsächlich vorherrschenden Gefälleabfolgen gerecht, in den anderen vier Fließgewässern führt dieser Ansatz zu einer sehr deutlichen Überschätzung des Geopotentials.

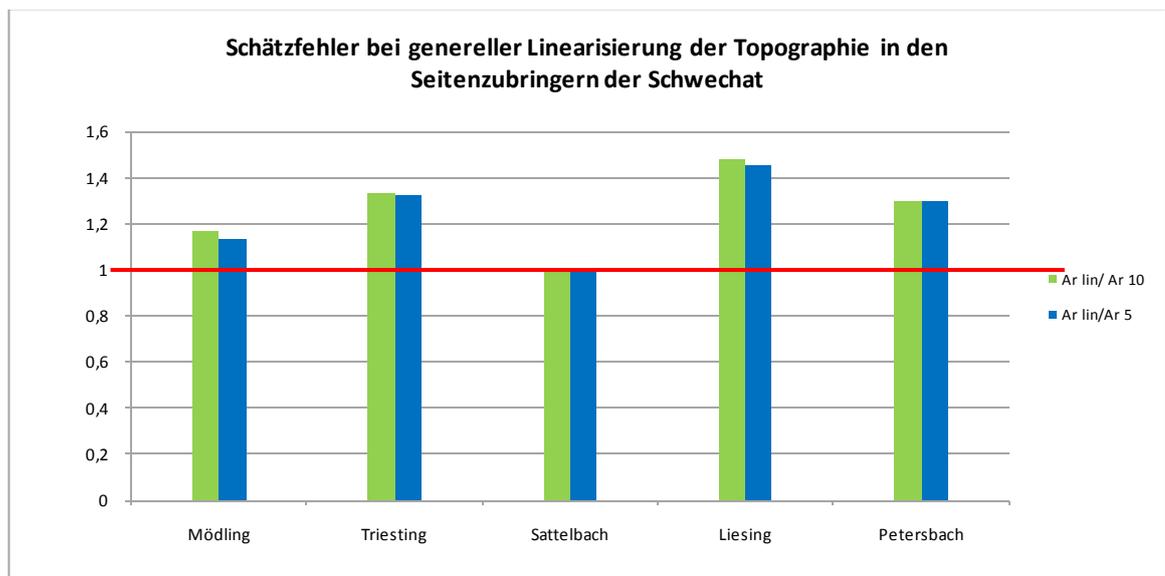


Abbildung 6.76 Verhältnis der linearen Vereinfachung zu den Varianten mit 5 bzw. 10 äquidistanten Potentialermittlungspunkten in den Seitenzubringern der Schwechat

So führt die Annahme eines über die gesamte Linienführung kontinuierlich fallenden Längenschnittes im Beispiel der Schwechat zu einer noch deutlicheren **Überschätzung** von **26 %** bzw. **24 %** im verglichen mit der Methode von 10 bzw. 5 Diskretisierungsabschnitten.

6.4 Abgleich der berücksichtigten Einzugsgebiete in den Studien von Pöyry und KlimAdapt

Wie in Kapitel 4.2.2 bereits erläutert weichen die Verhältnisse des Linienpotentials zum Flächenpotential in den Studien von Schiller /Pöyry bzw. KlimAdapt voneinander ab. „Das über die Wasserbilanzsimulation ermittelte Mittel des Flächenpotentials 1961-1990 für alle einbezogenen Flussgebiete beträgt rund 137.000 GWh. Dieser Wert ist etwas niedriger als die von Schiller und Drexler (1991, in Pöyry 2008) angegebenen 150.000 GWh. Dementsprechend ist auch das mittlere Verhältnis zwischen Flächenpotential und Linienpotential mit 0,43 etwas

Mur: PÖRYR berücksichtigte die Mur oberhalb der Staatsgrenze mit ihren Linkszubringern: Stiefingbach, Pfaffenbach, Sassbach, Radkersburger Mühlkanal, und Drauchenbach welche bei KlimaAdapt keinen Eingang fanden (Fuchs, 2010).

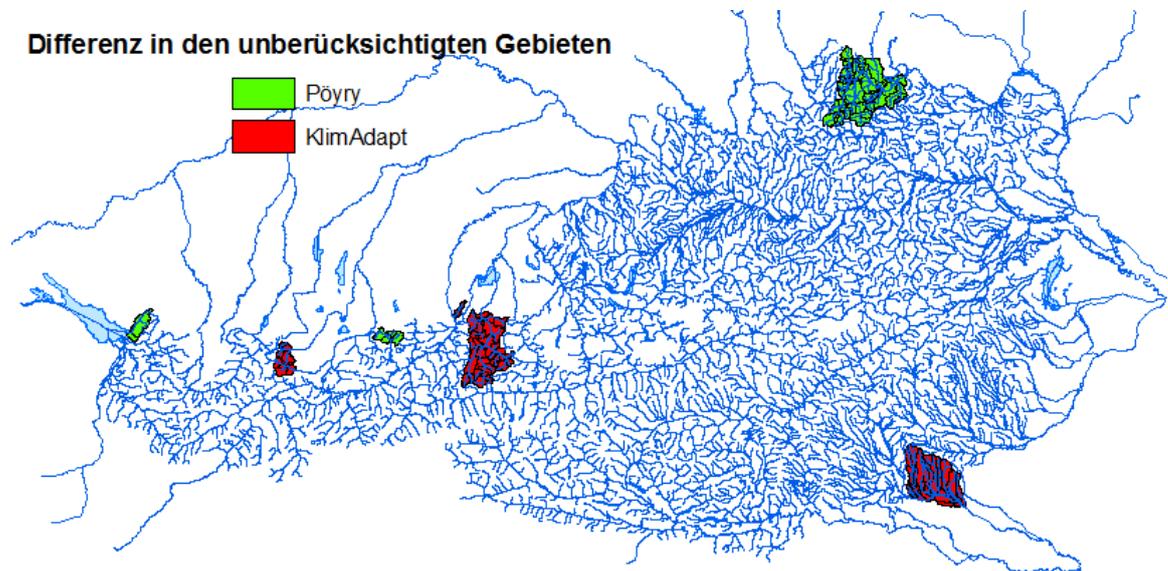


Abbildung 6.78 Gewässernetz Österreichs mit den Abweichungen in den unberücksichtigten Gebieten

Der oben dargestellten Karte sind die Abweichungen der beiden Studien zu entnehmen. Der geringere errechnete Verhältniswert von Linienpotential zu Flächenpotential in KlimaAdapt kann durch die Differenzen bzgl. der Einzugsgebiete nicht erklärt werden. Zumal der größte Flächenanteil, der bei Pöryr unberücksichtigt gebliebenen Einzugsgebiete auf die Thaya fällt, wo keine beachtlichen Fallhöhen zu erwarten sind.

7 Abflusslinienpotential in den Klimaszenarien

7.1 *Ansatz des Linienpotentials in den Betrachtungsgebieten*

Um eine gute Schätzung des Linienpotentials zu erreichen werden die Erkenntnisse aus den Arbeiten zu den vorangegangenen Kapiteln berücksichtigt.

Die im Wasserkraftkataster vorgenommene Diskretisierung wurde in den beiden Einzugsgebieten in guter Qualität durchgeführt, und lieferte eine sehr gute Grundlage für die Wahl des Ansatzes. Um eine einheitliche Errechnung zu gewährleisten, wird das Potential im Hauptvorfluter nur in jener Gewässerstrecke ermittelt, in welcher das Gewässer bereits den Flussnamen trägt. Dies wurde im WKK bereits an der Schwechat so angewandt. Am Lech jedoch wurde der Formarinbach bei der Ermittlung des Linienpotentials mit einbezogen. Da der Lech erst ab der Einmündung des Spullerbaches seinen Namen trägt, wird das Potential ab diesem Punkt (exkl. Formarinbach) für den Hauptvorfluter ermittelt. Das unter Anwendung der adaptierten Diskretisierung errechnete Linienpotential soll, anhand der simulierten Zeitreihe 1961-1990 aus KlimAdapt, für beide Einzugsgebiete dargelegt werden.

7.1.1 Diskretisierung des Lech

Im nachfolgenden Diagramm sollen die Potentialeermittlungspunkte aus dem Wasserkraftkataster mit dem Längenschnitt und der zugehörigen Mittelwasserführung für den Lech veranschaulicht werden. Der zwischen den roten Ordnern liegende Bereich führt zu einer Überschätzung des Geopotentials, diesem Umstand kann durch einen zusätzlichen Ermittlungspunkt in der Mündung des Bockbaches entgegengewirkt werden.

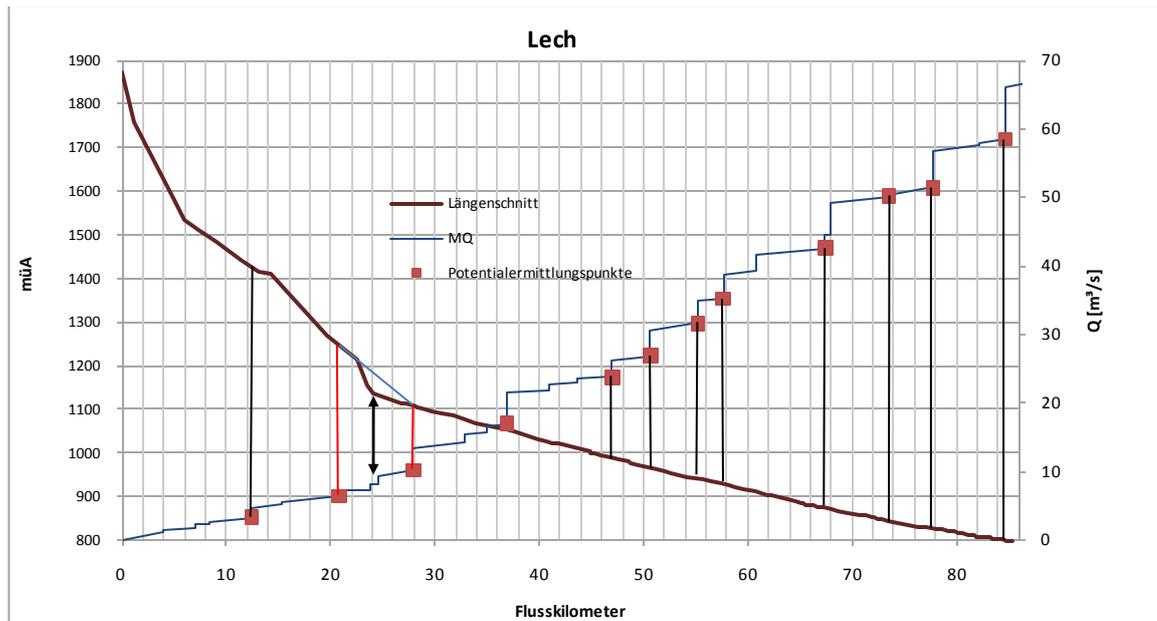


Abbildung 7.1 Gewählte Diskretisierung für die Potentialermittlung am Lech (Daten aus WKK)

Tabelle 8 Abflusslinienpotential des Lech für die simulierte Zeitreihe 1961-1990 (Datenquelle:KlimAdapt)

fkm	Linienpotential	∑ Fläche (km ²)	∑ Q [m ³ /s]	müA	ΔH [m]	Ar [Gwh/a]	∑Ar [Gwh/a]
5,00	Spullersbach	18,03	1,01	1580,00	294,00	0,00	0,00
12,40	Zürsbach	58,47	3,27	1444,50	135,50	27,66	27,66
20,80	Krumbach	133,05	7,45	1267,40	177,10	92,55	120,21
23,70	Bockbach	151,96	8,50	1215,00	52,40	35,92	156,12
27,90	Kaiserbach	189,14	10,59	1115,30	99,70	42,52	198,64
36,91	Alperschonerbach	323,22	18,09	1052,90	62,40	85,70	284,35
47,00	Ottersbach	466,74	25,18	995,80	57,10	116,76	401,11
50,67	Streimbach	533,42	28,61	971,61	24,19	58,39	459,50
55,21	Hombach	621,93	33,19	946,18	25,43	71,74	531,24
57,63	Namlosbach	694,87	37,19	934,20	11,98	38,15	569,39
67,41	Weissenbach	846,33	43,70	879,10	55,10	198,55	767,94
77,76	Archbach	1026,75	50,64	830,90	48,20	198,43	966,37
84,67	Vils	1213,83	57,28	803,90	27,00	131,15	1097,52

7.1.2 Diskretisierung der Schwechat

In der Darstellung der Potentialermittlungspunkte an der Schwechat wird eine lange zubringerfreie Fließstrecke deutlich, hier wurden über die Einmündungspunkte hinaus zwei weitere Punkte an den Pegeln Helenental und Maria Lanzendorf gesetzt. Es empfiehlt sich auch

hier einer Überschätzung mittels Einbringung eines weiteren Potentialermittlungspunktes bei Flusskilometer 30 entgegenzuwirken.

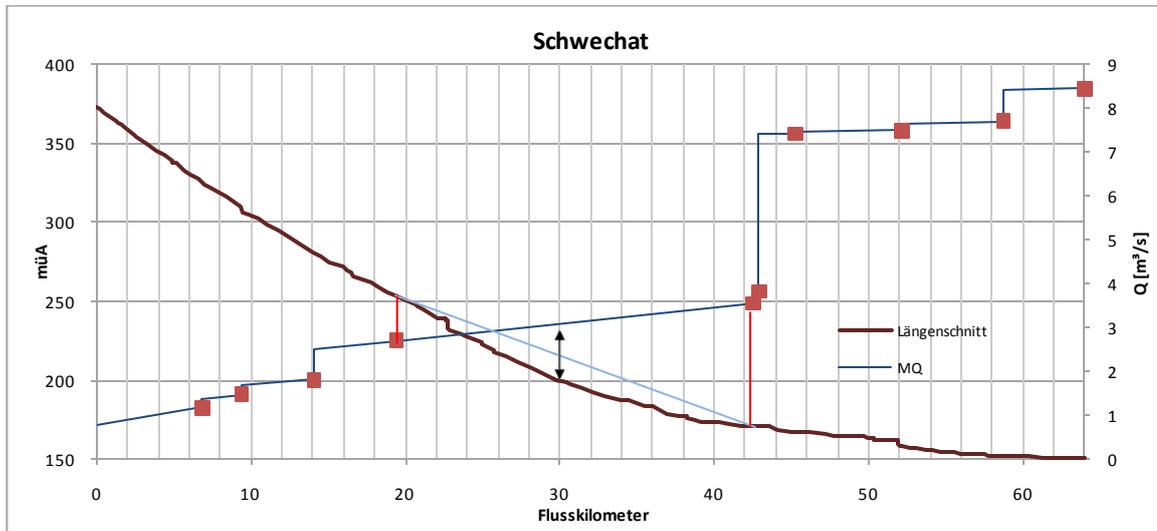


Abbildung 7.2 Gewählte Diskretisierung für die Potentialermittlung an der Schwechat (Daten aus WKK)

Der Linkszubringer Hörmbach wurde im WKK nicht erfasst, er mündet bei Flusskilometer 28 in die Schwechat ein, und bietet somit optimale Bedingungen für einen zusätzlichen Potentialermittlungspunkt um der Topographie besser Rechnung zu tragen.

Wie in Kapitel 7.1.1 am Fallbeispiel des Lechs bereits aufgezeigt, wurde auch hier in Anlehnung an die durch den Wasserkraftkataster vorliegende Grundlage die Diskretisierung adaptiert. Der am damaligen Pegel Helenental gesetzte Potentialermittlungspunkt wurde durch den aktuellen Pegel Cholerakapelle ersetzt, der Potentialermittlungspunkt am einstigen Pegel Maria Lanzendorf wurde ersatzlos entfernt und ein zusätzlicher Punkt in der Mündung des Hörmbach eingefügt. In Tabelle 9 soll unter Heranziehung der simulierten Zeitreihe das Linienpotential mit adaptierter Diskretisierung veranschaulicht werden.

Tabelle 9 Abflusslinienpotential der Schwechat für die simulierte Zeitreihe 1961-1990 (Datenquelle: KlimAdapt)

fkm	Linienpotential	∑ Fläche (km ²)	∑ Q [m ³ /s]	müA	ΔH [m]	Ar [Gwh/a]	∑ Ar [Gwh/a]
0	Quellzusammenfluss	52,94	0,45	372,75			
6,8	Pöllerbach	80,24	0,70	325,18	47,57	2,36	2,36
9,7	Groißbach	101,09	0,88	306,68	18,50	1,32	3,68
14,0	Sattelbach	123,71	1,07	281,16	25,52	2,21	5,89
17,6	Pegel Cholerakapelle	181,00	1,56	254,00	27,16	3,47	9,37
28,2	Hörmbach	223,31	1,93	207,18	46,82	6,87	16,23
42,6	Triesting	366,19	2,45	170,77	36,41	7,15	23,39
42,9	Mödling	759,45	5,65	170,76	0,01	0,00	23,39
45,4	Petersbach	869,27	6,12	167,66	3,10	1,58	24,97
52,1	Liesing	1007,28	6,52	158,23	9,43	5,04	30,01
64,0	Mündung	1167,16	7,26	151,18	7,05	4,24	34,25

7.2 Errechnung der Mittelwasserführung

Für die Errechnung der Mittelwasserlinie wurde die in den Kapiteln 5.2.3 bzw. 6.1.4 erläuterte Methodik herangezogen. Diese erlaubt durch in Bezugnahme der Gebietsfaktoren und eines MQ-Wertes für einen bestimmten Pegel, eine Erstellung der Mittelwasserlinie für das gesamte Einzugsgebiet. Als Datenbasis dienten die in KlimAdapt errechneten Zeitreihen. In diese Reihen standen für die Pegel Steeg und Lechaschau, sowie für den Pegel Cholerakapelle, im Einzugsgebiet der Schwechat, simulierte Abflusswerte zur Verfügung. Da beim Lech zwei Pegel zur Verfügung standen, konnte hier die Güte der ermittelten Abflusspenden beurteilt werden. Dafür sollte der errechnete Wert mit dem Pegelwert verglichen werden.

Ermittlung des Gebietsfaktors für den Pegelwert Lechaschau:

$$\gamma_P = \frac{(A_P - A_T) * \gamma_G + A_T * \gamma_{Tp}}{A_P}$$

γ_{Tp}Gebietsfaktor des am Pegel entwässerten Teileinzugsgebietes [/]

γ_GMittlerer Gebietsfaktor des Gesamteinzugsgebietes bis zum Pegel exkl. Teileinzugsgebiet [/]

A_Pgesamtes am Pegel entwässertes Gebiet [km²]

A_TFlächenanteil des Teileinzugsgebietes bis zum Pegelpunkt [km²]

Tabelle 10 Grundlage zur Ermittlung des Gebietsfaktors

	Fläche	∑ Fläche	γ Teil	γ Gesamt
Rotlech	830	969,55	0,87	1,09
Lech25	57,20	1026,75	0,73	1,07
Lechaschau	42,65	1010,2	0,73	1,07

$$\gamma_{\text{Lechaschau}} = 1,07$$

Errechnung der Abflusswerte:

Um die einzelnen für die Potentialermittlung benötigten Abflusswerte errechnen zu können, ist es notwendig den Pegelwert um seinen Gebietsfaktor zu bereinigen, und eine „neutrale“ Abflussspende für das Einzugsgebiet auszuweisen. Durch Multiplikation der Gebietsabflussspende mit dem entsprechenden Faktor bzw. Einzugsgebietsfläche lassen sich die Abflüsse ermitteln.

$$Q_P = \frac{MQ_P}{\gamma_P}$$

$$q = \frac{Q_P}{A_P}$$

MQ_PMittelwasserführung am Pegel [m^3/s]

γ_PGebietsfaktor des am Pegel entwässerten Einzugsgebietes [/]

Q_Pum den Gebietsfaktor bereinigter Abfluss [m^3/s]

qGebietsabflussspenden [$m^3/s/km^2$]

$$Q_i = \gamma_i * q * A_i$$

Erfolgt die Errechnung der Mittelwasserführung nach der beschriebenen Methode, unter Verwendung des modellierten Pegelwertes Lechaschau, für die Zeitreihe 2011–2040 in B1, so kann der errechnete Pegel bei Steeg mit dem Pegelwert Steeg aus dem Modell gegenübergestellt werden. Auf dieser Grundlage kann eine Prüfung des Ansatzes der Abflussspenden für die modellierten Zeitreihen der Szenarien erfolgen.

Tabelle 11 Prüfung des errechneten Abflusses am Pegel Steeg

Szenario	Q Modell		Q errechnet
	Lechaschau	Steeg	Steeg
B1, 2011-2040	49,93	13,77	13,82

Wie der oben angeführten Tabelle zu entnehmen, weicht der errechnete Wert für Steeg kaum vom Modelloutput ab, somit ist davon auszugehen, dass die Errechnung der Mittelwasserführung eine gute Grundlage für die Potentialemittlung liefert.

Da den Gebietsfaktoren ebenso wie den Simulationen aus KlimAdapt der HAÖ als Datenbasis zugrunde liegt, können die am Lech erprobten Abflussspenden auch auf das Einzugsgebiet der Schwechat übertragen werden.

Im folgenden Kapitel soll in den beiden ausgewählten Einzugsgebieten die Entwicklung des Abflusslinienpotentials in den simulierten Zeitreihen 1961-1990, 2011-2040, 2036-2065 und 2061-2090 visualisiert werden.

7.2.1 Lech

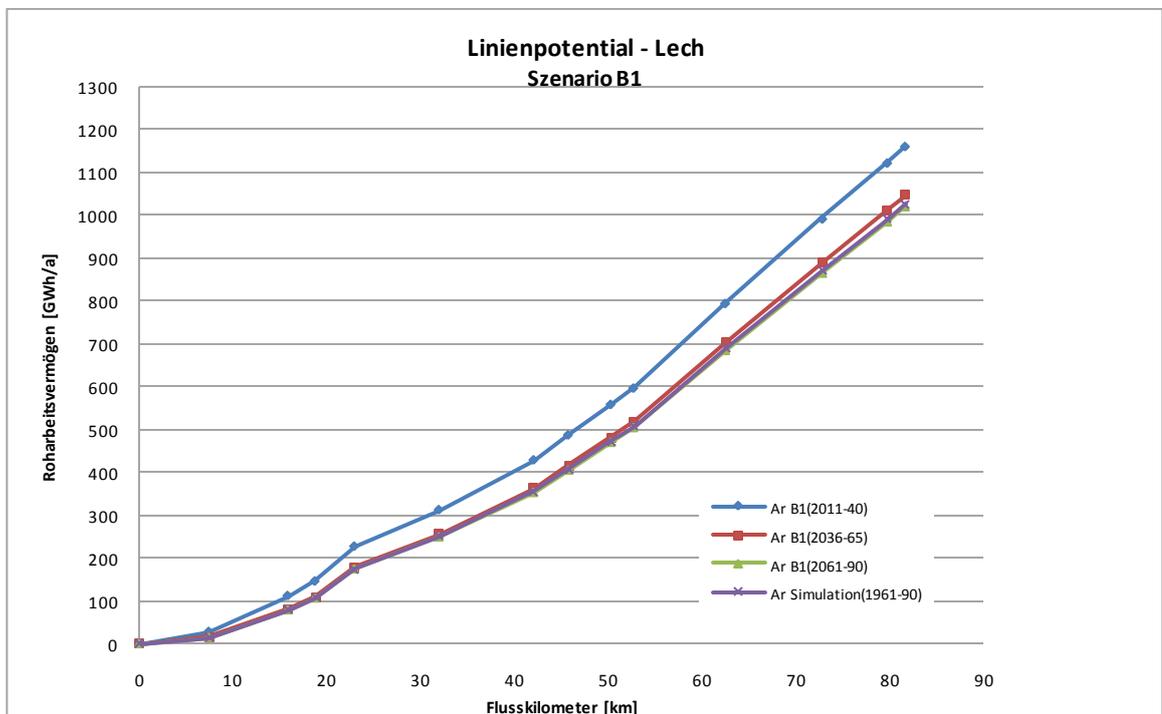


Abbildung 7.3 Linienpotential - Lech Szenario B1

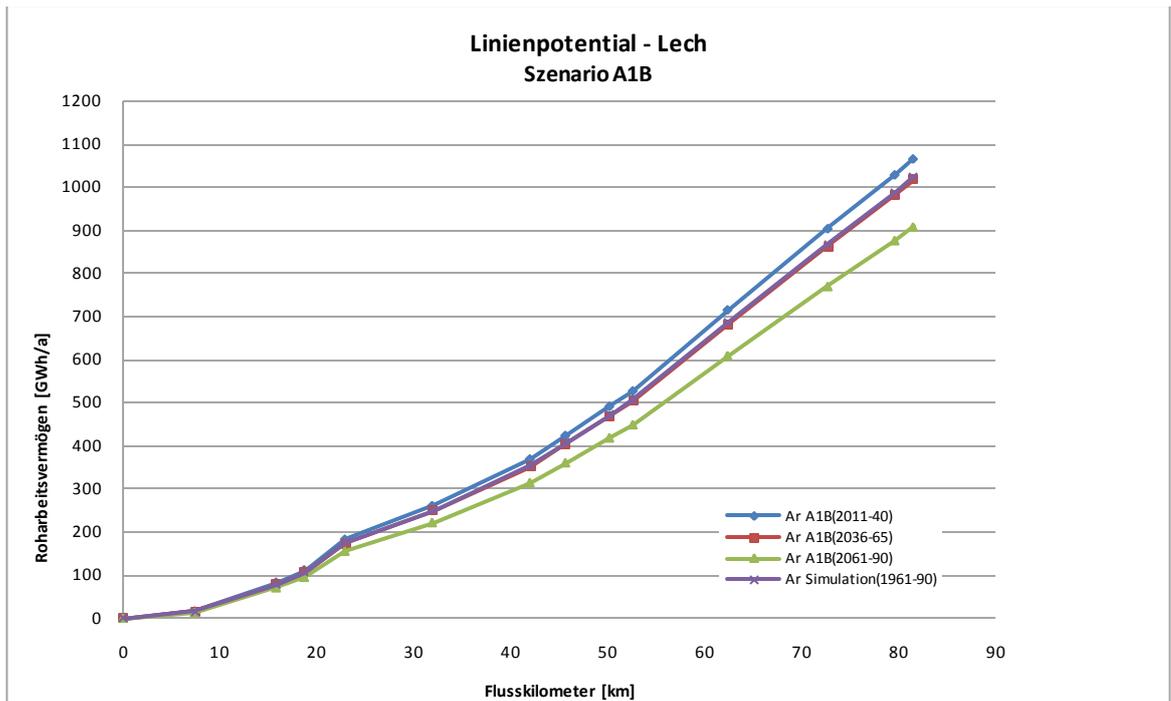


Abbildung 7.4 Linienpotential - Lech Szenario A1B

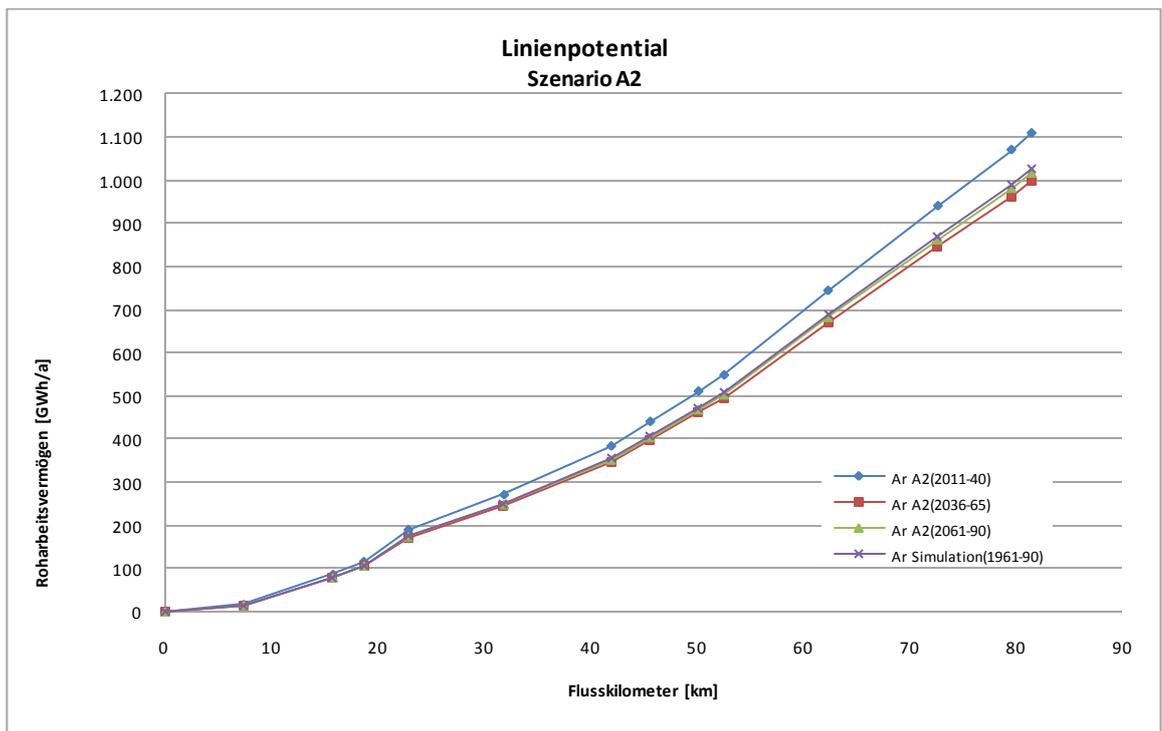


Abbildung 7.5 Linienpotential - Lech Szenario A2

7.2.2 **Schwechat**

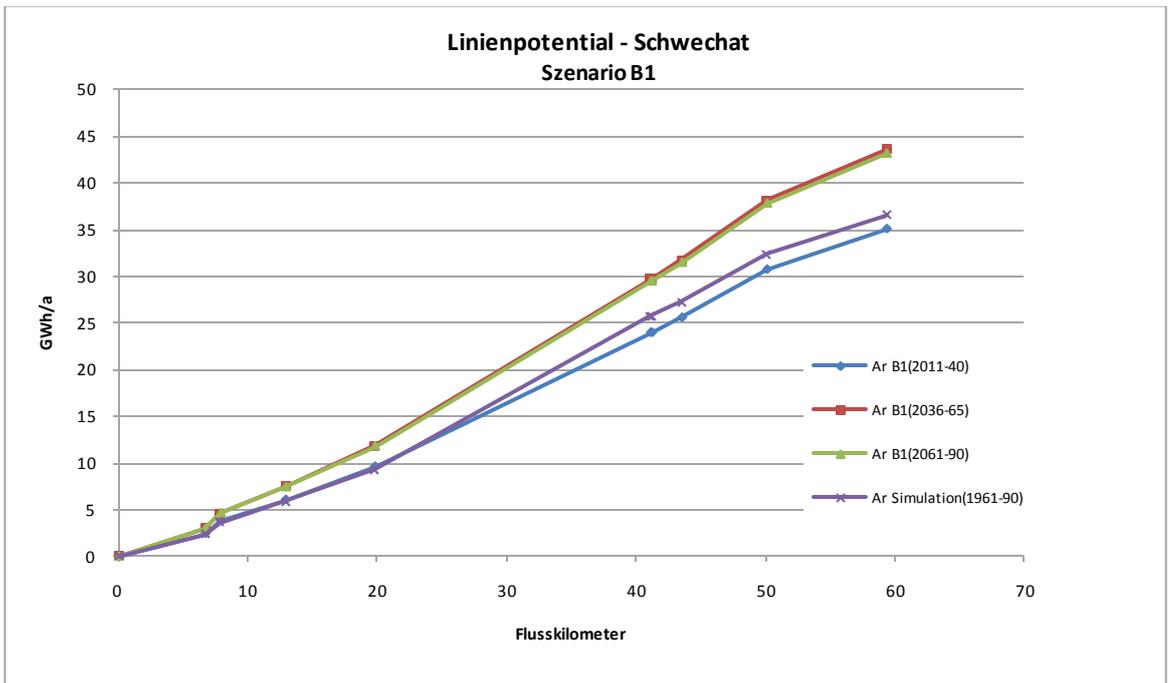


Abbildung 7.6 Linienpotential - Schwechat Szenario B1

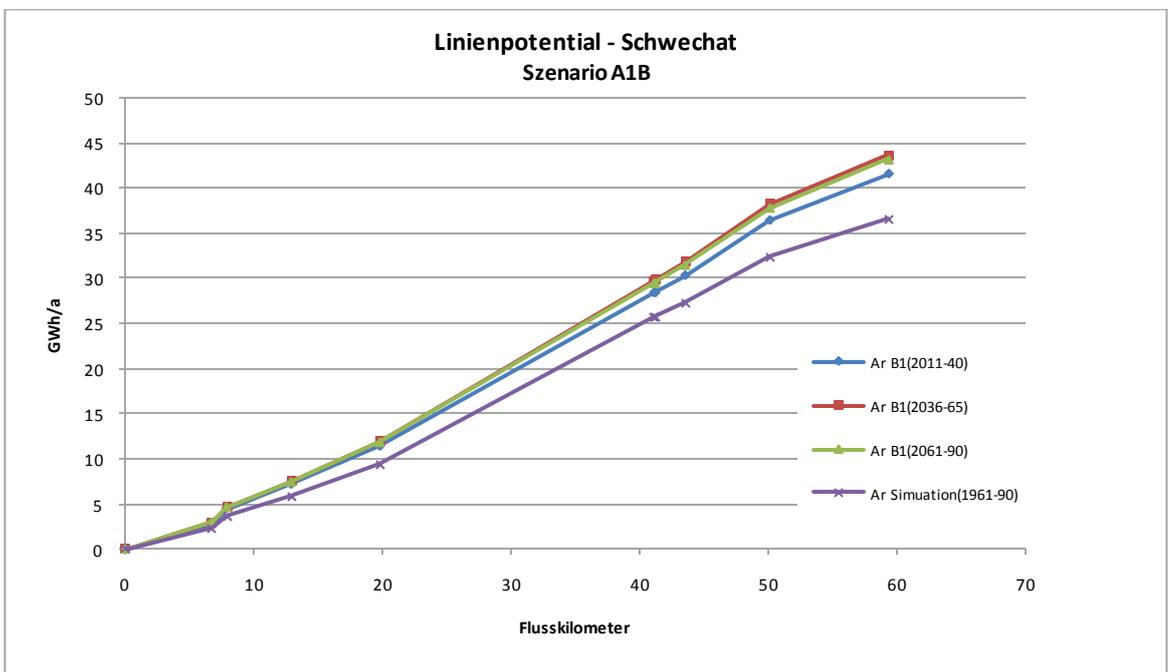


Abbildung 7.7 Linienpotential - Schwechat Szenario A1B

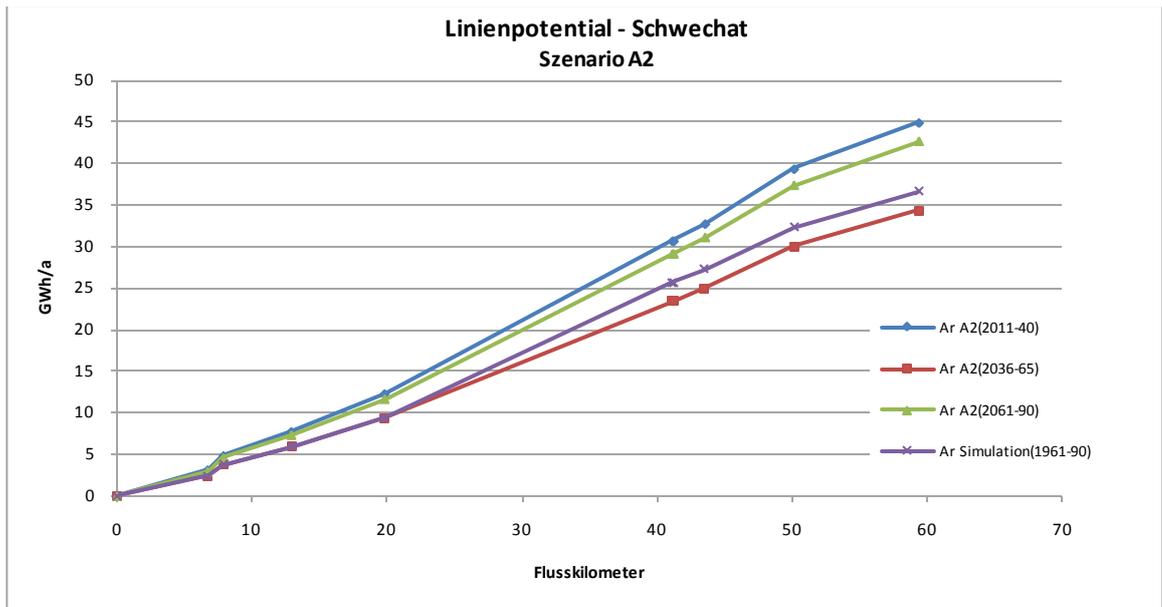


Abbildung 7.8 Linienpotential - Schwechat Szenario A2

7.3 Abflusslinienpotential der Szenarien in den Zeitreihen

7.3.1 Lech

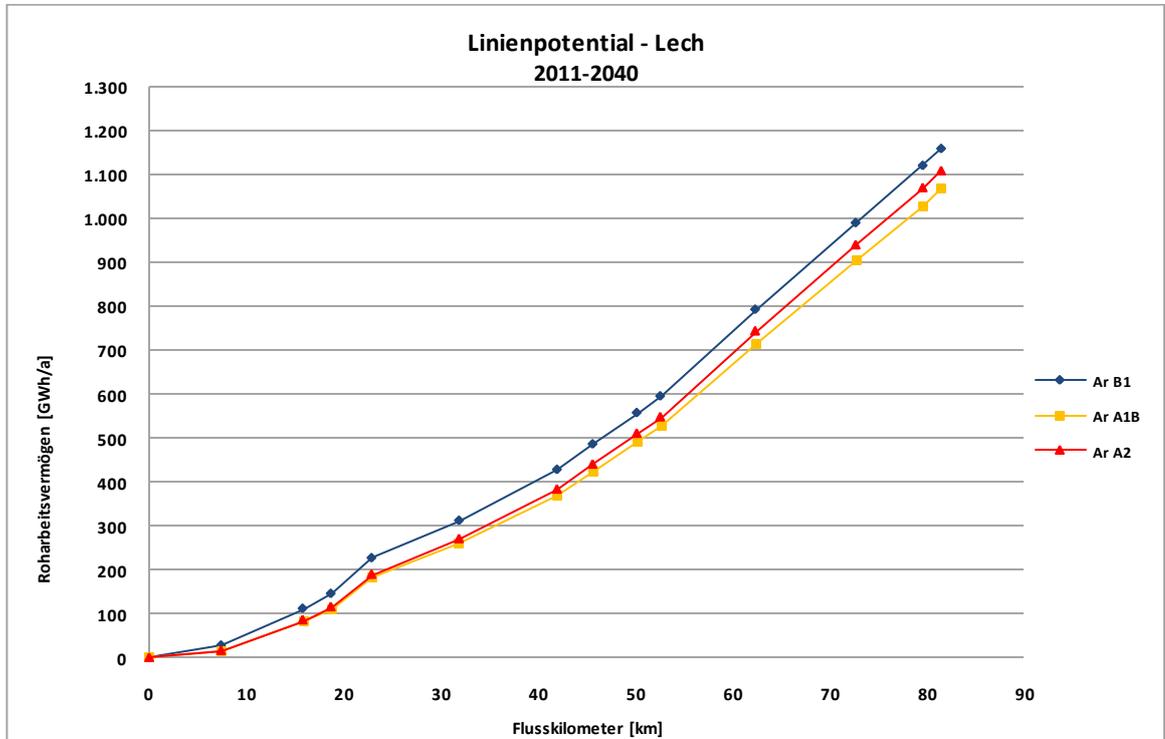


Abbildung 7.9 Linienpotential - Lech 2011-2040

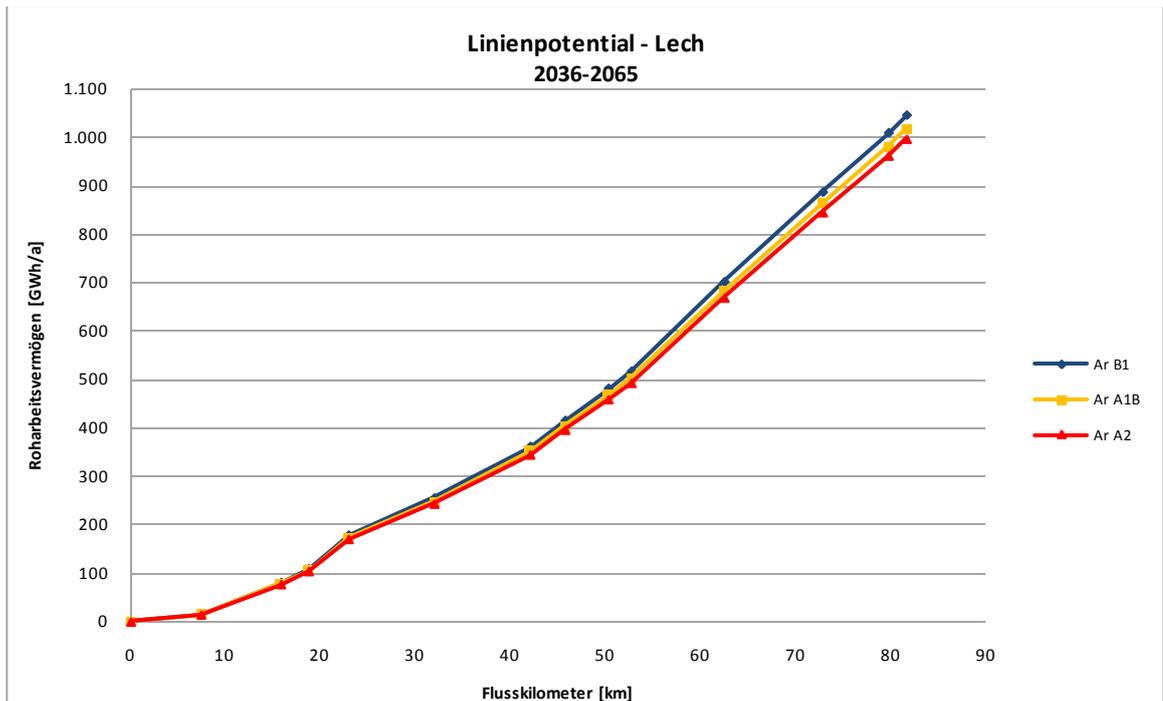


Abbildung 7.10 Linienpotential - Lech 2036-2065

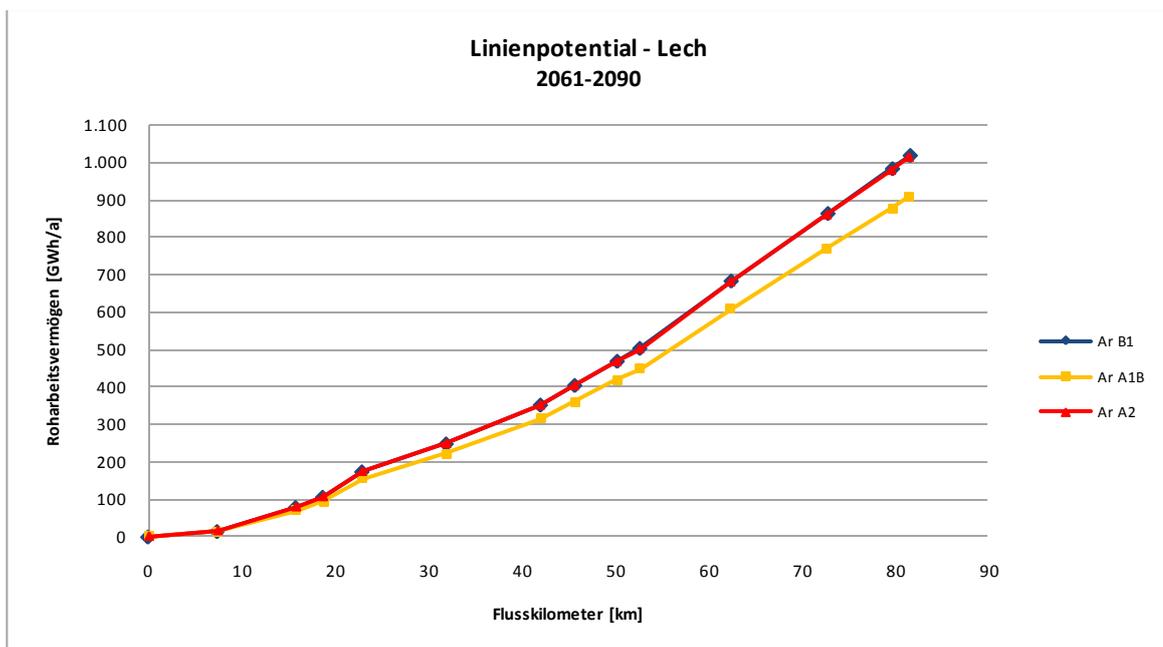


Abbildung 7.11 Linienpotential - Lech 2061-2090

Im Einzugsgebiet des Lech ist in der ersten Hälfte des Jahrhunderts ein Abflusanstieg in der Mittelwasserführung zu erwarten. Bei Betrachtung des Szenarios A1B fällt auf, dass hier gegen Ende des Jahrhunderts ein starker Rückgang des Oberflächenabflusses zu verzeichnen ist.

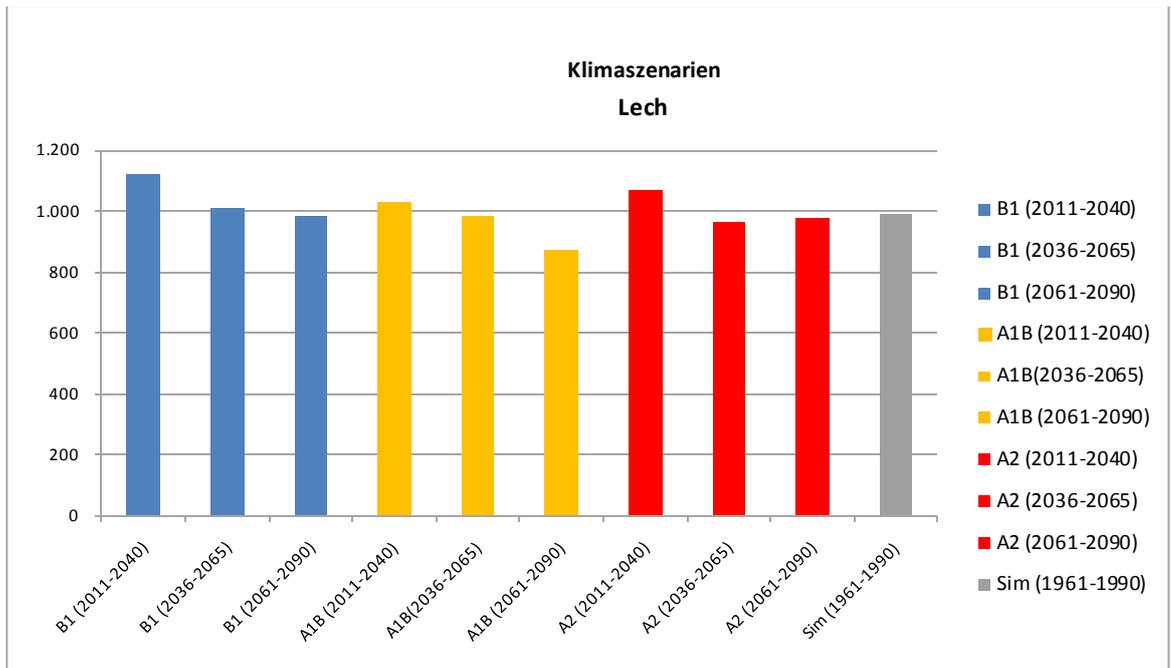


Abbildung 7.12 Veränderung des Lech-Linienpotentials in den Klimaszenarien

7.3.2 Schwechat

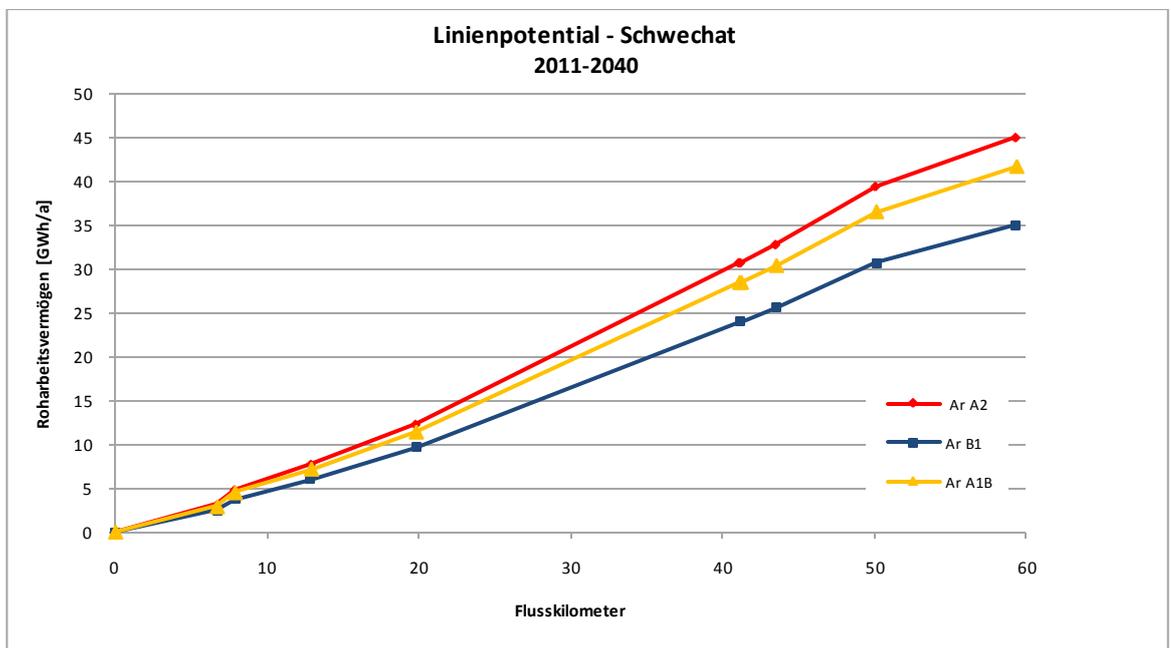


Abbildung 7.13 Linienpotential - Schwechat 2011-2040

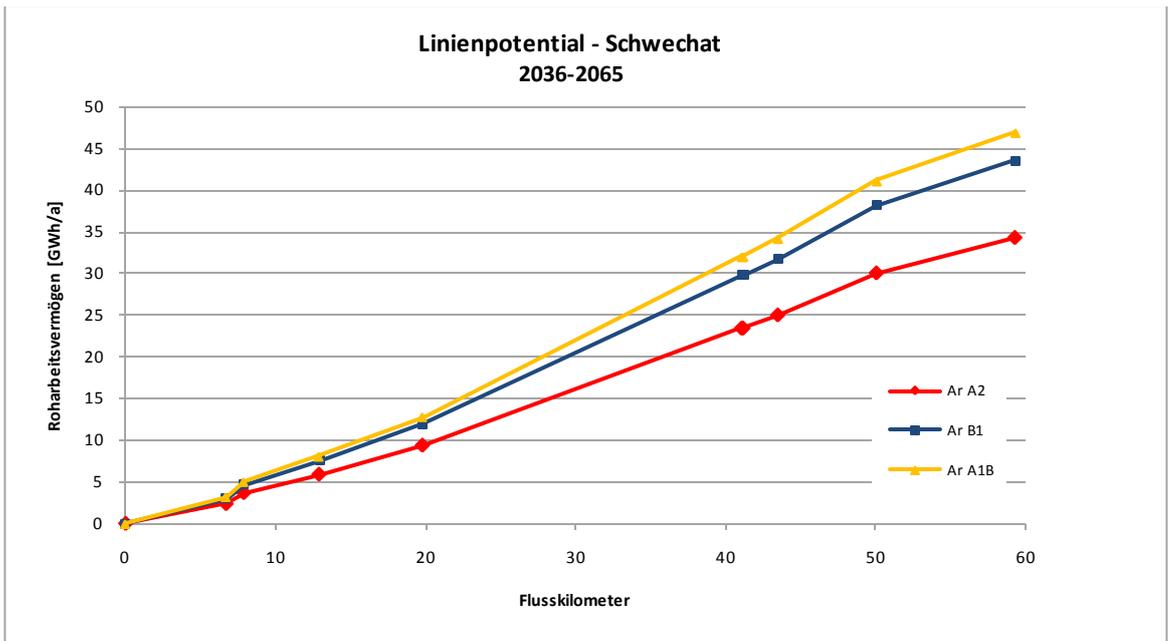


Abbildung 7.14 Linienpotential - Schwechat 2036-2065

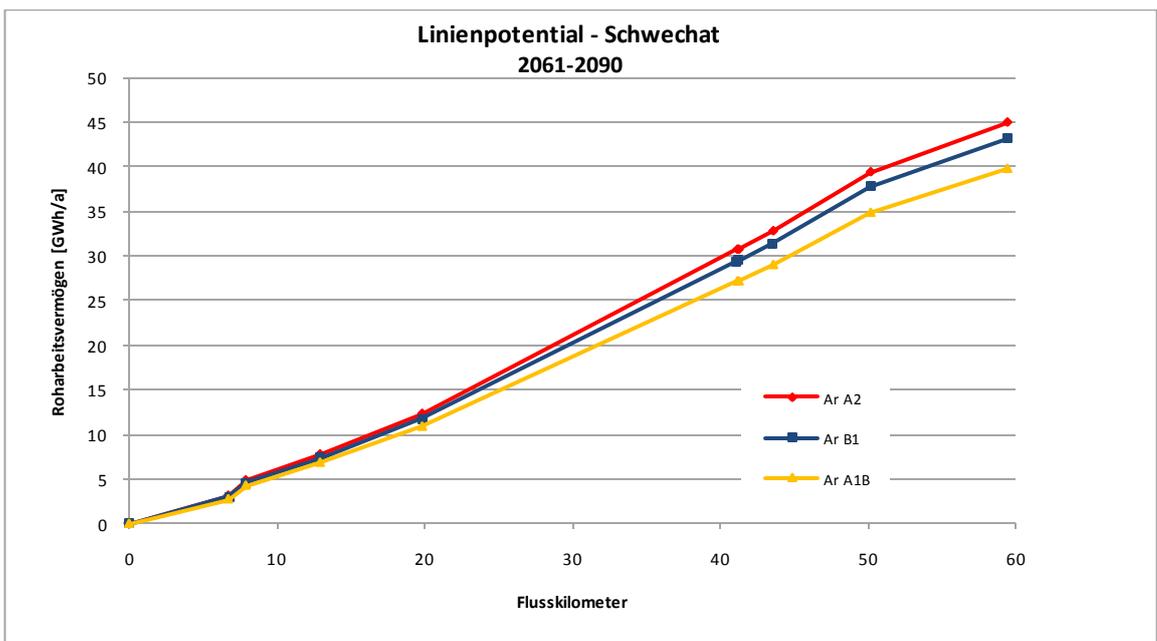


Abbildung 7.15 Linienpotential - Schwechat 2061-2090

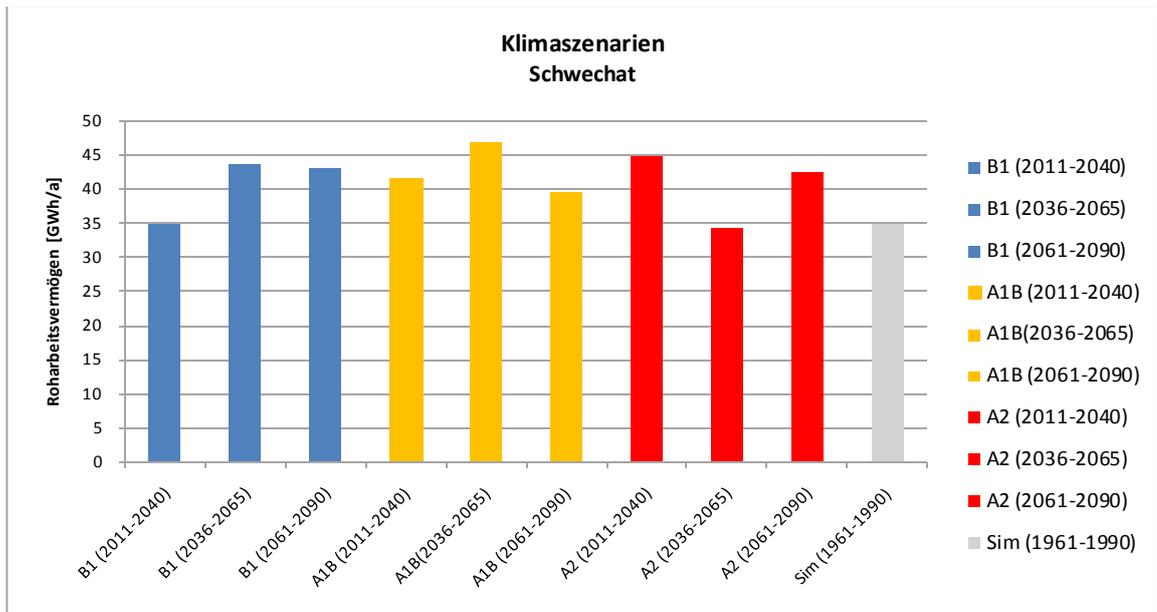


Abbildung 7.16 Veränderung des Linienpotentials der Schwechat in den Klimaszenarien

Betrachtet man den Verlauf der Klimaszenarien im Einzugsgebiet der Schwechat so wird deutlich, dass, abgesehen vom Szenario A2, welches in der Zeitreihe 2036-2065 zu einer geringen Abflussabnahme führt, sich ein eher gleichbleibender Abfluss einstellt. In Abbildung 7.16 soll dieser Verlauf aufgezeigt werden, der graue Balken entspricht dem Abflusslinienpotential der modellierten Zeitreihe 1961-1990, welche hier nicht für die Interpretation herangezogen wird. Dies liegt daran, dass die prognostizierten Niederschläge um 2000 aus REMO UBA deutlich über den Relationen der simulierten Zeitreihe liegen, siehe Abbildung 4.4.

8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

8.1 Vorgangsweise zur Schätzung des Linienpotentials

Folgende Grundsätze können für die Vorgehensweise herangezogen werden:

- Berücksichtigung von jedem Mündungsbereich größerer Zubringer (Definition eines Schwellenwertes, -möglicherweise $MQ > 1 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Graphische Darstellung des Längensprofils um Knickpunkte in der Topographie zu erkennen
- Wahl geeigneter Abflussspenden unter Abgleich mit gemessenen Pegelwerten
- Darstellung der Mittelwasserlinie, Potentialermittlungspunkte sind jedenfalls bei größeren Zubringern zu setzen
- Gegenüberstellung des Längenschnittes mit der Mittelwasserlinie, liegen ausgeprägte Geländeknickpunkte zwischen Einmündungsbereichen vor, so ist ein zusätzlicher Potentialermittlungspunkt zu interpolieren

8.1.1 Hydrologischer Atlas Österreichs als Grundlage für die Potentialschätzung

Erfolgt die Schätzung auf der Grundlage des Hydrologischen Atlas Österreichs, so ist es ohne unverhältnismäßigem Mehraufwand möglich, das Abflusslinienpotential an allen im HAÖ erfassten Mündungsbereichen der Seitenzubringer zu erfassen. Die in der Wasserbilanz des HAÖ ausgewiesenen Teileinzugsgebietsflächen und mittleren jährlichen Abflusshöhen, erlauben eine Errechnung der Abflussspenden, bzw. eine Rückrechnung der Mittelwasserführung für das gesamte Einzugsgebiet.

Die gute Übereinstimmung des Ansatzes der errechneten Mittelwasserführung im Abgleich mit den Ergebnissen aus dem Modell (siehe Kapitel 6.1.4) kann auf Beobachtungswerte sicher nicht in dieser Qualität übertragen werden. Die Verwendung von Längenschnitten macht es erforderlich, soweit keine genauen Koten in den Mündungsbereichen des Hauptvorfluters ausgewiesen sind, einen Abgleich der verwendeten Datengrundlagen zu erstellen. So ist es notwendig, die Länge des verwendeten Gewässernetzes mit dem Längenschnitt abzugleichen. Im Zuge der Arbeiten wurden unterschiedliche Datengrundlagen verglichen, und es musste

festgestellt werden, dass die Längen der Gewässerstrecken oftmals beachtlich voneinander abweichen. Es macht Sinn, das ausgewiesene Streckenende, d.h. die Einmündung in den nächstgrößeren Vorfluter, oder wie im Fall des Lechs, den Punkt der Staatsgrenze als Fixpunkt zu definieren um so die einzelnen Teilstrecken der beiden Grundlagen abzugleichen. Dies begründet sich darin, dass der Gewässerursprung selten einheitlich definiert ist, und meist hier die größte Abweichung zu verzeichnen ist, während die übrigen Teilstrecken zwischen den Mündungsbereichen relativ gut übereinstimmen.

Ein weiterer Vorteil dieser Vorgangsweise liegt darin, dass bei Unterteilung der Gewässer in Hauptvorfluter und Seitzubringer (wie weiter unten in Kapitel 8.1.2 beschrieben), in vielen Einzugsgebieten die Quelle noch nicht den Namen des Vorfluters trägt, und sich somit die Unschärfe des Ursprungs lediglich auf das ohnehin eher grob zu schätzende Potential der Seitzubringer auswirkt.

8.1.2 **Anwendung einer einheitlichen Methodik**

Ist als angedachtes Ziel eine österreichweite Darstellung des Linienpotentials definiert, so erfordert dies eine einheitliche Form der Errechnung in den einzelnen Flussgebieten. Dies betrifft sowohl die Berücksichtigung der Zwischeneinzugsgebiete, als auch die Art der Diskretisierung und die Definition des heranzuziehenden Flussabschnittes.

Wie in den Kapiteln 6.1.1 bzw. 6.1.2 erläutert, wurden für die Schwechat und den Lech unterschiedliche Ansätze bei der Potentialerrechnung verwendet. So wurde an der Schwechat der Zufluss aus den Zwischeneinzugsgebieten vernachlässigt, während er am Lech mit $0,5 \cdot ZMQ$ berücksichtigt wurde.

Auch der Diskretisierungsansatz sollte in einheitlicher Qualität erfolgen, da gerade hier eine große Bandbreite an Möglichkeiten besteht. Ein sehr einfacher Ansatz der Untergliederung in Potentialermittlungsstrecken besteht in der Ausweisung des Potentials an vorhandenen Pegelmessstellen, da hier Koten und Abflusswerte bereits bekannt sind, und keine zusätzlichen Aufwände zur Beschaffung bzw. Errechnung dieser oftmals sehr zeitintensiv herzustellenden Informationen zu tätigen sind. Dieser Ansatz wurde in Schiller bzw. Pöyry (Fuchs, 2010) überwiegend herangezogen.

Die Definition der heranzuziehenden Flussabschnitte gestaltet die Ausweisung des Potentials aus den Seitenbächen transparenter. Auch hier sollen die unterschiedlichen Ansätze aus dem Wasserkraftkataster für die beiden Betrachtungsgebiete angeführt werden. Im Lecheinzugsgebiet erfolgt die Ermittlung vom Ursprung bis zur Einmündung der Vils, während an

der Schwechat nur jener Flussabschnitt für die Potentialermittlung herangezogen wurde, welcher auch den Namen des Vorfluters trägt. Die Unterschiede der diesbezüglich im Wasserkraftkataster herangezogenen Ansätze lassen sich einerseits durch die Tatsache argumentieren, dass in den Publikationen das Potential der Seitzubringer unberücksichtigt blieb, andererseits die Schwechat aufgrund der geringeren Durchfluss und Fallhöhenverhältnisse, in Relation zum Lech, ein deutlich geringeres Potential (ca. 1:8) in ihren Quellflüssen aufweist.

Eine Möglichkeit der Vereinheitlichung besteht im Heranziehen von Flussabschnitten welche bereits den Namen des Vorfluters tragen. Auch unter Verwendung des gesamten Flusslaufes sollte eine einheitliche Vorgangsweise gewählt werden: Münden, wie im Fall der Schwechat zwei Quellflüsse ineinander, so könnte das flächenmäßig größere Einzugsgebiet, oder jenes mit größerer Fallhöhe als Ursprungsflusslauf gewählt werden.

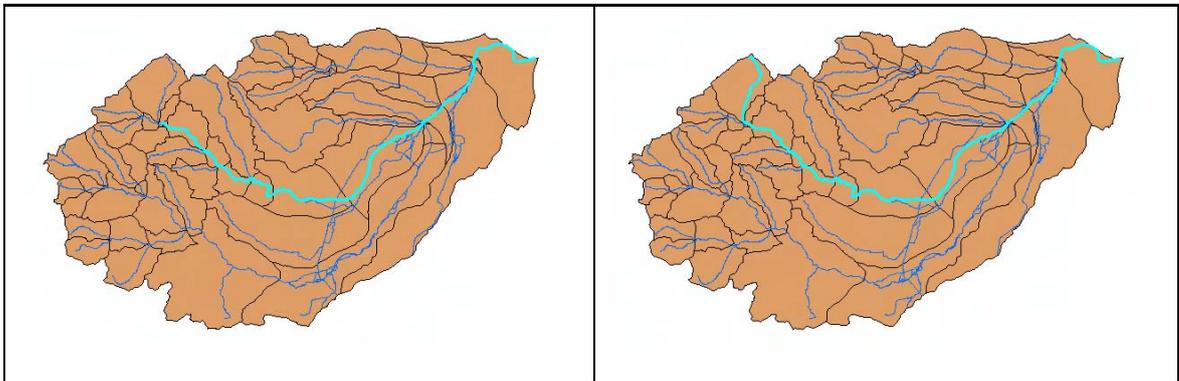


Abbildung 8.1 Mögliche Vorgehensweisen für die Wahl des Flusslaufes

In der oberen Darstellung sollen anhand des Einzugsgebietes der Schwechat die Möglichkeiten der Vereinheitlichung dargestellt werden. Die linke Abbildung zeigt den nomenklatorischen Flusslauf der Schwechat. Rechts wird der Gewässerlauf der Schwechat um jenen Quellfluss erweitert, welcher über das größere Einzugsgebiet verfügt.

8.2 Schätzung des Potentials der Seitzubringer

8.2.1 Topographie

Wie bereits in Kapitel 6.3.2 veranschaulicht, gibt es unterschiedliche Ansätze das Potential der Seitzubringer zu schätzen. Die angeführten Ausführungen beschäftigen sich mit dem Ansatz der linearen Vereinfachung und dessen Auswirkung auf das geschätzte Potential. In beiden Betrachtungsgebieten konnte festgestellt werden, dass der lineare Ansatz zu einer Überschätzung des Geopotentials führt. Je genauer ein Gebiet für die Potentialermittlung

unterteilt wird, umso besser wird die Schätzung dem vorhandenen Geopotential gerecht. In der Arbeit wurde der lineare Ansatz einer Potentialanalyse mit 5 bzw. 10 äquidistanten Berechnungsabschnitten in den Zubringern gegenübergestellt.

Tabelle 12 Unschärfe der linearen Vereinfachung in den Seitenzubringern

Methode	Überschätzung %	
	Ar_lin/ Ar_5	Ar_lin/ Ar_10
Lech	10	10,5
Schwechat	26	24

In der Tabelle soll das Ausmaß der Überschätzung in den Betrachtungsgebieten illustriert werden. In beiden Gebieten führt die lineare Vereinfachung zu einer deutlichen Überschätzung, jedoch ist die relative Überschätzung an der Schwechat um den Faktor 2,6 bzw. 2,3 höher als beim Lech. Dies erklärt sich dadurch, dass die Bäche dort im oberen Drittel ein, im Verhältnis zum Lech, deutlich höheres Gefälle aufweisen als im Unteren. Die erhaltenen Ergebnisse aus den zwei untersuchten Einzugsgebieten lassen sicher keine pauschale Aussage für die übrigen Einzugsgebiete des gesamten Bundesgebietes zu, liefern aber einen klaren Hinweis auf eine Überschätzung des Potentials unter Anwendung der linearen Vereinfachung.

Unterschätzungen sind am ehesten in Gebirgseinzugsgebieten zu erwarten, beispielsweise langgezogene subalpine Täler mit Ausbildung von Gebirgsmäandern und nachfolgenden steil abstürzenden Bachlauf mit Mündung in den Vorfluter. Dieser Absturz muss allerdings auf sehr kurzer Distanz und unter beachtlichen Höhenverlust erfolgen. Am Beispiel des Schwarzwasserbaches soll der Hang zur Überschätzung abschließend vergegenwärtigt werden. Hier stehen unter Anwendung von 5 Diskretisierungsschritten, in den auf den letzten 15 % der Fließstrecke, 80% des Durchflusses über 156 m Fallhöhe, was 30 % der Gesamtfallhöhe entspricht, zur Verfügung. Dennoch führt hier die Anwendung der linearen Vereinfachung zu einer Überschätzung des Potentials.

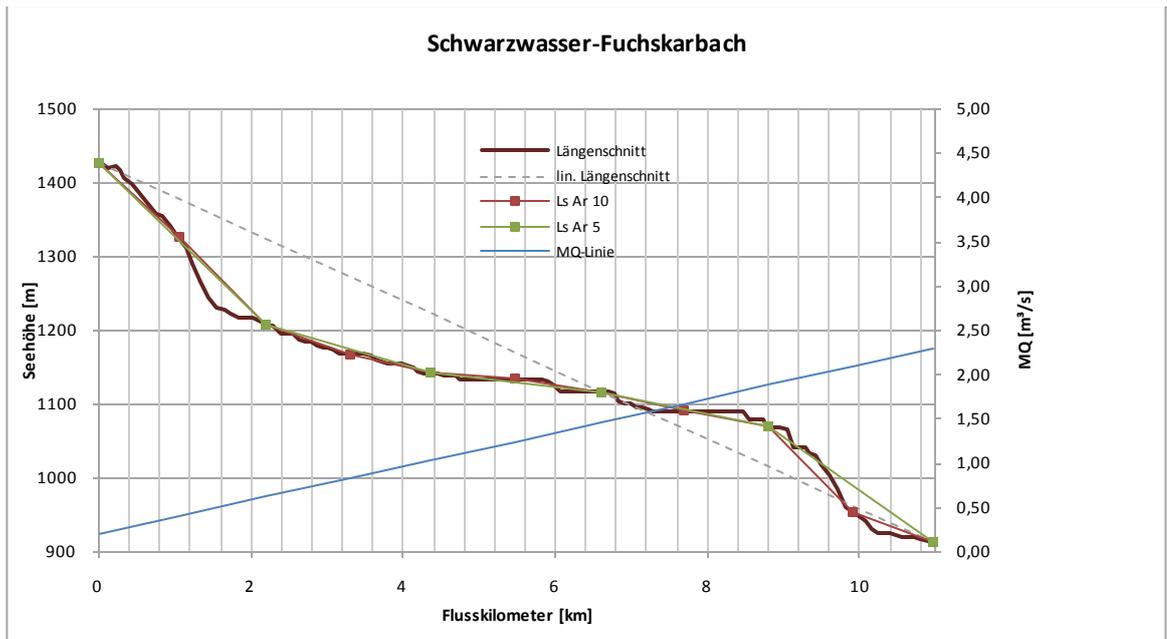


Abbildung 8.2 Geopotentialverhältnisse und linear vereinfachte Mittelwasserführung am Schwarzwasserbach

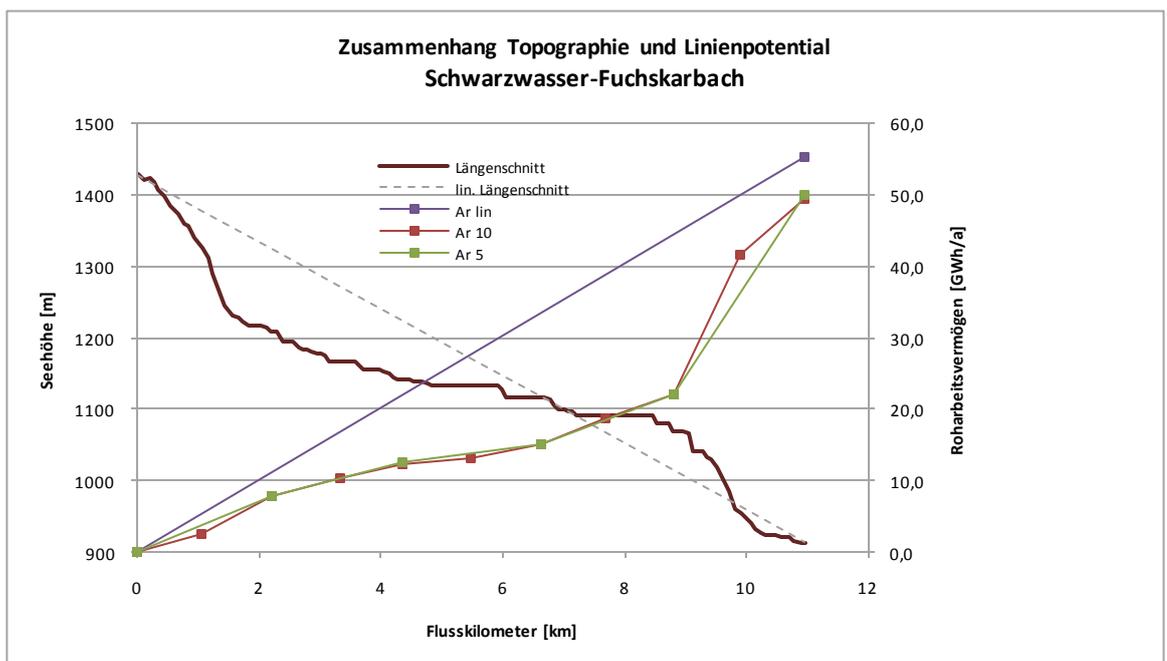


Abbildung 8.3 Überschätzung des Linienpotentials unter linearer Vereinfachung am Schwarzwasserbach

Alle Darstellungen und Berechnungen in den Seitenzubringern beziehen sich primär auf die vorhandene Topographie. So können die getroffenen Aussagen auch nur im Hinblick auf die Schätzung des Geopotentials getätigt werden.

Unter Anwendung einer einfachen Profilerstellung (ohne Verwendung der ArcHydro Tools) kann so, mit relativ geringem Aufwand die Topographie ausreichend nachgebildet werden. Die Kenntnis der topographischen Verhältnisse ermöglicht eine überschlägige Potentialermittlung

mit 5 oder 10 Potentialemittlungspunkten, wie in Kapitel 6.3 dargestellt. Dadurch ist es möglich, mittels der Nachbildung des Geopotentials Korrekturfaktoren auszuweisen, welche für jeden Zubringer beispielsweise direkt am linear ermittelten Potential angesetzt werden.

Tatsächlich kommt aber für die Ermittlung des Abflusslinienpotentials noch die Betrachtung der Mittelwasserführung über die Flusskilometer zum Tragen, welcher hier in den Nebenbächen ein linearer Anstieg unterstellt wurde.

8.2.2 Entwässerungsverhältnisse in den Seitenbächen

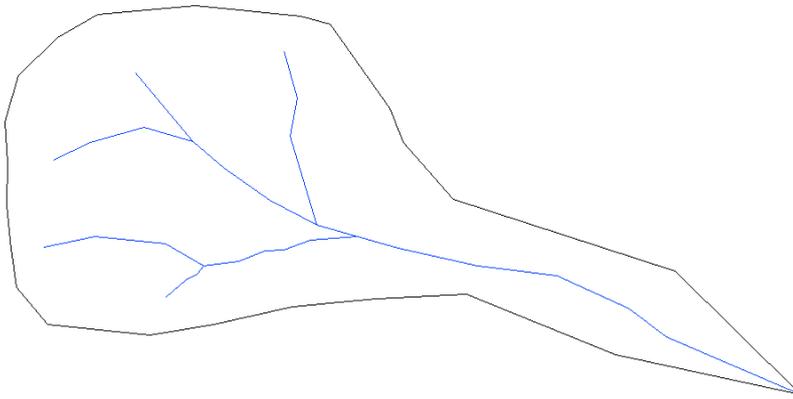
Da alle Berechnungen in den Seiteneinzugsgebieten unter der Vereinfachung des linearen Abflussanstiegs erfolgten, sei abschließend darauf hingewiesen, dass auch diesem Ansatz eine Fehlerhaftigkeit zugrunde liegt.

Die Abbildung der tatsächlichen Verhältnisse, bzgl. des Anstiegs der Mittelwasserlinie, gestaltet sich vor allem in den Einzugsgebieten $< 10 \text{ km}^2$ sehr schwierig, da meist keine Beobachtungspegel zu Verfügung stehen. Mit der vorliegenden Datengrundlage muss daher eine vereinfachte Annäherung erfolgen.

Kommt der Großteil des Gesamtabflusses aus den oberen Arealen des Einzugsgebietes zustande, so führt die linear steigende Mittelwasserführung zu einer Unterschätzung. Befindet sich die Mehrheit der Zubringer im unteren Bereich des Einzugsgebietes so überschätzt der lineare Ansatz der Mittelwasserführung die vorherrschende Situation.

Auch hier erlaubt die Beschaffenheit des Einzugsgebietes eine grobe Untergliederung in drei unterschiedliche Charakteristika des Abflussanstiegs. Diese Gegebenheiten könnten beispielsweise eine nachfolgende Korrektur direkt am errechneten Linienpotential unter Verwendung eines entsprechenden Faktors zulassen.

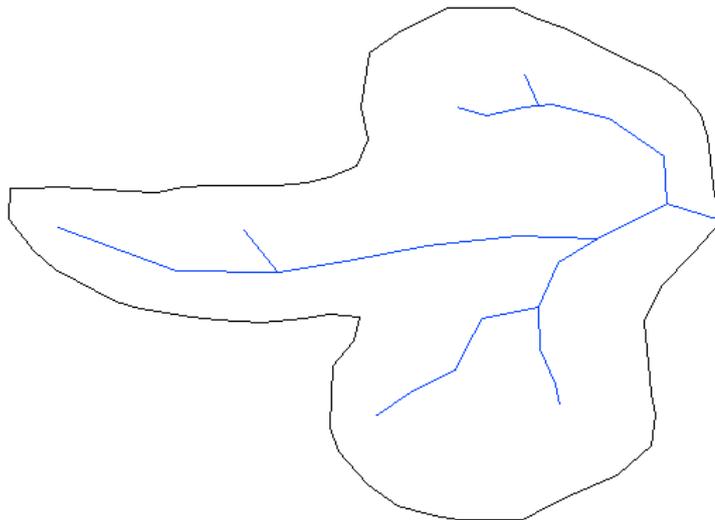
a.) Oberlaufastiger Zufluss:



$$Ar_{\text{korr}} = Ar_{\text{lin}} * \kappa$$
$$\kappa > 1$$

Abbildung 8.4: Einzugsgebiet mit oberlaufastigem Zufluss

b.) Unterlaufastiger Zufluss:



$$Ar_{\text{korr}} = Ar_{\text{lin}} * \kappa$$
$$\kappa < 1$$

Abbildung 8.5: Einzugsgebiet mit unterlaufastigem Zufluss

c.) Konstanter Zufluss:

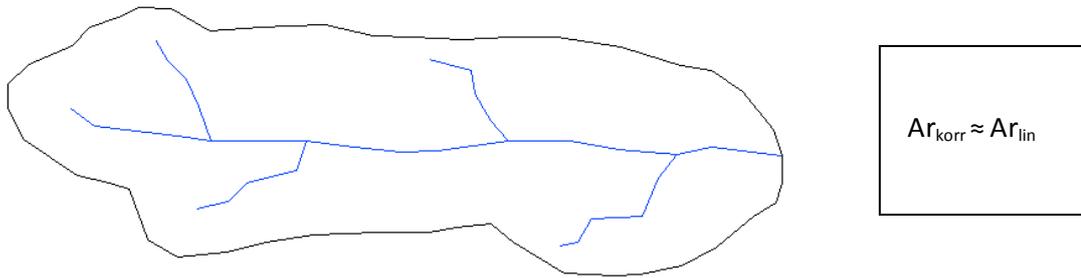


Abbildung 8.6: Einzugsgebiet mit konstantem Zufluss

Unter Ansatz eines entsprechenden Korrekturfaktors könnten die

Unter Anwendung eines entsprechenden Korrekturfaktors die in den obenstehenden Abbildung angeführte Untergliederung eine Grundlage um dem Anstieg der Mittelwasserführung besser Rechnung tragen zu können.

Nachfolgend werden zwei Beispiele aus den Bearbeitungsgebieten, mit Hilfe des HAÖ und des Bundesgewässernetzes dargestellt, um den Ansatz zu veranschaulichen.

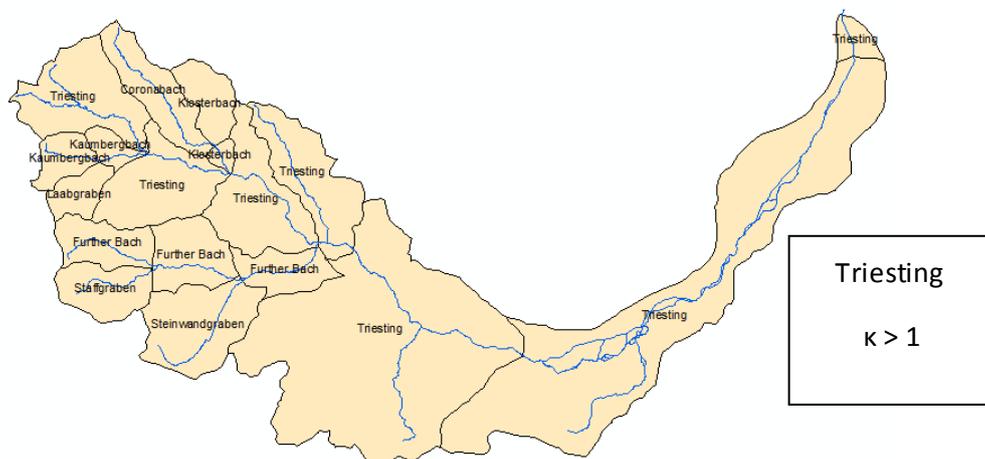


Abbildung 8.7: Oberlaufastige Zuflussverhältnisse an der Triesting

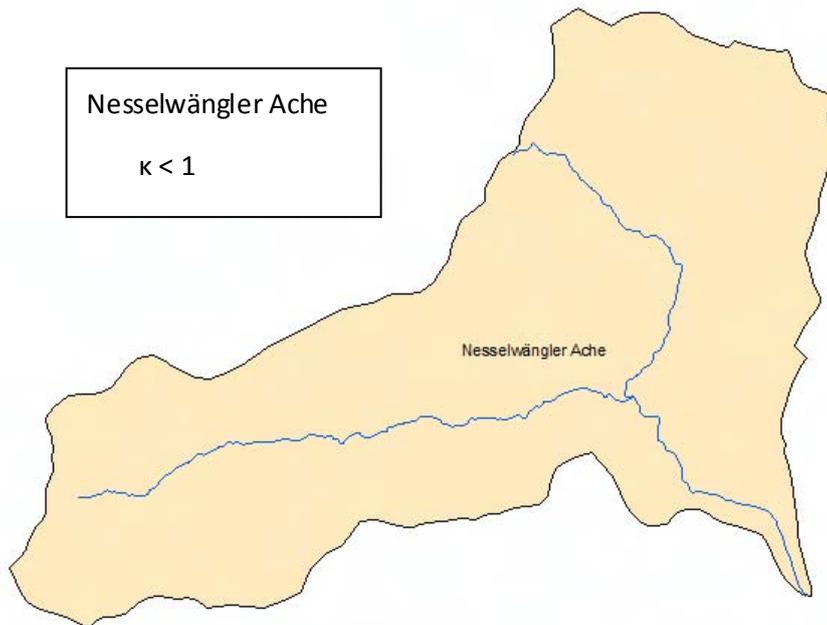


Abbildung 8.8: Unterlaufastige Zuflussverhältnisse an der Nesselwängler Ache

Bei Betrachtung der beiden Bearbeitungsgebiete wurde deutlich, dass die Mehrheit der Einzugsgebiete zu den Formen a.) bzw. b.) neigt.

Die Auflösung des Gewässernetzes ist bei Verwendung von HAÖ bzw. BGN eher grob, sodass kleinere Seitenbäche nicht dargestellt werden. Als Abhilfe könnte hier die ÖK 50 dienen, welche deutlich mehr Gewässerläufe darstellt als die verwendeten Gewässernetze. Außerdem kann mittels dem Verlauf der Höhenschichtlinien die Entwässerungscharakteristik rekonstruiert werden.

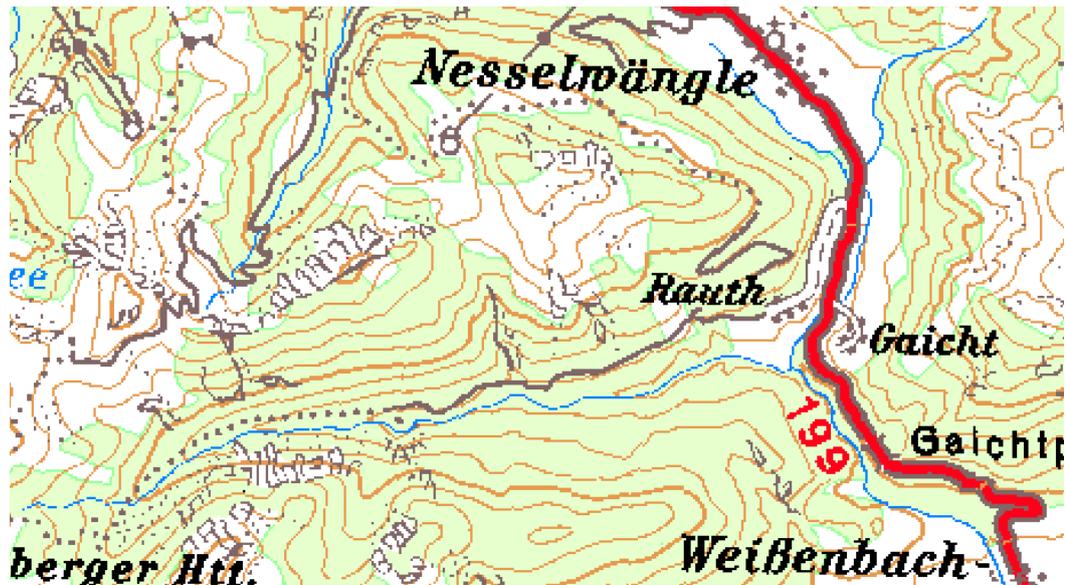


Abbildung 8.9 Ausschnitt aus ÖK 50 – Nesselwängler Ache

Unter Verwendung der ÖK 50 lassen sich Relief und Einmündungsverhältnisse sehr gut nachvollziehen. Um eine Korrektur durchzuführen, müssten die Distanzen der Einmündungen zum Entwässerungspunkt abgegriffen und mit dem Abfluss in Beziehung gestellt werden.

Fazit:

- Die Mehrheit der herangezogenen Seitenbäche neigen zu oberlaufflastigem Zufluss
- Die der meisten Seitenbäche neigen zu einer Überschätzung des Geopotentials
- Erst eine quantitative Gegenüberstellung dieser beiden Erkenntnisse, kann Qualität der linearen Vereinfachung endgültig bewerten

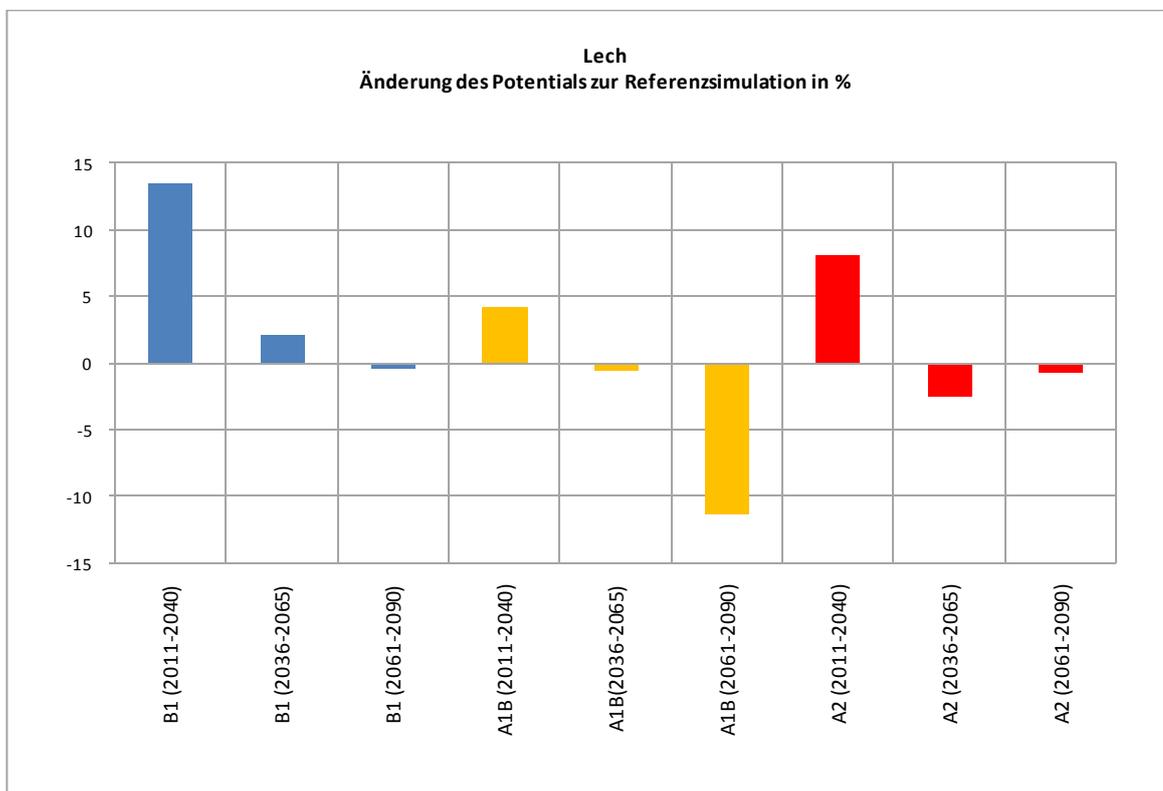
Zusammenfassend sei also erwähnt, dass sich sowohl Topographie, als auch die Mittelwasserführung unter Annäherung der örtlichen Gegebenheiten vereinfacht Rechnung getragen werden kann, dies ist allerdings mit einem entsprechenden zeitlichen bzw. finanziellen Mehraufwand verbunden. Somit ist, gewichtet am Ziel des definierten Projektes, zu entscheiden ob es im Verhältnis steht diesen Ansätzen nachzukommen.

8.3 Entwicklung des Linienpotentials in den Klimaszenarien

Die im folgenden dargestellten Änderungen des Potentials werden auf die simulierte Reihe 1961-1990 bezogen, wie bereits in Kap. 7.3.2 erläutert, können diese Darstellungen aber nicht ohne Weiters als Entwicklung aus einem Ausgangsniveau interpretiert werden. Der Grund liegt darin, dass das Signal des Niederschlags aus den Modellen um die Jahrtausendwende (siehe Abbildung 4.4) deutlich über den Abflüssen der simulierte Reihe liegt.

8.3.1 Lech

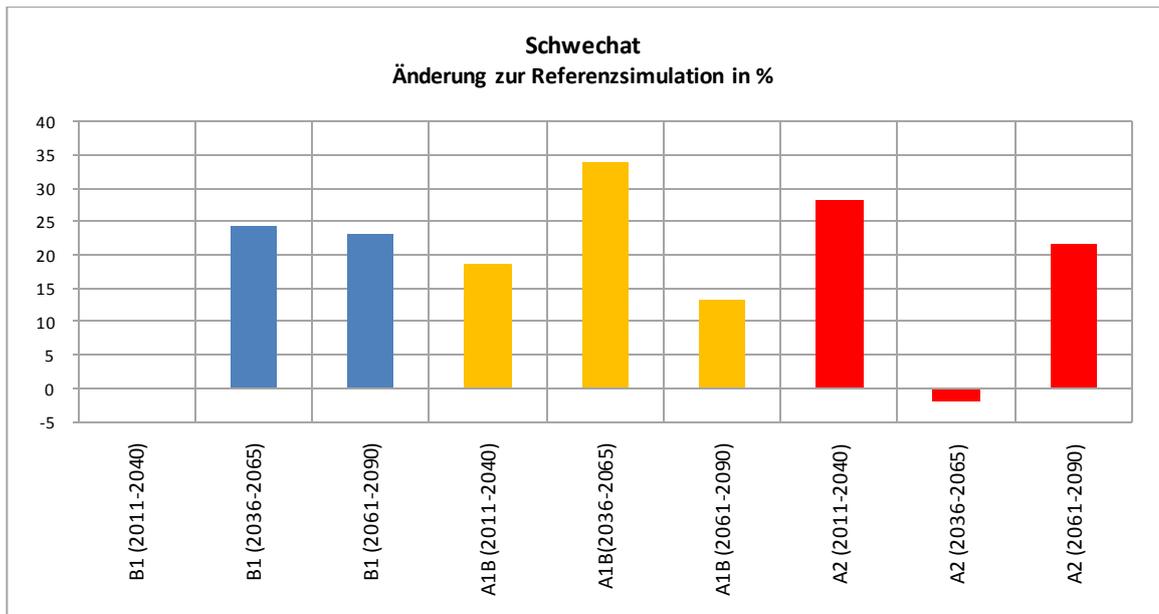
In der folgenden Darstellung soll die Änderung des Linienpotentials in den simulierten Zeitreihen und den drei Szenarien veranschaulicht werden. Die Entwicklung wird prozentual zur simulierten Referenzreihe 1961-1990 dargestellt.



Bei Betrachtung der Entwicklung kann ein genereller Rückgang des Potentials festgestellt werden. Im A2-Szenario entsteht die stärkste Abnahme in der Periode 2036-2065, in den beiden anderen Szenarien ist der größte Rückgang in der Reihe 2061-2090 zu verzeichnen. Die stärkste Abweichung der Referenzperiode tritt in A1B der Reihe 2011-2040 auf, und hat ein Ausmaß von 13,5%.

8.3.2 Schwechat

Verglichen mit der Entwicklung im Einzugsgebiet des Lech wird an der Schwechat ein anderes Bild deutlich. Bei Betrachtung des untenstehenden Diagramms, kann eine generelle Zunahme des Potentials in den Szenarien herausgelesen werden. Auch die Sensitivität ist an der Schwechat deutlich größer, so tritt in A1B der Zeitreihe 2036-2065 eine Zunahme um 34 %, verglichen mit der Referenzsimulation auf.



Zusätzlich ist auf die starke Variabilität der Szenarien hinzuweisen, während beim Lech besonders in den ersten beiden Zeitreihen gleiche Signale abzulesen sind, führen die Entwicklungen im Einzugsgebiet der Schwechat zu unterschiedlichen Resultaten. Besonders auffällig ist der Vergleich von A1B mit A2 unter Betrachtung der Periode 2036-2065. Betrachtet man sämtliche Zeitreihen und Szenarien, so weist A2 hier den stärksten Rückgang auf und A1B den stärksten Anstieg, während B1 in 2011-2040 praktisch keine Veränderung erfährt.

8.4 Datengrundlagen zur Erstellung von Längenschnitten

Die mit Hilfe von GIS erstellten Längenschnitte führen, wie in Kapitel 6.2 erläutert, zu mangelhaften Ergebnissen. Um eine gute Schätzung des Linienpotentials zu gewährleisten, ist eine gute Datengrundlage bezüglich der Höhenkoten erforderlich. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass zumindest für die Hauptvorfluter detaillierte Höheninformationen vorhanden sein müssen. Diese liegen allerdings in zahlreichen, voneinander unabhängigen Einzelprojekten in unterschiedlichen Institutionen auf.

8.4.1 Landesregierungen als Datenquelle

Um mögliche weiterführende Arbeiten zu erleichtern, wurden drei Bundesländer ausgewählt, um die vorhandene Datensituation für die Erstellung von Längenschnitten zu prüfen.

Kärnten

Hier konnte in Erfahrung gebracht werden, dass die erhobenen Daten mit Sicherheit eine detailgetreue Erstellung eines Längenschnittes der Drau erlauben, diese aber nicht geschlossen in einer Datenbank vorliegen. Es handelt sich um projektspezifische Datenfragmente welche zu einem beträchtlichen Teil von den beauftragten Planungsbüros angefordert werden müssten. Zumindest für die Drau müssten laut Kärntner Landesregierung aber analoge Daten aus den 1990ern lückenlos aufliegen. Eine digitalisierte Form der Höheninformationen ist vorgesehen und bereits teilweise in Arbeit.

Salzburg

Das Amt der Salzburger Landesregierung zeigte sich äußerst kooperativ. Es liegen hier Koteninformationen für die Salzach und ihre größeren Zubringer auf. Nach konkreter Formulierung der gewünschten Flussabschnitte, kann eine detaillierte Übermittlung der Längenschnitte in Excel-Format erfolgen. In einigen Ausnahmestrecken, beispielsweise im Bereich von bestehenden Wasserkraftanlagen ist mit Datenlücken zu rechnen. Diese können aber im diesem Fall, durch in Kontakt treten mit dem Betreiber höchstwahrscheinlich geschlossen werden.

Die Basis dieser Daten liefern Aufnahmeprofile, welche zahlreich im gesamten Bundesland erstellt wurden. Als Grundlage für die Längenschnitte kann hier um Filterung des jeweils den tiefsten Profilpunktes gebeten werden. Dies liefert sicher ein besseres zu Ergebnis als die

Aufnahmewasserspiegel, da die Sohle deutlich geringeren zeitlichen Schwankungen ausgesetzt ist als der Wasserspiegel.

Niederösterreich:

Auch hier sind, wie in Kärnten keine geschlossenen Datenbanken mit Koteninformationen vorhanden. Die Daten müssten ebenfalls aus zahlreichen Einzelprojekten entnommen und aufbereitet werden.

8.4.2 Gebietsbauleitungen der Wildbach und Lawinenverbauung

Die Idee bestand darin, dass in den zahlreichen Projekten der Wildbach und Lawinenverbauung, auch mehrheitlich die Koten im Einmündungsbereich der größeren Seitenbäche aufliegen müssten. Bei Kontaktaufnahme mit der Gebietsbauleitung Lungau konnte, durch die erwähnenswerte Hilfsbereitschaft, die Art und das Ausmaß der zu erwartenden Koten in Erfahrung gebracht werden. Grundlegend ist zu vermerken, dass Koten jedenfalls für die Einmündungsbereiche größerer Murzubringer (Taurach, Lonka, Zederhauserbach...) vorhanden sein müssten. Allerdings wurden bis vor wenigen Jahren keine Festpunkte in die Vermessungen eingeschlossen, und die Seehöhe mittels Barometer bestimmt. Da der Schwankungsbereich solcher Messungen einer großen Amplitude unterliegt, kann auf dieser Basis sicher kein zufriedenstellendes Ergebnis bei der Erstellung eines Längenschnittes erwartet werden. Auch die Tatsache, dass die Mehrheit der größeren Wildbachprojekte in Österreich längere Zeit zurückliegt, lässt nur vereinzelt auf Informationen hoffen. Diese Feststellung kann auch auf die anderen Gebietsbauleitungen Österreichs übertragen werden.

8.4.3 Weitere Datenquellen

Zusätzlich zu den oben angeführten Institutionen wurde das Lebensministerium als Datenbasis in Erwägung gezogen. Einerseits erfolgte eine Erfassung bestehender Querbauwerke an heimischen Fließgewässern, andererseits wurden in HORA (Hochwasserrisikozone Austria) Überflutungsflächen ausgewiesen.

Die Aufnahme der Querbauwerke erfolgte nur lagemäßig. Um die Ausweisung der Überflutungsflächen zu ermöglichen, müssten dem HORA - Projekt allerdings Höhenkoten zugrunde liegen.

Somit ist festzustellen, dass sich der Erhalt zusätzlicher Koteninformationen schwierig darstellt. Ziel wäre eine einheitliche Grundlage für ganz Österreich, welche unter Umständen HORA

entnommen werden könnte. Aber auch die Zusammenfügung unterschiedlicher Informationen (Koten der Messpegel, Daten aus vorhandenen Projekten) könnten eine brauchbare Grundlage schaffen bzw. Interpolation ermöglichen.

Auch der Hinweis der Landesregierungen auf bereits erfolgte Laserscans, deren Auswertung für die Erstellung von Längenschnitten in den Fließgewässern herangezogen wird, lassen in naher Zukunft auf eine deutlich bessere Datenbasis hoffen.

8.5 *Schlusswort*

Das Linienpotential liefert ein gutes Instrument zur Darstellung der Potentialverhältnisse eines Fließgewässers. Um den natürlichen Gegebenheiten gut Rechnung tragen zu können, sei allerdings eine gute Datenbasis vorausgesetzt. Hier kommt vor allem der Qualität vorhandener Längenschnitte eine große Bedeutung zu, da diese die Fallhöhen in den Betrachtungsabschnitten definieren.

Auch eine einheitliche Vorgehensweise bei der Wahl der Betrachtungsabschnitte ist für einen transparenten Vergleich unterschiedlicher Einzugsgebiete von großer Bedeutung.

Die vorliegende Arbeit ist aber keinesfalls als Kritik an den bestehenden österreichischen Potentialstudien, welche sicher mit größtmöglicher Sorgfalt erarbeitet wurden, zu verstehen. Da aber keine der vorliegenden Studien GIS-basiert erfolgte, könnten die gewonnenen Erkenntnisse für zukünftige Projekte von Bedeutung sein.

9 Literaturverzeichnis

- BMLFUW (2007). Hydrographisches Jahrbuch Österreich, 115. Band, Wien
- BMLFUW (2008). Hydrographisches Jahrbuch Österreich, 116. Band, Wien
- Böhm (2008). in Broschüre "Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft",
BMLFUW & ÖWAV, Wien
- Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau (1958). Österreichischer
Wasserkraftkataster, Band Drau
- Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau (1956). Österreichischer
Wasserkraftkataster, Band Lech
- Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau (1948). Österreichischer
Wasserkraftkataster, Band Mur
- Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau (1956). Österreichischer
Wasserkraftkataster, Band Schwechat
- Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau (1952). Österreichischer
Wasserkraftkataster, Band Steyr
- Eder, G., Fuchs, M., Nachtnebel, H.-P. und Loibl, W. 2005. Semi-distributed modelling of the
monthly water balance in an alpine catchment. Hydrological Processes 19, 2339 - 2360
- Fuchs M. (August 2010). Mündliches Gespräch mit Erläuterung der Potentialstudie von Pöyry
- Fürst, J., Hörhan T. (2003). Digitaler Hydrologischer Atlas Österreichs (Software),
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
- Fürst, J. (2004). GIS in Hydrologie und Wasserwirtschaft. Heidelberg
- Kilian W., Müller F., Starlinger F. (1994). Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Forstliche
Bundesversuchsanstalt, Waldforschungszentrum
- Mader H., Steidl T., Wimmer R. (1996). Abflußregime österreichischer Fließgewässer. Monographien
Bd. 82, Umweltbundesamt, Wien
- Muhar S., Jungwirth M. (1996). Ausweisung flusstypspezifisch erhaltener Fließgewässerabschnitte in
Österreich. Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien
- Nachtnebel, H.P., Baumung, S., Lettl, W. (1993). Abflußprognosemodell für das Einzugsgebiet
der Enns und der Steyr (Handbuch). IWHW, BOKU, Wien.
- Nachtnebel, H.P., Hebenstreit, K., Diernhofer, W., Fuchs, M. 1999. Auswirkungen möglicher
Klimäänderungen auf die Wasserkraftnutzung in alpinen Einzugsgebieten. Österreichische
Wasser- und Abfallwirtschaft 51/9-10, 262-275

Nachtnebel H.P. (2010) KlimAdapt. Ableitung von prioritären Maßnahmen zur Adaption des Energiesystems an den Klimawandel.

Nachtnebel, H.P. und Fuchs, M. 2004. Beurteilung der hydrologischen Veränderungen in Österreich infolge globaler Klimaänderungen. Österreichische Wasser und Abfallwirtschaft 56/7-8, 79-92

Nasa (2011): ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer).

<http://www.asterweb.jpl.nasa.gov/>. März 2011

Nasa (2011): SRTM (Shuttle Radar Topographie Mission)

<http://www.jpl.nasa.gov/srtm>. März 2011

Umweltbundesamt (2010): "Berichtsgewässernetz des Bundes"

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/wasser/berichtsgewässernetz>

USACE (2009) HEC GeoHMS User's Manual Version 4.2

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Errechnetes Netto-Linienpotential in Schiller und Pöyry.....	18
Tabelle 2 Linienpotential des Lech aus dem Wasserkraftkataster.....	48
Tabelle 3 Linienpotential der Schwechat aus Wasserkraftkastaster.....	52
Tabelle 4 Abweichungen in den Mündungsbereichen der Triesting bzw. Mödlingbach inkl. Abflussspenden.....	57
Tabelle 5 Grundlage für die Rückrechnung.....	62
Tabelle 6 Eingangsdaten zur Überprüfung der errechneten Abflussspenden.....	62
Tabelle 7 Abweichungen des synthetischen Gewässerlaufs.....	77
Tabelle 8 Abflusslinienpotential des Lech für die simulierte Zeitreihe 1961-1990.....	112
Tabelle 9 Abflusslinienpotential der Schwechat für die simulierte Zeitreihe 1961-1990.....	114
Tabelle 10 Grundlage zur Ermittlung des Gebietsfaktors.....	115
Tabelle 11 Prüfung des errechneten Abflusses am Pegel Steeg.....	116
Tabelle 12 Unschärfe der linearen Vereinfachung in den Seitenzubringern.....	128

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1 Geographische Lage des Lech	4
Abbildung 3.2 Geologie des Lecheinzugsgebietes.....	4
Abbildung 3.3 Gemäßigt Nivales Regime, 1951-2007	6
Abbildung 3.4 Winternivales Regime, 1961-2007	6
Abbildung 3.5 mittlere jährliche Niederschlagshöhen [mm] im Lecheinzugsgebiet.....	7
Abbildung 3.6 mittlere Jahrestemperatur [°C] im Lecheinzugsgebiet	8
Abbildung 3.7 mittlere jährliche Verdunstung [mm] im Lecheinzugsgebiet	8
Abbildung 3.8 Geographische Lage der Schwechat.....	9
Abbildung 3.9 Geologie des Schwechateinzugsgebietes.....	10
Abbildung 3.10 Pluvio nivales Regime, winterstark, 1976-2007	11
Abbildung 3.11 Pluvio nivales Regime, winterstark, 1977-2007	11
Abbildung 3.12 mittlere jährliche Niederschlagshöhen [mm] im Schwechateinzugsgebiet	12
Abbildung 3.13 Jahresmitteltemperatur [°C] im Einzugsgebiet der Schwechat	13
Abbildung 3.14 mittlere jährliche Verdunstung [mm] im Einzugsgebiet der Schwechat)	13
Abbildung 4.1 Unterteilung der betrachteten Einzugsgebiete	17
Abbildung 4.2 Einteilung der Flussgebiete in KlimAdapt.....	19
Abbildung 4.3 Fachdaten des Berichtsgewässernetzes.....	21
Abbildung 4.4 Änderung des Niederschlags und der Temperatur im 21. Jahrhundert	23
Abbildung 4.5 Veränderung der mittleren Jahresabflusshöhe im Szenario A1B	25
Abbildung 4.6 Veränderung der mittleren Jahresabflusshöhe im Szenario A2,	26
Abbildung 4.7 Veränderung der mittleren Jahresabflusshöhe im Szenario B1,.....	27
Abbildung 4.8 Veränderung der mittleren Abflusshöhen in der Zeitreihe 2011-2040,	28
Abbildung 4.9 Veränderung der mittleren Abflusshöhen in der Zeitreihe 2036-2065,	29
Abbildung 4.10 Veränderung der mittleren Abflusshöhen in der Zeitreihe 2061-2090,	30
Abbildung 5.1 Schematische Darstellung eines Einzugsgebietes mit Zubringern, Zufluss aus Zwischeneinzugsgebieten und Potentialermittlungspunkten	32
Abbildung 5.2 MQ-Anstieg im Einzugsgebiet aus Abbildung 5.1	33
Abbildung 5.3 Raster des „mittleren jährlichen Gebietsniederschlags“ im Lecheinzugsgebiet,	35

Abbildung 5.4 mittlere Abflusshöhen der Einzugsgebiete	37
Abbildung 5.5 Mögliche Topographie eines Gebirgseinzugsgebietes.....	38
Abbildung 5.6 Linearisierung der topographischen Verhältnisse bei der Linienpotentialermittlung ..	38
Abbildung 5.7 Bereiche und Ausmaß der Unter bzw. Überschätzung der Geopotentials	39
Abbildung 5.8 Unterschied in der Anwendung von „Burn in“ und „Terrain Reconditioning“	40
Abbildung 5.9 Einfluss der Topographie auf den Schätzfehler unter linearer Vereinfachung der Gefälleverhältnisse	42
Abbildung 5.10 Linienpotentiale unter linearer Topographie und Abflusszunahme	44
Abbildung 6.1 Lecheinzugsgebiet mit Potentialermittlungspunkten aus dem Wasserkraftkataster ...	46
Abbildung 6.2 Energiewirtschaftlicher Längenschnitt des Lech auf Datenbasis des Wasserkraftkatasters	49
Abbildung 6.3 Einzugsgebiet der Schwechat mit Potentialermittlungspunkten aus WKK.....	50
Abbildung 6.4 Energiewirtschaftlicher Längenschnitt der Schwechat auf Datenbasis des Wasserkraftkatasters	53
Abbildung 6.5 Eingang unterschiedlicher Abflussspenden in die Linienpotentialerrechnung	54
Abbildung 6.6 Relative Abweichungen der errechneten Abflussspenden q von jenen des Wasserkraftkatasters	55
Abbildung 6.7 Gebietsfaktoren aus h_A und GNS im Lecheinzugsgebiet	56
Abbildung 6.8 Gegenüberstellung der ermittelten Abflussspenden	59
Abbildung 6.9 Errechnete Mittelwasserlinien für die Zeitreihe 1934–1943	60
Abbildung 6.10: Schematische Darstellung der herangezogenen Pegel und Einmündungsverhältnisse.....	62
Abbildung 6.11 Vergleich der aktuellen Ganglinie mit dem Mittelwasserabfluss aus dem WKK	64
Abbildung 6.12 Qualitative Abweichungen der errechneten Längenschnitte vom Längenschnitt aus WKK.....	66
Abbildung 6.13: Abschnitte mit negativem Gefälle unter Verwendung unterschiedlicher Geländemodelle und dem Gewässernetz aus HAÖ.....	67
Abbildung 6.14 Unterschiedliche Linienführung der beiden verwendeten Gewässernetze	68
Abbildung 6.15 Gegenüberstellung der errechneten Längenschnitte aus BGN und Gewässernetz aus HAÖ.....	68

Abbildung 6.16: Ausweisung negativer Gefälle (hellblau) bei Verwendung unterschiedlicher Gewässernetze als Datenbasis.....	69
Abbildung 6.17 Betrachter Flussabschnitt an der Steyr.....	70
Abbildung 6.18: Abweichung des im GIS errechneten Längenschnittes von jenem aus dem Wasserkraftkataster an der Steyr.....	71
Abbildung 6.19 Einzugsgebiet der oberen Drau mit der analysierten Fließstrecke in blau	72
Abbildung 6.20 Abweichung des erzeugten Längenschnittes an der oberen Drau.....	72
Abbildung 6.21 Obere Mur von Mündung Zederhausbach bis Mündung Vordernberger Bach	74
Abbildung 6.22 Abweichung des erzeugten Längenschnittes an der oberen Mur.....	75
Abbildung 6.23 Fehler in der Linienführung der Schwechat.....	76
Abbildung 6.24 Abweichungen des erzeugten Längenschnittes an der Schwechat.....	76
Abbildung 6.25 Abweichungen im Gewässergrundriss der Schwechat	77
Abbildung 6.26 Auswirkungen unterschiedlicher Diskretisierung auf das Linienpotential	80
Abbildung 6.27 Überschätzung des Geopotentials bei unterschiedlicher Diskretisierung.....	81
Abbildung 6.28 Abweichung des Linienpotentials am Lech in Abhängigkeit der Diskretisierung	82
Abbildung 6.29 Geopotential Alpenschonerbach.....	83
Abbildung 6.30 Linienpotential Alpenschonerbach.....	83
Abbildung 6.31 Geopotential Bockbach	84
Abbildung 6.32 Linienpotential Bockbach	84
Abbildung 6.33 Geopotential Bernhardsbach.....	85
Abbildung 6.34 Linienpotential Bernhardsbach	85
Abbildung 6.35 Geopotential Formarinbach.....	86
Abbildung 6.36 Linienpotential Formarinbach.....	86
Abbildung 6.37 Geopotential Grießbach	87
Abbildung 6.38 Linienpotential Grießbach	87
Abbildung 6.39 Geopotential Höhenbach	88
Abbildung 6.40 Linienpotential Höhenbach	88
Abbildung 6.41 Geopotential Hornbach.....	89
Abbildung 6.42 Linienpotential Hornbach.....	89
Abbildung 6.43 Geopotential Kaiserbach	90

Abbildung 6.44 Linienpotential Kaiserbach	90
Abbildung 6.45 Geopotential Krabach	91
Abbildung 6.46 Linienpotential Krabach	91
Abbildung 6.47 Geopotential Krumbach	92
Abbildung 6.48 Linienpotential Krumbach	92
Abbildung 6.49 Geopotential Namlosbach.....	93
Abbildung 6.50 Linienpotential Namlosbach.....	93
Abbildung 6.51 Geopotential Otterbach	94
Abbildung 6.52 Linienpotential Otterbach	94
Abbildung 6.53 Geopotential Rotlech	95
Abbildung 6.54 Linienpotential Rotlech	95
Abbildung 6.55 Geopotential Schwarzwasserbach.....	96
Abbildung 6.56 Linienpotential Schwarzwasserbach.....	96
Abbildung 6.57 Geopotential Spullersbach	97
Abbildung 6.58 Linienpotential Spullersbach.....	97
Abbildung 6.59 Geopotential Streimbach	98
Abbildung 6.60 Linienpotential Streimbach.....	98
Abbildung 6.61 Geopotential Sulzbach	99
Abbildung 6.62 Linienpotential Sulzbach.....	99
Abbildung 6.63 Geopotential Weißenbach.....	100
Abbildung 6.64 Linienpotential Weißenbach.....	100
Abbildung 6.65 Verhältnis der linearen Vereinfachung zu den Varianten mit 5 bzw. 10 äquidistanten Potentialermittlungspunkten in den Seitenzubringern des Lechs.....	101
Abbildung 6.66 Geopotential Triesting	103
Abbildung 6.67 Linienpotential Triesting.....	103
Abbildung 6.68 Geopotential Mödlingbach.....	104
Abbildung 6.69 Linienpotential Mödlingbach	104
Abbildung 6.70 Geopotential Liesing.....	105
Abbildung 6.71 Linienpotential Liesing	105
Abbildung 6.72 Geopotential Petersbach.....	106

Abbildung 6.73 Linienpotential Petersbach.....	106
Abbildung 6.74 Gepotential Sattelbach.....	107
Abbildung 6.75 Linienpotential Sattelbach.....	107
Abbildung 6.76 Verhältnis der linearen Vereinfachung zu den Varianten mit 5 bzw. 10 äquidistanten Potentialermittlungspunkten in den Seitenzubringern der Schwechat	108
Abbildung 6.77 Einzugsgebiet der Seeache, Pöyry berücksichtigte nur die Achenseezubringer.....	109
Abbildung 6.78 Gewässernetz Österreichs mit den Abweichungen in den unberücksichtigten Gebieten.....	110
Abbildung 7.1 Gewählte Diskretisierung für die Potentialermittlung am Lech	112
Abbildung 7.2 Gewählte Diskretisierung für die Potentialermittlung an der Schwechat	113
Abbildung 7.3 Linienpotential - Lech Szenario B1.....	116
Abbildung 7.4 Linienpotential - Lech Szenario A1B	117
Abbildung 7.5 Linienpotential - Lech Szenario A2	117
Abbildung 7.6 Linienpotential - Schwechat Szenario B1	118
Abbildung 7.7 Linienpotential - Schwechat Szenario A1B.....	118
Abbildung 7.8 Linienpotential - Schwechat Szenario A2.....	119
Abbildung 7.9 Linienpotential - Lech 2011-2040.....	120
Abbildung 7.10 Linienpotential - Lech 2036-2065	121
Abbildung 7.11 Linienpotential - Lech 2061-2090.....	121
Abbildung 7.12 Veränderung des Lech-Linienpotentials in den Klimaszenarien.....	122
Abbildung 7.13 Linienpotential - Schwechat 2011-2040.....	122
Abbildung 7.14 Linienpotential - Schwechat 2036-2065.....	123
Abbildung 7.15 Linienpotential - Schwechat 2061-2090.....	123
Abbildung 7.16 Veränderung des Linienpotentials der Schwechat in den Klimaszenarien	124
Abbildung 8.1 Mögliche Vorgehensweisen für die Wahl des Flusslaufes	127
Abbildung 8.2 Geopotentialverhältnisse und linear vereinfachte Mittelwasserführung am Schwarzwasserbach.....	129
Abbildung 8.3 Überschätzung des Linienpotentials unter linearer Vereinfachung am Schwarzwasserbach.....	129
Abbildung 8.4: Einzugsgebiet mit oberlaufartigem Zufluss.....	131

Abbildung 8.5: Einzugsgebiet mit unterlaufastigem Zufluss.....	131
Abbildung 8.6: Einzugsgebiet mit konstantem Zufluss	132
Abbildung 8.7: Oberlaufastige Zuflussverhältnisse an der Triesting.....	132
Abbildung 8.8: Unterlaufastige Zuflussverhältnisse an der Nesselwängler Ache	133
Abbildung 8.9 Ausschnitt aus ÖK 50 – Nesselwängler Ache.....	134

12 Symbolverzeichnis

Symbol	Einheit	Erklärung
A	$[\text{km}^2]$	Einzugsgebietsfläche
A_{Gi}	$[\text{km}^2]$	Flächenanteil aller Teil bzw. Zwischeneinzugsgebiete
A_i	$[\text{km}^2]$	Teil bzw. Zwischeneinzugsgebietsfläche
A_T	$[\text{km}^2]$	Fläche des Teileinzugsgebietes
A_m	$[\text{km}^2]$	Einzugsgebietsfläche mit einmündenden Zubringer
A_o	$[\text{km}^2]$	Einzugsgebietsfläche ohne einmündenden Zubringer
A_p	$[\text{km}^2]$	am Pegel entwässertes Einzugsgebiet
A_{Zb}	$[\text{km}^2]$	Einzugsgebiet des Zubringers
$A_{r(x)}$	$[\text{GWh/a}]$	Roharbeitsvermögen am Potentialemittlungspunkt x
g	$[\text{m/s}^2]$	Gravitationskonstante
GNS	$[\text{mm}]$	mittlerer Gebietsniederschlag aus HAÖ
γ_G	$[\text{dim. Los}]$	mittlerer Gebietsfaktor des Gesamteinzugsgebietes
γ_{GNS}	$[\text{dim. los}]$	über Gebietsniederschlag gewichteter Gebietsfaktor
γ_q	$[\text{dim. los}]$	über Abflussspende gewichteter Gebietsfaktor
γ_{hA}	$[\text{dim. los}]$	über Abflusshöhen gewichteter Gebietsfaktor
γ_{Tp}	$[\text{dim. los}]$	Gebietsfaktor des am Pegel entwässerten Teileinzugsgebietes
Δh	$[\text{m}]$	Fallhöhe
hA	$[\text{mm}]$	mittlere jährliche Abflusshöhe aus HAÖ
M	$[\text{m}^3/\text{a}]$	Jahresabflussfracht
K	$[\text{dim. los}]$	Korrekturfaktor hinsichtlich des Abflussaufkommens im Einzugsgebiet
MQ	$[\text{m}^3/\text{s}]$	mittlerer jährlicher Abfluss
P	$[\text{W}]$	Leistung
ρ	$[\text{kg/m}^3]$	Dichte

SYMBOLVERZEICHNIS

q	[m ³ /s]	Abflusspende
Q	[m ³ /s]	Abfluss
q _{akt}	[m ³ /s/km ²]	auf Einzugsgebiete des HAÖ adaptierte Abflusspende
q _{GNS}	[m ³ /s/km ²]	Abflusspende nach mittlerem Gebietsniederschlag gewichtet
q _{hA}	[m ³ /s/km ²]	Abflusspende nach mittleren Abflusshöhen gewichtet
q _m	[m ³ /s/km ²]	Abflusspende des Einzugsgebietes inkl. einmündenden Zubringer
q _o	[m ³ /s/km ²]	Abflusspende des Einzugsgebietes exkl. einmündenden Zubringer
ZMQ	[m ³ /s]	mittlerer Abfluss des Zwischeneinzugsgebietes

13 Anhang

13.1 Tabellen - Linienpotential im Modell 1961-1990

Simulierter Pegel Cholerakapelle im Modell 1961-1990

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m³/s]	1,55
A [km²]	181
q [m³/skm²]	6,21

Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Fläche (km²)	Σ Fläche (km²)	Σ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
Quellzusammenfluss	Agsbach	27,35	52,94	0,45	372,75		
Pöllerbach	Qell_GKrb2	0,24	56,87	0,49			
	Großer Krottenbach	7,67	64,54	0,56			
	Schwechat5	15,70	80,24	0,70	325,18	47,57	2,42
Groißbach	Pöllerbach	14,29	94,53	0,82			
	Schwechat6	6,57	101,09	0,88	306,68	18,50	3,77
Sattelbach	Groißbach	13,38	114,47	0,99			
	Schwechat7	9,24	123,71	1,07	281,16	25,52	6,03
Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	48,27	171,98	1,49			
	Sattelb_Hörnb1	8,27	180,25	1,56			
	Hörmbach	0,75	181,00	1,56	254,00	27,16	9,59
Triesting	Schwechat9	43,06	223,31	1,93	207,18	46,82	16,62
	Hörmbach	78,06	301,36	2,23			
Mödling	Schwechat10	64,82	366,19	2,45	170,77	36,41	23,94
	Triesting	393,15	759,33	5,65			
Petersbach	Schwechat13	0,12	759,45	5,65	170,76	0,01	23,95
	Mödling	71,82	831,27	6,01			
Liesing	Schwechat16	38,00	869,27	6,12	167,66	3,10	25,56
	Petersbach	33,73	903,00	6,22			
Mündung	Schwechat18	104,29	1007,28	6,52	158,23	9,43	30,72
	Liesing	110,59	1117,87	7,09			
	Lies_Dona u1	0,13	1118,00	7,09			
	Lies_Dona u2	1,37	1119,38	7,10			
	Schwechat22	47,79	1167,16	7,26	151,18	7,05	35,07

Simulierter Pegel Lechaschau im Modell 1961-1990

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m³/s) 46,79
 Ges EZG (km²) 1012,2
 q Ges (l/skm²) 43,1400876

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Σ Fläche [km ²]	Qx [m ³ /s]	Σ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	Ar [GWh/a]
0,0						1874,00		
0,0	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	0,00	1580,00		
		Spullersbach	26,39	0,44	0,44			
7,4	Zürsbach	Lech4	58,47	0,65	2,11	1444,50	135,50	14,84
		Zürsbach	84,20	1,34	3,46			
15,8	Krumbach	Lech6	113,96	0,59	5,01	1267,40	177,10	79,29
		Krumbach	133,05	1,00	6,01			
18,7	Bockbach	Lech7	137,96	0,26	6,27	1215,00	52,40	106,93
		Bockbach	151,96	0,73	6,99			
22,9	Kaisersbach	Lech9	189,14	0,76	8,94	1115,30	99,70	175,18
		Kaisersbach	247,84	3,07	12,01			
31,9	Alperschonerbach	Lech13	323,22	0,61	15,95	1052,90	62,40	250,12
		Alperschonerbach	408,38	4,04	19,98			
42,0	Ottersbach	Lech17	466,74	0,35	22,56	995,80	57,10	354,47
		Ottersbach	511,78	2,23	24,79			
45,6	Streimbach	Lech18	533,42	0,97	25,76	971,61	24,19	407,01
		Streimbach	603,74	3,61	29,37			
50,2	Hombach	Lech19	621,93	0,67	30,03	946,18	25,43	471,91
		Hombach	686,67	3,49	33,52			
52,6	Namlosbach	Lech20	694,87	0,24	33,77	934,20	11,98	506,55
		Namlosbach	761,49	2,79	36,56			
62,4	Wb/Nesselwängler A.	Lech22	846,33	1,62	39,84	879,10	55,10	687,40
		Nesselwängler Ache	882,19	1,39	41,23			
72,7	Archbach	Lech25	1026,75	0,46	46,31	830,90	48,20	868,69
		Archbach	1171,79	4,79	51,10			
79,6	Vils	Lech28	1213,82	0,06	52,51	803,90	27,00	988,88
86,5	Staatsgrenze	Vils	1414,59	7,54	60,06	797,00	6,90	1024,49

13.2 Tabellen – Linienpotential des Lech in den Szenarien

Simulierter Pegel Lechaschau in B1 2011-2040

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m³/s)	49,93
Ges EZG (km²)	1012,20
q Ges (l/skm²)	46,04

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	∑ Fläche (km²)	∑ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	∑Ar [GWh/a]
5,00	Spullersbach	Lech1	18,03	1,00	1580,00		
12,40	Zürsbach	Spullerbach Lech4	26,39 58,47	1,47 3,26	1444,50	135,50	27,50
20,80	Krumbach	Zürsbach Lech6	84,20 113,96	4,69 6,35	1267,40	177,10	111,51
23,70	Bockbach	Krumbach Lech7	133,05 137,96	7,42 7,69	1215,00	52,40	145,52
27,90	Kaiserbach	Bockbach Lech9	151,96 189,14	8,47 10,54	1115,30	99,70	226,93
36,91	Alperschonerbach	Kaiserbach Lech13	247,84 323,22	13,81 18,02	1052,90	62,40	312,26
47,00	Ottersbach	Alperschonbach Lech17	408,38 466,74	22,32 25,07	995,80	57,10	428,54
50,67	Streimbach	Ottersbach Lech18	511,78 533,42	27,45 28,49	971,61	24,19	486,68
55,21	Hombach	Streimbach Lech19	603,74 621,93	32,34 33,05	946,18	25,43	558,13
57,63	Namlosbach	Hombach Lech20	686,67 694,87	36,78 37,04	934,20	11,98	596,12
67,41	Wb/Nesselwängler A.	Namlosbach Lech22	761,49 846,33	40,01 43,52	879,10	55,10	793,85
77,76	Archbach	Nesselwängler Ache Lech25	882,19 1026,75	45,00 50,42	830,90	48,20	991,45
84,67	Vils	Archbach Lech28	1171,79 1213,82	55,53 57,04	803,90	27,00	1122,04
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	65,09	797,00	6,90	1160,63

Simulierter Pegel Lechaschau in B1 2036-2065

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m ³ /s)	47,78
Ges EZG (km ²)	1012,20
q Ges (l/skm ²)	44,05

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	∑ Fläche [km ²]	∑ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	∑Ar [GWh/a]
0,00	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	1580,00		
7,40	Zürsbach	Spullersbach Lech4	26,39 58,47	0,45 2,16	1444,50	135,50	15,16
15,80	Krumbach	Zürsbach Lech6	84,20 113,96	3,53 5,12	1267,40	177,10	80,97
18,70	Bockbach	Krumbach Lech7	133,05 137,96	6,14 6,40	1215,00	52,40	109,20
22,90	Kaiserbach	Bockbach Lech9	151,96 189,14	7,14 9,13	1115,30	99,70	178,89
31,91	Alperschonerbach	Kaiserbach Lech13	247,84 323,22	12,26 16,28	1052,90	62,40	255,41
42,00	Ottersbach	Alperschonerbach Lech17	408,38 466,74	20,40 23,03	995,80	57,10	361,97
45,67	Streimbach	Ottersbach Lech18	511,78 533,42	25,31 26,31	971,61	24,19	415,62
50,21	Hombach	Streimbach Lech19	603,74 621,93	29,99 30,67	946,18	25,43	481,90
52,63	Namlosbach	Hombach Lech20	686,67 694,87	34,23 34,48	934,20	11,98	517,27
62,41	Wb/Nesselwängler A.	Namlosbach Lech22	761,49 846,33	37,33 40,68	879,10	55,10	701,95
72,76	Archbach	Nesselwängler Ache Lech25	882,19 1026,75	42,10 47,29	830,90	48,20	887,07
79,67	Vils	Archbach Lech28	1171,79 1213,82	52,18 53,62	803,90	27,00	1009,80
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	61,33	797,00	6,90	1046,17

Simulierter Pegel Lechaschau in B1 2061-2090

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m³/s) 46,56
 Ges EZG (km²) 1012,20
 q Ges (l/skm²) 42,93

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	∑ Fläche [km²]	∑ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	∑Ar [GWh/a]
0,00	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	1580,00		
7,40	Zürsbach	Spullersbach	26,39	0,44	1444,50	135,50	14,77
		Lech4	58,47	2,10			
15,80	Krumbach	Zürsbach	84,20	3,44	1267,40	177,10	78,90
		Lech6	113,96	4,99			
18,70	Bockbach	Krumbach	133,05	5,98	1215,00	52,40	106,41
		Lech7	137,96	6,24			
22,90	Kaisersbach	Bockbach	151,96	6,96	1115,30	99,70	174,32
		Lech9	189,14	8,89			
31,91	Alperschonerbach	Kaisersbach	247,84	11,95	1052,90	62,40	248,89
		Lech13	323,22	15,87			
42,00	Ottersbach	Alperschonerbach	408,38	19,88	995,80	57,10	352,73
		Lech17	466,74	22,45			
45,67	Streimbach	Ottersbach	511,78	24,67	971,61	24,19	405,01
		Lech18	533,42	25,63			
50,21	Hombach	Streimbach	603,74	29,22	946,18	25,43	469,59
		Lech19	621,93	29,89			
52,63	Namlosbach	Hombach	686,67	33,36	934,20	11,98	504,06
		Lech20	694,87	33,60			
62,41	Wb/Nesselwängler A.	Namlosbach	761,49	36,38	879,10	55,10	684,02
		Lech22	846,33	39,64			
72,76	Archbach	Nesselwängler Ache	882,19	41,03	830,90	48,20	864,42
		Lech25	1026,75	46,08			
79,67	Vils	Archbach	1171,79	50,85	803,90	27,00	984,02
		Lech28	1213,82	52,25			
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	59,76	797,00	6,90	1019,45

Simulierter Pegel Lechaschau in A1B 2011-2040

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m³/s) 48,74
 Ges EZG (km²) 1012,20
 q Ges (l/skm²) 44,94

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	∑ Fläche [km ²]	∑ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	∑Ar [GWh/a]
0,00	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	1580,00		
		Spullersbach	26,39	0,46			
7,40	Zürsbach	Lech4	58,47	2,20	1444,50	135,50	15,46
		Zürsbach	84,20	3,60			
15,80	Krumbach	Lech6	113,96	5,22	1267,40	177,10	82,60
		Krumbach	133,05	6,26			
18,70	Bockbach	Lech7	137,96	6,53	1215,00	52,40	111,39
		Bockbach	151,96	7,29			
22,90	Kaiserbach	Lech9	189,14	9,31	1115,30	99,70	182,48
		Kaiserbach	247,84	12,51			
31,91	Alperschonerbach	Lech13	323,22	16,61	1052,90	62,40	260,54
		Alperschonerbach	408,38	20,81			
42,00	Ottersbach	Lech17	466,74	23,50	995,80	57,10	369,25
		Ottersbach	511,78	25,82			
45,67	Streimbach	Lech18	533,42	26,84	971,61	24,19	423,97
		Streimbach	603,74	30,59			
50,21	Hombach	Lech19	621,93	31,29	946,18	25,43	491,58
		Hombach	686,67	34,92			
52,63	Namlosbach	Lech20	694,87	35,17	934,20	11,98	527,66
		Namlosbach	761,49	38,08			
62,41	Wb/Nesselwängler A.	Lech22	846,33	41,50	879,10	55,10	716,05
		Nesselwängler Ache	882,19	42,95			
72,76	Archbach	Lech25	1026,75	48,24	830,90	48,20	904,89
		Archbach	1171,79	53,23			
79,67	Vils	Lech28	1213,82	54,70	803,90	27,00	1030,09
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	62,56	797,00	6,90	1067,19

Simulierter Pegel Lechaschau in A1B 2036-2065

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m³/s)	46,53
Ges EZG (km²)	1012,20
q Ges (l/skm²)	42,90

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	Σ Fläche [km²]	Σ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	ΣAr [GWh/a]
0,00	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	1580,00		
7,40	Zürsbach	Spullersbach	26,39	0,43			
		Lech4	58,47	2,10	1444,50	135,50	14,76
15,80	Krumbach	Zürsbach	84,20	3,44			
		Lech6	113,96	4,99	1267,40	177,10	78,85
18,70	Bockbach	Krumbach	133,05	5,98			
		Lech7	137,96	6,23	1215,00	52,40	106,34
22,90	Kaisersbach	Bockbach	151,96	6,96			
		Lech9	189,14	8,89	1115,30	99,70	174,21
31,91	Alperschonerbach	Kaisersbach	247,84	11,94			
		Lech13	323,22	15,86	1052,90	62,40	248,73
42,00	Ottersbach	Alperschonerbach	408,38	19,87			
		Lech17	466,74	22,43	995,80	57,10	352,50
45,67	Streimbach	Ottersbach	511,78	24,65			
		Lech18	533,42	25,62	971,61	24,19	404,75
50,21	Hombach	Streimbach	603,74	29,20			
		Lech19	621,93	29,87	946,18	25,43	469,29
52,63	Namlosbach	Hombach	686,67	33,34			
		Lech20	694,87	33,58	934,20	11,98	503,73
62,41	Wb/Nesselwängler A.	Namlosbach	761,49	36,35			
		Lech22	846,33	39,62	879,10	55,10	683,58
72,76	Archbach	Nesselwängler Ache	882,19	41,00			
		Lech25	1026,75	46,05	830,90	48,20	863,86
79,67	Vils	Archbach	1171,79	50,82			
		Lech28	1213,82	52,22	803,90	27,00	983,39
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	59,72	797,00	6,90	1018,80

Simulierter Pegel Lechaschau in A1B 2061-2090

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m³/s) 41,49
 Ges EZG (km²) 1012,20
 q Ges (l/skm²) 38,25

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	Σ Fläche [km ²]	Σ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	ΣAr [GWh/a]
0,00	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	1580,00		
7,40	Zürsbach	Spullersbach	26,39	0,39	1444,50	135,50	13,16
		Lech4	58,47	1,87			
15,80	Krumbach	Zürsbach	84,20	3,07	1267,40	177,10	70,31
		Lech6	113,96	4,45			
18,70	Bockbach	Krumbach	133,05	5,33	1215,00	52,40	94,82
		Lech7	137,96	5,56			
22,90	Kaisersbach	Bockbach	151,96	6,20	1115,30	99,70	155,34
		Lech9	189,14	7,93			
31,91	Alperschonebach	Kaisersbach	247,84	10,65	1052,90	62,40	221,79
		Lech13	323,22	14,14			
42,00	Ottersbach	Alperschonebach	408,38	17,72	995,80	57,10	314,32
		Lech17	466,74	20,00			
45,67	Streimbach	Ottersbach	511,78	21,98	971,61	24,19	360,91
		Lech18	533,42	22,84			
50,21	Hombach	Streimbach	603,74	26,04	946,18	25,43	418,46
		Lech19	621,93	26,63			
52,63	Namlosbach	Hombach	686,67	29,73	934,20	11,98	449,17
		Lech20	694,87	29,94			
62,41	Wb/Nesselwängler A.	Namlosbach	761,49	32,41	879,10	55,10	609,54
		Lech22	846,33	35,33			
72,76	Archbach	Nesselwängler Ache	882,19	36,56	830,90	48,20	770,29
		Lech25	1026,75	41,06			
79,67	Vils	Archbach	1171,79	45,31	803,90	27,00	876,87
		Lech28	1213,82	46,56			
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	53,25	797,00	6,90	908,44

Simulierter Pegel Lechaschau in A2 2011-2040

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m ³ /s)	50,61
Ges EZG (km ²)	1012,20
q Ges (l/skm ²)	46,67

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Σ Fläche [km ²]	Σ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	Ar [GWh/a]
0,00	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	1580,00	294,00	0,00
7,40	Zürsbach	Spullersbach	26,39	0,47	1444,50	135,50	16,06
		Lech4	58,47	2,29			
15,80	Krumbach	Zürsbach	84,20	3,74	1267,40	177,10	85,77
		Lech6	113,96	5,42			
18,70	Bockbach	Krumbach	133,05	6,50	1215,00	52,40	115,67
		Lech7	137,96	6,78			
22,90	Kaisersbach	Bockbach	151,96	7,57	1115,30	99,70	189,50
		Lech9	189,14	9,67			
31,91	Alperschonersbach	Kaisersbach	247,84	12,99	1052,90	62,40	270,56
		Lech13	323,22	17,25			
42,00	Ottersbach	Alperschonbach	408,38	21,61	995,80	57,10	383,45
		Lech17	466,74	24,40			
45,67	Streimbach	Ottersbach	511,78	26,82	971,61	24,19	440,28
		Lech18	533,42	27,87			
50,21	Hombach	Streimbach	603,74	31,77	946,18	25,43	510,48
		Lech19	621,93	32,49			
52,63	Namlosbach	Hombach	686,67	36,26	934,20	11,98	547,95
		Lech20	694,87	36,53			
62,41	Wb/Nesselwängler A.	Namlosbach	761,49	39,54	879,10	55,10	743,59
		Lech22	846,33	43,10			
72,76	Archbach	Nesselwängler Ache	882,19	44,60	830,90	48,20	939,69
		Lech25	1026,75	50,09			
79,67	Vils	Archbach	1171,79	55,28	803,90	27,00	1069,71
		Lech28	1213,82	56,80			
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	64,96	797,00	6,90	1108,23

Simulierter Pegel Lechaschau in A2 2036-2065

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m³/s) 45,60
 Ges EZG (km²) 1012,20
 q Ges (l/skm²) 42,04

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	Σ Fläche [km ²]	Σ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	ΣAr [GWh/a]
0,00	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	1580,00		
7,40	Zürsba ch	Spullerbach Lech4	26,39 58,47	0,43 2,06	1444,50	135,50	14,46
15,80	Krumbach	Zürsba ch Lech6	84,20 113,96	3,37 4,89	1267,40	177,10	77,27
18,70	Bockbach	Krumbach Lech7	133,05 137,96	5,86 6,11	1215,00	52,40	104,21
22,90	Kaiserba ch	Bockbach Lech9	151,96 189,14	6,82 8,71	1115,30	99,70	170,72
31,91	Alpers chonerba ch	Kaiserba ch Lech13	247,84 323,22	11,70 15,54	1052,90	62,40	243,76
42,00	Ottersba ch	Alpers chonba ch Lech17	408,38 466,74	19,47 21,98	995,80	57,10	345,46
45,67	Streimba ch	Otte rba ch Lech18	511,78 533,42	24,16 25,11	971,61	24,19	396,66
50,21	Hombach	Streimba ch Lech19	603,74 621,93	28,62 29,27	946,18	25,43	459,91
52,63	Namlosba ch	Hombach Lech20	686,67 694,87	32,67 32,91	934,20	11,98	493,67
62,41	Wb/Nesselwängler A.	Namlosba ch Lech22	761,49 846,33	35,63 38,83	879,10	55,10	669,92
72,76	Archba ch	Nesselwängler Ache Lech25	882,19 1026,75	40,18 45,13	830,90	48,20	846,59
79,67	Vils	Archba ch Lech28	1171,79 1213,82	49,80 51,18	803,90	27,00	963,73
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	58,53	797,00	6,90	998,43

Simulierter Pegel Lechaschau in A2 2061-2090

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Lechaschau (m³/s) 46,43
 Ges EZG (km²) 1012,20
 q Ges (l/skm²) 42,81

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	Σ Fläche [km ²]	Σ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	ΣAr [GWh/a]
0,00	Spullersbach	Lech1	18,03	0,00	1580,00		
		Spullersbach	26,39	0,43			
7,40	Zürsba ch	Lech4	58,47	2,10	1444,50	135,50	14,73
		Zürsba ch	84,20	3,43			
15,80	Krumbach	Lech6	113,96	4,97	1267,40	177,10	78,68
		Krumbach	133,05	5,96			
18,70	Bockba ch	Lech7	137,96	6,22	1215,00	52,40	106,11
		Bockba ch	151,96	6,94			
22,90	Kaiserba ch	Lech9	189,14	8,87	1115,30	99,70	173,83
		Kaiserba ch	247,84	11,91			
31,91	Alpers chonerba ch	Lech13	323,22	15,82	1052,90	62,40	248,19
		Alpers chonba ch	408,38	19,83			
42,00	Ottersba ch	Lech17	466,74	22,38	995,80	57,10	351,75
		Otterba ch	511,78	24,60			
45,67	Streimba ch	Lech18	533,42	25,56	971,61	24,19	403,88
		Streimba ch	603,74	29,14			
50,21	Hombach	Lech19	621,93	29,80	946,18	25,43	468,28
		Hombach	686,67	33,27			
52,63	Namlosba ch	Lech20	694,87	33,51	934,20	11,98	502,65
		Namlosba ch	761,49	36,27			
62,41	Wb/Nesselwängler A.	Lech22	846,33	39,53	879,10	55,10	682,11
		Nesselwängler Ache	882,19	40,91			
72,76	Archba ch	Lech25	1026,75	45,95	830,90	48,20	862,00
		Archba ch	1171,79	50,71			
79,67	Vils	Lech28	1213,82	52,11	803,90	27,00	981,27
86,57	Staatsgrenze	Vils	1414,59	59,59	797,00	6,90	1016,61

13.3 Linienpotential der Schwechat in den Szenarien

Simulierter Pegel Cholerakapelle in B1 2011-2040

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m ³ /s]	1,55
A [km ²]	181
q [m ³ /skm ²]	6,20

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Σ Fläche (km ²)	Σ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
0,00	Quellzusammenflus s	Agsbach	52,94	0,45	372,75		
6,81	Pöllerbach	Großer Krottenbach Schwechat5	64,54 80,24	0,56 0,70	325,18	47,57	2,42
9,67	Groißbach	Pöllerbach Schwechat6	94,53 101,09	0,82 0,88	306,68	18,50	3,76
14,05	Sattelbach	Groißbach Schwechat7	114,47 123,71	0,99 1,07	281,16	25,52	6,02
17,63	Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	171,98	1,48			
28,23	Hörmbach	Sattelbach Schwechat9	181,00 223,31	1,56 1,93	254,00 207,18	27,16 46,82	9,57 16,59
42,57	Triesting	Hörmbach Schwechat10	301,36 366,19	2,23 2,44	170,77	36,41	23,91
42,94	Mödling	Triesting Schwechat13	759,33 759,45	5,64 5,64	170,76	0,01	23,91
45,39	Petersbach	Mödling Schwechat16	831,27 869,27	6,00 6,11	167,66	3,10	25,52
52,14	Liesing	Petersbach Schwechat18	903,00 1007,28	6,21 6,51	158,23	9,43	30,67
63,98	Mündung	Liesing Schwechat22	1117,87 1167,16	7,08 7,24	151,18	7,05	35,01

Simulierter Pegel Cholerakapelle in B1 2036-2065

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m³/s] 1,52
 A [km²] 181
 q [m³/skm²] 6,08

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	Σ Fläche (km²)	Σ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
0,00	Quell zusammenfluss	Ags bach	52,94	0,56	372,75		0,00
6,81	Pöllerbach	Großer Krottenbach	64,54	0,70	325,18	47,57	3,01
		Schwechat5	80,24	0,87			
9,67	Groißbach	Pöllerbach	94,53	1,02	306,68	18,50	4,69
		Schwechat6	101,09	1,09			
14,05	Sattelbach	Groißbach	114,47	1,23	281,16	25,52	7,50
		Schwechat7	123,71	1,33			
17,63	Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	171,98	1,85	254,00	27,16	11,92
		Sattelb_Hörnb1	180,25	1,94			
28,23	Hörmbach	Schwechat9	181,00	1,94	207,18	46,82	20,66
42,57	Triesting	Hörmbach	223,31	2,40	170,77	36,41	29,77
		Schwechat10	301,36	2,78			
42,94	Mödling	Triesting	366,19	3,04	170,76	0,01	29,77
		Schwechat13	759,33	7,02			
45,39	Petersbach	Mödling	759,45	7,02	167,66	3,10	31,78
		Schwechat16	831,27	7,47			
52,14	Liesing	Petersbach	869,27	7,61	158,23	9,43	38,19
		Schwechat18	903,00	7,73			
63,98	Mündung	Liesing	1007,28	8,11	151,18	7,05	43,59
		Schwechat22	1117,87	8,82			
			1167,16	9,02			

Simulierter Pegel Cholerakapelle in B1 2061-2090

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m³/s]	1,91
A [km²]	181
q [m³/skm²]	7,64

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Z-EZG	Σ Fläche (km²)	Σ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
0,00	Quellzusammenfluss	Agsbach	52,94	0,56	372,75		
6,81	Pöllerbach	Großer Krottenbach Schwechat5	64,54 80,24	0,69 0,86	325,18	47,57	2,98
9,67	Groißbach	Pöllerbach Schwechat6	94,53 101,09	1,01 1,08	306,68	18,50	4,64
14,05	Sattelbach	Groißbach Schwechat7	114,47 123,71	1,22 1,32	281,16	25,52	7,42
17,63	Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	171,98	1,83	254,00	27,16	11,80
28,23	Hörmbach	Schwechat9	181,00 223,31	1,92 2,38	207,18	46,82	20,45
42,57	Triesting	Hörmbach Schwechat10	301,36 366,19	2,75 3,01	170,77	36,41	29,46
42,94	Mödling	Triesting Schwechat13	759,33 759,45	6,95 6,95	170,76	0,01	29,46
45,39	Petersbach	Mödling Schwechat16	831,27 869,27	7,39 7,53	167,66	3,10	31,45
52,14	Liesing	Petersbach Schwechat18	903,00 1007,28	7,65 8,02	158,23	9,43	37,80
63,98	Mündung	Liesing Schwechat22	1117,87 1167,16	8,73 8,93	151,18	7,05	43,14

Simulierter Pegel Cholerakapelle in A1B 2011-2040

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m ³ /s]	1,84
A [km ²]	181
q [m ³ /skm ²]	7,36

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Σ Fläche (km ²)	Σ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
0,00	Quellzusammenfluss	Agsbach	52,94	0,54	372,75		
6,81	Pöllerbach	Großer Krottenbach Schwechat5	64,54 80,24	0,67 0,83	325,18	47,57	2,87
9,67	Groißbach	Pöllerbach Schwechat6	94,53 101,09	0,97 1,04	306,68	18,50	4,47
14,05	Sattelbach	Groißbach Schwechat7	114,47 123,71	1,18 1,27	281,16	25,52	7,15
17,63	Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	171,98	1,76			
28,23	Hörmbach	Schwechat9	181,00 223,31	1,85 2,29	254,00 207,18	27,16 46,82	11,37 19,70
42,57	Triesting	Hörmbach Schwechat10	301,36 366,19	2,65 2,90	170,77	36,41	28,38
42,94	Mödling	Triesting Schwechat13	759,33 759,45	6,69 6,69	170,76	0,01	28,38
45,39	Petersbach	Mödling Schwechat16	831,27 869,27	7,12 7,25	167,66	3,10	30,30
52,14	Liesing	Petersbach Schwechat18	903,00 1007,28	7,37 7,73	158,23	9,43	36,41
63,98	Mündung	Liesing Schwechat22	1117,87 1167,16	8,41 8,60	151,18	7,05	41,56

Simulierter Pegel Cholerakapelle in A1B 2036-2065

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m³/s] 2,08
 A [km²] 181
 q [m³/skm²] 8,32

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Σ Fläche [km²]	Σ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
0,00	Quellzusammenfluss	Agsbach	52,94	0,61	372,75		
6,81	Pöllerbach	Großer Krottenbach	64,54	0,76	325,18	47,57	3,24
		Schwechat5	80,24	0,94			
9,67	Groißbach	Pöllerbach	94,53	1,10	306,68	18,50	5,05
		Schwechat6	101,09	1,18			
14,05	Sattelbach	Groißbach	114,47	1,33	281,16	25,52	8,08
		Schwechat7	123,71	1,44			
17,63	Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	171,98	1,99	254,00	27,16	12,85
28,23	Hörmbach	Schwechat9	223,31	2,59	207,18	46,82	22,27
42,57	Triesting	Hörmbach	301,36	2,99	170,77	36,41	32,08
		Schwechat10	366,19	3,28			
42,94	Mödling	Triesting	759,33	7,57	170,76	0,01	32,09
		Schwechat13	759,45	7,57			
45,39	Petersbach	Mödling	831,27	8,05	167,66	3,10	34,25
52,14	Liesing	Schwechat16	869,27	8,20	158,23	9,43	41,16
		Petersbach	903,00	8,33			
63,98	Mündung	Schwechat18	1007,28	8,74	151,18	7,05	46,98
		Liesing	1117,87	9,50			
		Schwechat22	1167,16	9,72			

Simulierter Pegel Cholerakapelle in A1B 2061-2090

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m³/s]	1,76
A [km²]	181
q [m³/skm²]	7,04

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Σ Fläche [km²]	Σ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
0,00	Quellzusammenfluss	Agsbach	52,94	0,51	372,75		
6,81	Pöllerbach	Großer Krottenbach Schwechat5	64,54 80,24	0,64 0,79	325,18	47,57	2,74
9,67	Groißbach	Pöllerbach Schwechat6	94,53 101,09	0,93 1,00	306,68	18,50	4,27
14,05	Sattelbach	Groißbach Schwechat7	114,47 123,71	1,13 1,22	281,16	25,52	6,84
17,63	Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	171,98	1,68			
28,23	Hörmbach	Schwechat9	181,00 223,31	1,77 2,19	254,00 207,18	27,16 46,82	10,87 18,84
42,57	Triesting	Hörmbach Schwechat10	301,36 366,19	2,53 2,78	170,77	36,41	27,14
42,94	Mödling	Triesting Schwechat13	759,33 759,45	6,40 6,40	170,76	0,01	27,15
45,39	Petersbach	Mödling Schwechat16	831,27 869,27	6,81 6,94	167,66	3,10	28,98
52,14	Liesing	Petersbach Schwechat18	903,00 1007,28	7,05 7,39	158,23	9,43	34,83
63,98	Mündung	Liesing Schwechat22	1117,87 1167,16	8,04 8,23	151,18	7,05	39,75

Simulierter Pegel Cholerakapelle in A2 2011-2040

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m³/s]	1,99
A [km²]	181
q [m³/skm²]	7,96

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Σ Fläche [km²]	Σ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
0,00	Quellzusammenfluss	Agsbach	52,94	0,58	372,75		
6,81	Pöllerbach	Großer Krottenbach	64,54	0,72	325,18	47,57	3,10
		Schwechat5	80,24	0,90			
9,67	Groißbach	Pöllerbach	94,53	1,05	306,68	18,50	4,83
		Schwechat6	101,09	1,13			
14,05	Sattelbach	Groißbach	114,47	1,27	281,16	25,52	7,73
		Schwechat7	123,71	1,37			
17,63	Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	171,98	1,90	254,00	27,16	12,29
28,23	Hörmbach	Schwechat9	223,31	2,48	207,18	46,82	21,30
42,57	Triesting	Hörmbach	301,36	2,86	170,77	36,41	30,69
		Schwechat10	366,19	3,14			
42,94	Mödling	Triesting	759,33	7,24	170,76	0,01	30,70
		Schwechat13	759,45	7,24			
45,39	Petersbach	Mödling	831,27	7,70	167,66	3,10	32,77
		Schwechat16	869,27	7,84			
52,14	Liesing	Petersbach	903,00	7,97	158,23	9,43	39,38
		Schwechat18	1007,28	8,36			
63,98	Mündung	Liesing	1117,87	9,09	151,18	7,05	44,95
		Schwechat22	1167,16	9,30			

Simulierter Pegel Cholerakapelle in A2 2036-2065

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m ³ /s]	1,52
A [km ²]	181
q [m ³ /skm ²]	6,08

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	∑ Fläche [km ²]	∑ Q [m ³ /s]	m ü. A.	Δh [m]	∑ Ar [Gwh/a]
0,00	Quell zusammenfluss	Agsbach	52,94	0,44	372,75		
		Qell_GKrb2	56,87	0,48			
		Großer Krottenbach	64,54	0,55			
6,81	Pöllerbach	Schwechat5	80,24	0,68	325,18	47,57	2,37
		Pöllerbach	94,53	0,80			
9,67	Groißbach	Schwechat6	101,09	0,86	306,68	18,50	3,69
		Groißbach	114,47	0,97			
14,05	Sattelbach	Schwechat7	123,71	1,05	281,16	25,52	5,91
		Sattelbach	171,98	1,45			
17,63	Pegel Cholerakapelle		181,00	1,53	254,00	27,16	9,39
28,23	Hörmbach	Schwechat9	223,31	1,89	207,18	46,82	16,27
		Hörmbach	301,36	2,19			
42,57	Triesting	Schwechat10	366,19	2,40	170,77	36,41	23,44
		Triesting	759,33	5,53			
42,94	Mödling	Schwechat13	759,45	5,53	170,76	0,01	23,45
		Mödling	831,27	5,88			
45,39	Petersbach	Schwechat16	869,27	5,99	167,66	3,10	25,03
		Petersbach	903,00	6,09			
52,14	Liesing	Schwechat18	1007,28	6,39	158,23	9,43	30,08
		Liesing	1117,87	6,94			
63,98	Mündung	Schwechat22	1167,16	7,10	151,18	7,05	34,33

Simulierter Pegel Cholerakapelle in A2 2061-2090

$$Ar_{(x)} = \left(MQ_{(x-1)} + \frac{ZMQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

MQ Cholerakapelle [m³/s] 1,89
 A [km²] 181
 q [m³/skm²] 7,56

fkm	Potentialermittlung	T-EZG / Zw-EZG	Σ Fläche [km²]	Σ Q [m³/s]	m ü. A.	Δh [m]	Σ Ar [Gwh/a]
0,00	Quell zusammenfluss	Agsbach	52,94	0,55	372,75		
6,81	Pöllerbach	Großer Krottenbach	64,54	0,69	325,18	47,57	2,95
		Schwechat5	80,24	0,85			
9,67	Groißbach	Pöllerbach	94,53	1,00	306,68	18,50	4,59
		Schwechat6	101,09	1,07			
14,05	Sattelbach	Groißbach	114,47	1,21	281,16	25,52	7,34
		Schwechat7	123,71	1,30			
17,63	Pegel Cholerakapelle	Sattelbach	171,98	1,81	254,00	27,16	11,68
		Schwechat9	181,00	1,90			
28,23	Hörmbach	Schwechat9	223,31	2,35	207,18	46,82	20,23
		Hörmbach	301,36	2,72			
42,57	Triesting	Schwechat10	366,19	2,98	170,77	36,41	29,15
		Triesting	759,33	6,87			
42,94	Mödling	Schwechat13	759,45	6,87	170,76	0,01	29,15
		Mödling	831,27	7,31			
45,39	Petersbach	Schwechat16	869,27	7,45	167,66	3,10	31,12
		Petersbach	903,00	7,57			
52,14	Liesing	Schwechat18	1007,28	7,94	158,23	9,43	37,40
		Liesing	1117,87	8,63			
63,98	Mündung	Schwechat22	1167,16	8,83	151,18	7,05	42,69

13.4 Potentialermittlungsansätze - Alpenschnonerbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	Σ Ar 5	Arlinear
		0,00	1899,00			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		1,25	1764,00	135,00		0,64	4,86		4,86		
2	1	2,42	1637,00	127,00	262,00	1,05	9,20	14,07	14,06	14,07	
3		3,64	1492,00	145,00		1,48	15,75		29,82		
4	2	4,90	1430,00	62,00	207,00	1,92	9,05	26,41	38,87	40,48	
5		6,17	1344,00	86,00		2,37	15,83		54,70		
6	3	7,30	1223,00	121,00	207,00	2,76	26,65	41,64	81,35	82,11	
7		8,59	1195,00	28,00		3,22	7,19		88,55		
8	4	9,79	1159,00	36,00	64,00	3,64	10,60	17,59	99,15	99,71	
9		10,99	1108,00	51,00		4,06	16,86		116,01		
10	5	12,24	1059,00	49,00	100,00	4,50	18,02	34,95	134,03	134,66	169,57

	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	1,27	1,26

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.5 Potentialermittlungsansätze - Bernhardsbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	Σ Ar 5	Arlinear
		0,00	1576,50			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,45	1499,00	77,50		0,26	1,53		1,53		
2	1	1,11	1410,00	89,00	166,50	0,34	2,31	3,90	3,84	3,90	
3		1,59	1373,00	37,00		0,41	1,20		5,03		
4	2	2,17	1345,00	28,00	65,00	0,48	1,07	2,32	6,10	6,21	
5		2,65	1282,00	63,00		0,55	2,79		8,90		
6	3	3,21	1226,00	56,00	119,00	0,62	2,81	5,65	11,71	11,86	
7		3,75	1191,00	35,00		0,69	1,97		13,68		
8	4	4,27	1134,00	57,00	92,00	0,76	3,55	5,45	17,23	17,31	
9		4,79	1052,00	82,00		0,83	5,58		22,81		
10	5	5,35	1043,00	9,00	91,00	0,90	0,67	6,48	23,48	23,79	25,21

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Ar1in/Ar10	Ar1in/Ar5
	1,07	1,06

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.6 Potentialermittlungsansätze - Bockbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1.807,00			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,44	1.755,00	52,00		0,26	1,02		1,02		
2	1	0,92	1.710,00	45,00	97,00	0,32	1,12	2,17	2,14	2,17	
3		1,39	1.643,00	67,00		0,38	2,02		4,16		
4	2	1,83	1589,00	54,00	121,00	0,44	1,90	3,95	6,07	6,12	
5		2,30	1.537,00	52,00		0,50	2,10		8,17		
6	3	2,74	1.501,00	36,00	88,00	0,56	1,64	3,77	9,80	9,89	
7		3,20	1.474,00	27,00		0,62	1,36		11,17		
8	4	3,64	1.426,00	48,00	75,00	0,68	2,67	3,97	13,84	13,86	
9		4,12	1.338,00	88,00		0,74	5,35		19,18		
10	5	4,59	1.230,00	108,00	196,00	0,80	7,14	12,42	26,32	26,29	24,78

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Ar _{lin} /Ar ₁₀	Ar _{lin} /Ar ₅
	0,94	0,94

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.7 Potentialermittlungsansätze - Formarinbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1881,25			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,55	1851,00	30,25		0,29	0,64		0,64		
2	1	1,13	1813,00	38,00	68,25	0,38	1,10	1,71	1,73	1,71	
3		1,64	1767,00	46,00		0,47	1,68		3,41		
4	2	2,29	1718,00	49,00	95,00	0,57	2,19	3,90	5,60	5,61	
5		2,79	1687,00	31,00		0,65	1,63		7,23		
6	3	3,32	1653,00	34,00	65,00	0,74	2,03	3,66	9,26	9,27	
7		3,89	1645,00	8,00		0,83	0,54		9,80		
8	4	4,42	1624,00	21,00	29,00	0,92	1,58	2,07	11,39	11,33	
9		4,90	1612,00	12,00		1,00	0,99		12,37		
10	5	5,53	1587,00	25,00	37,00	1,10	2,25	3,21	14,62	14,54	16,43

	Ar1in/Ar10	Ar1in/Ar5
Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	1,12	1,13

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.8 Potentialermittlungsansätze - Griefbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0	1456,000002			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,368566017	1401,000002	55,00		0,23	1,01		1,01		
2	1	0,805698052	1336,000013	65,00	120,00	0,26	1,37	2,38	2,38	2,38	
3		1,136764069	1305,000004	31,00		0,29	0,73		3,11		
4	2	1,573896103	1245,000016	60,00	91,00	0,32	1,56	2,27	4,67	4,65	
5		1,967094155	1228,000006	17,00		0,35	0,49		5,16		
6	3	2,342094155	1193,000012	35,00	52,00	0,38	1,09	1,56	6,25	6,21	
7		2,748160172	1129,000001	64,00		0,41	2,16		8,42		
8	4	3,185292206	1053,000002	76,00	140,00	0,44	2,78	4,94	11,20	11,14	
9		3,578490258	1024	29,00		0,47	1,14		12,34		
10	5	3,940622292	1022,000001	2,00	31,00	0,50	0,08	1,25	12,42	12,40	13,05

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	1,05	1,05

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.9 Potentialermittlungsansätze - Höhenbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1553,00			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,44	1427,00	126,00		0,29	2,67		2,67		
2	1	0,96	1323,00	104,00	230,00	0,40	3,10	5,94	5,77	5,94	
3		1,44	1280,00	43,00		0,50	1,67		7,44		
4	2	1,92	1270,00	10,00	53,00	0,60	0,48	2,29	7,92	8,23	
5		2,40	1246,00	24,00		0,71	1,35		9,27		
6	3	2,88	1216,00	30,00	54,00	0,81	1,95	3,27	11,22	11,50	
7		3,36	1200,00	16,00		0,91	1,18		12,39		
8	4	3,83	1137,00	63,00	79,00	1,01	5,18	6,15	17,57	17,65	
9		4,27	1103,00	34,00		1,10	3,07		20,65		
10	5	4,75	1090,00	13,00	47,00	1,20	1,28	4,45	21,93	22,11	27,84

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Ar10/Ar5	Ar10/Ar5
	1,27	1,26

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.10 Potentialermittlungsansätze - Hornbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlin
		0,00	1463,50			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		1,57	1307,00	156,50		0,51	4,80		4,80		
2	1	3,13	1216,00	91,00	247,50	0,82	5,22	10,88	10,02	10,88	
3		4,65	1171,00	45,00		1,13	3,77		13,79		
4	2	6,23	1131,00	40,00	85,00	1,44	4,41	8,27	18,20	19,14	
5		7,74	1102,00	29,00		1,74	3,97		22,16		
6	3	9,37	1088,00	14,00	43,00	2,07	2,29	6,48	24,45	25,62	
7		10,90	1042,00	46,00		2,37	8,77		33,22		
8	4	12,43	1007,00	35,00	81,00	2,68	7,59	16,50	40,81	42,12	
9		14,06	995,00	12,00		3,00	2,93		43,73		
10	5	15,56	948,00	47,00	59,00	3,30	12,72	15,15	56,45	57,26	77,49

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	1,37	1,35

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.11 Potentialermittlungsansätze - Kaiserbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1894,25			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,91	1797,00	97,25		0,51	2,96		2,96		
2	1	1,77	1685,00	112,00	209,25	0,80	6,32	9,02	9,28	9,02	
3		2,72	1647,00	38,00		1,13	3,15		12,43		
4	2	3,59	1584,00	63,00	101,00	1,42	6,90	9,67	19,34	18,68	
5		4,52	1449,00	135,00		1,74	18,35		37,69		
6	3	5,42	1358,00	91,00	226,00	2,05	14,80	33,71	52,49	52,40	
7		6,39	1325,00	33,00		2,38	6,27		58,76		
8	4	7,30	1287,00	38,00	71,00	2,69	8,27	14,45	67,03	66,84	
9		8,18	1243,00	44,00		2,99	10,73		77,76		
10	5	9,10	1118,00	125,00	169,00	3,30	33,75	43,47	111,51	110,32	116,69

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	1,05	1,06

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.12 Potentialermittlungsansätze - Krabach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0	1832,00			0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,73	1765,00	67,00		0,269	1,35		1,35		
2	1	1,52	1682,00	83,00	150,00	0,343	2,18	3,50	3,53	3,50	
3		2,24	1628,00	54,00		0,412	1,75		5,29		
4	2	2,99	1584,00	44,00	98,00	0,483	1,69	3,48	6,98	6,98	
5		3,69	1520,00	64,00		0,549	2,84		9,81		
6	3	4,42	1455,00	65,00	129,00	0,617	3,25	6,10	13,07	13,08	
7		5,23	1387,00	68,00		0,694	3,83		16,90		
8	4	5,92	1353,00	34,00	102,00	0,759	2,12	6,03	19,02	19,10	
9		6,69	1285,00	68,00		0,832	4,65		23,66		
10	5	7,41	1194,00	91,00	159,00	0,9	6,77	11,33	30,43	30,43	30,14

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	0,99	0,99

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.13 Potentialermittlungsansätze - Krumbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1593,25			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,60	1578,00	15,25		0,28	0,32		0,32		
2	1	1,15	1541,00	37,00	52,25	0,36	1,01	1,25	1,33	1,25	
3		1,71	1522,00	19,00		0,43	0,64		1,97		
4	2	2,31	1485,00	37,00	56,00	0,52	1,51	2,10	3,48	3,35	
5		2,90	1447,00	38,00		0,60	1,81		5,29		
6	3	3,52	1429,00	18,00	56,00	0,68	0,99	2,87	6,28	6,22	
7		4,14	1405,00	24,00		0,76	1,49		7,77		
8	4	4,71	1377,00	28,00	52,00	0,84	1,93	3,40	9,70	9,62	
9		5,31	1318,00	59,00		0,92	4,48		14,18		
10	5	5,87	1314,00	4,00	63,00	1,00	0,33	4,99	14,51	14,61	14,39

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	0,99	0,99

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.14 Potentialermittlungsansätze - Namlosbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Alinear
		0	1474,25			0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		1,30	1350,00	124,25		0,53	3,90		3,90		
2	1	2,60	1276,00	74,00	198,25	0,859	4,41	9,02	8,31	9,02	
3		3,91	1219,00	57,00		1,191	5,02		13,33		
4	2	5,19	1200,00	19,00	76,00	1,516	2,21	7,75	15,54	16,77	
5		6,57	1156,00	44,00		1,864	6,39		21,93		
6	3	7,81	1132,00	24,00	68,00	2,179	4,17	10,79	26,09	27,56	
7		9,12	1114,00	18,00		2,511	3,63		29,72		
8	4	10,41	1045,00	69,00	87,00	2,839	15,85	18,75	45,57	46,31	
9		11,69	962,00	83,00		3,163	21,40		66,97		
10	5	13,02	936,00	26,00	109,00	3,5	7,44	29,67	74,41	75,98	85,54

Ar1in/Ar10	Ar1in/Ar5
1,15	1,13

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.15 Potentialermittlungsansätze - Ottersbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0	1566,500019			0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		1,002297077	1442,000015	124,50		0,419	3,31		3,31		
2	1	1,995495129	1392,000024	50,00	174,50	0,635	2,26	6,26	5,57	6,26	
3		2,98869318	1332,000004	60,00		0,852	3,83		9,40		
4	2	4,069759198	1283,000001	49,00	109,00	1,087	4,08	8,06	13,48	14,32	
5		5,024353352	1252,000001	31,00		1,296	3,17		16,66		
6	3	6,066815472	1216,000019	36,00	67,00	1,523	4,36	7,51	21,01	21,84	
7		7,078211575	1175,000007	41,00		1,743	5,75		26,77		
8	4	8,071409627	1149	26,00	67,00	1,96	4,14	10,02	30,90	31,86	
9		9,108541661	1126,000029	23,00		2,186	4,10		35,00		
10	5	10,08887175	1002	124,00	147,00	2,4	24,43	27,53	59,42	59,39	63,04

	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	1,06	1,06

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.16 Potentialermittlungsansätze - Rotlech (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0	1580,25			0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		1,80	1490,00	90,25		0,366	2,20		2,20		
2	1	3,69	1359,00	131,00	221,25	0,54	5,10	7,04	7,30	7,04	
3		5,49	1315,00	44,00		0,707	2,36		9,65		
4	2	7,33	1247,00	68,00	112,00	0,877	4,63	6,82	14,28	13,85	
5		9,19	1206,00	41,00		1,048	3,39		17,67		
6	3	11,08	1137,00	69,00	110,00	1,223	6,73	9,92	24,40	23,77	
7		12,95	1081,00	56,00		1,396	6,30		30,70		
8	4	14,73	1059,00	22,00	78,00	1,56	2,79	9,32	33,49	33,10	
9		16,61	987,00	72,00		1,733	10,18		43,67		
10	5	18,42	879,00	108,00	180,00	1,9	16,85	26,75	60,53	59,85	63,25

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	1,05	1,06

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.17 Potentialermittlungsansätze - Schwarzwasserbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1428,25			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		1,05	1327,00	101,25		0,40	2,62		2,62		
2	1	2,20	1208,00	119,00	220,25	0,62	5,23	7,77	7,84	7,77	
3		3,31	1168,00	40,00		0,83	2,50		10,34		
4	2	4,35	1142,00	26,00	66,00	1,03	2,09	4,69	12,43	12,46	
5		5,46	1134,00	8,00		1,25	0,78		13,21		
6	3	6,62	1117,00	17,00	25,00	1,47	1,98	2,68	15,19	15,14	
7		7,70	1091,00	26,00		1,67	3,51		18,70		
8	4	8,80	1069,00	22,00	48,00	1,88	3,36	6,91	22,06	22,05	
9		9,90	954,00	115,00		2,10	19,66		41,72		
10	5	10,97	913,00	41,00	156,00	2,30	7,74	28,04	49,46	50,09	55,32

	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	1,12	1,10

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Spullerbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Ar_linear
		0,00	1742,50			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,32	1730,00	12,50		0,23	0,23		0,23		
2	1	0,66	1711,00	19,00	31,50	0,26	0,40	0,62	0,63	0,62	
3		1,02	1686,00	25,00		0,29	0,59		1,22		
4	2	1,35	1681,00	5,00	30,00	0,32	0,13	0,74	1,35	1,36	
5		1,71	1673,00	8,00		0,35	0,23		1,58		
6	3	2,01	1660,00	13,00	21,00	0,38	0,41	0,63	1,98	1,99	
7		2,34	1646,00	14,00		0,41	0,47		2,45		
8	4	2,70	1629,00	17,00	31,00	0,44	0,62	1,09	3,07	3,08	
9		3,04	1606,00	23,00		0,47	0,90		3,97		
10	5	3,40	1587,00	19,00	42,00	0,50	0,79	1,69	4,76	4,77	4,68

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	0,98	0,98

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Streimbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1902,25			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		1,36	1527,00	375,25		0,57	12,39		12,39		
2	1	2,64	1439,00	88,00	463,25	0,92	5,61	22,20	18,00	22,20	
3		4,01	1358,00	81,00		1,29	7,67		25,67		
4	2	5,28	1308,00	50,00	131,00	1,63	6,27	14,33	31,94	36,53	
5		6,66	1242,00	66,00		2,01	10,31		42,25		
6	3	7,96	1189,00	53,00	119,00	2,36	9,94	20,39	52,19	56,92	
7		9,33	1157,00	32,00		2,73	7,00		59,18		
8	4	10,63	1101,00	56,00	88,00	3,08	13,99	20,57	73,17	77,49	
9		11,93	1071,00	30,00		3,44	8,40		81,57		
10	5	13,27	980,00	91,00	121,00	3,80	28,28	35,77	109,85	113,27	158,44

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:

Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
1,44	1,40

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Sulzbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1617,00			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,44	1553,00	64,00		0,25	1,25		1,25		
2	1	1,03	1508,00	45,00	109,00	0,32	1,12	2,45	2,36	2,45	
3		1,53	1459,00	49,00		0,38	1,49		3,85		
4	2	2,00	1435,00	24,00	73,00	0,44	0,85	2,39	4,70	4,85	
5		2,51	1395,00	40,00		0,50	1,62		6,32		
6	3	2,98	1355,00	40,00	80,00	0,56	1,82	3,43	8,14	8,27	
7		3,50	1297,00	58,00		0,62	2,94		11,07		
8	4	3,98	1204,00	93,00	151,00	0,68	5,19	8,02	16,26	16,29	
9		4,53	1102,00	102,00		0,74	6,23		22,49		
10	5	5,00	1076,00	26,00	128,00	0,80	1,72	8,13	24,22	24,42	23,24

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	0,96	0,95

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.2 Potentialermittlungsansätze - Weissenbach (Lecheinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	1399,50			0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,90	1295,00	104,50		0,36	2,53		2,53		
2	1	1,86	1220,00	75,00	179,50	0,54	2,90	5,69	5,43	5,69	
3		2,85	1184,00	36,00		0,72	1,94		7,37		
4	2	3,77	1137,00	47,00	83,00	0,88	3,24	5,07	10,60	10,76	
5		4,66	1103,00	34,00		1,05	2,82		13,42		
6	3	5,62	1067,00	36,00	70,00	1,22	3,50	6,33	16,93	17,09	
7		6,52	1018,00	49,00		1,39	5,48		22,41		
8	4	7,47	947,00	71,00	120,00	1,56	8,97	14,32	31,38	31,40	
9		8,49	899,00	48,00		1,74	6,80		38,18		
10	5	9,36	882,00	17,00	65,00	1,90	2,66	9,65	40,84	41,06	46,68

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	1,14	1,14

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Liesing (Schwechateinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,32	319,50			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,28	280,00	39,50		0,01	0,03		0,03		
2	1	0,26	257,37	22,63	62,13	0,03	0,04	0,08	0,07	0,08	
3		0,24	237,00	20,37		0,04	0,07		0,13		
4	2	0,22	217,00	20,00	40,37	0,06	0,09	0,16	0,22	0,24	
5		0,20	198,67	18,33		0,07	0,11		0,33		
6	3	0,19	188,00	10,67	29,00	0,09	0,08	0,19	0,41	0,42	
7		0,18	179,50	8,50		0,11	0,07		0,48		
8	4	0,17	171,76	7,74	16,24	0,12	0,07	0,15	0,55	0,57	
9		0,17	168,45	3,31		0,14	0,04		0,59		
10	5	0,16	160,00	8,45	11,76	0,15	0,10	0,14	0,69	0,71	1,03

	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	1,49	1,46

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Mödling (Schwechateinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,37	368,50			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,34	339,00	29,50		0,03	0,03		0,03		
2	1	0,31	313,43	25,57	55,07	0,05	0,09	0,13	0,12	0,13	
3		0,30	297,80	15,63		0,08	0,09		0,21		
4	2	0,28	277,15	20,65	36,28	0,11	0,17	0,25	0,38	0,38	
5		0,25	248,00	29,15		0,13	0,30		0,69		
6	3	0,24	236,35	11,65	40,80	0,16	0,15	0,47	0,83	0,85	
7		0,21	206,00	30,35		0,19	0,46		1,29		
8	4	0,19	188,86	17,14	47,49	0,22	0,30	0,77	1,59	1,63	
9		0,17	173,67	15,19		0,24	0,30		1,89		
10	5	0,17	169,80	3,87	19,06	0,27	0,09	0,40	1,98	2,02	2,30

	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	1,17	1,14

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Mödling (Schwechateinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlinear
		0,00	368,50			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		2,25	339,00	29,50		0,03	0,03		0,03		
2	1	4,51	313,43	25,57	55,07	0,05	0,09	0,13	0,12	0,13	
3		6,75	297,80	15,63		0,08	0,09		0,21		
4	2	9,00	277,15	20,65	36,28	0,11	0,17	0,25	0,38	0,38	
5		11,21	248,00	29,15		0,13	0,30		0,69		
6	3	13,49	236,35	11,65	40,80	0,16	0,15	0,47	0,83	0,85	
7		15,76	206,00	30,35		0,19	0,46		1,29		
8	4	17,98	188,86	17,14	47,49	0,22	0,30	0,77	1,59	1,63	
9		20,25	173,67	15,19		0,24	0,30		1,89		
10	5	22,48	169,80	3,87	19,06	0,27	0,09	0,40	1,98	2,02	2,30

Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
1,17	1,14

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Petersbach (Schwechateinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	Σ Ar 5	Arlinear
		0,00	192,50			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,81	187,00	5,50		0,01	0,00		0,00		
2	1	1,54	181,45	5,55	11,05	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	
3		2,32	179,64	1,81		0,02	0,00		0,01		
4	2	3,10	176,50	3,14	4,95	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	
5		3,92	174,90	1,60		0,03	0,00		0,02		
6	3	4,68	174,25	0,65	2,25	0,04	0,00	0,01	0,02	0,02	
7		5,43	171,10	3,15		0,04	0,01		0,03		
8	4	6,24	169,45	1,65	4,80	0,05	0,01	0,02	0,04	0,04	
9		7,01	168,32	1,14		0,05	0,01		0,04		
10	5	7,78	166,00	2,32	3,45	0,06	0,01	0,02	0,05	0,05	0,07

	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	1,30	1,30

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Pöllersbach (Schwechateinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Arlin
		0,00	384,50			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		0,28	382,61	1,89		0,02	0,00		0,00		
2	1	0,57	369,52	13,09	14,98	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	
3		0,80	364,94	4,58		0,06	0,02		0,06		
4	2	1,10	359,22	5,72	10,30	0,09	0,04	0,06	0,10	0,09	
5		1,33	354,11	5,11		0,10	0,04		0,14		
6	3	1,61	347,25	6,86	11,97	0,13	0,07	0,11	0,21	0,19	
7		1,88	344,79	2,46		0,15	0,03		0,23		
8	4	2,14	339,86	4,93	7,39	0,17	0,07	0,09	0,30	0,29	
9		2,40	332,00	7,86		0,19	0,12		0,42		
10	5	2,69	326,00	6,00	13,86	0,21	0,10	0,22	0,52	0,51	0,53

Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
	1,01	1,03

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

13.1 Potentialermittlungsansätze - Sattelbach (Schwechateinzugsgebiet)

Potentialermittlungspunkte		[km]	Höhen [m]			[m³/s]	Roharbeitsvermögen [GWh/a]				
P Ar10	P Ar5	Flusskilometer	Höhenkoten	Δh_Ar10	Δh_Ar5	MQ	Ar10	Ar5	Σ Ar10	ΣAr 5	Ar linear
		0,00	388,50			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1		1,04	373,15	15,35		0,07	0,05		0,05		
2	1	2,06	362,50	10,65	26,00	0,14	0,10	0,16	0,14	0,16	
3		3,10	347,67	14,83		0,21	0,22		0,37		
4	2	4,15	339,70	7,97	22,80	0,28	0,17	0,42	0,54	0,57	
5		5,21	338,00	1,70		0,36	0,05		0,59		
6	3	6,26	336,30	1,70	3,40	0,43	0,06	0,10	0,64	0,68	
7		7,30	325,56	10,74		0,50	0,43		1,07		
8	4	8,32	305,00	20,56	31,30	0,57	0,94	1,34	2,01	2,02	
9		9,35	288,50	16,50		0,64	0,86		2,87		
10	5	10,39	283,00	5,50	22,00	0,71	0,32	1,21	3,19	3,23	3,22

	Arlin/Ar10	Arlin/Ar5
Unschärfe bei linearer Vereinfachung:	1,01	1,00

Ar5.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 5 Diskretisierungsabschnitte

Ar10.....Potentialermittlung mit Unterteilung in 10 Diskretisierungsabschnitte

$$Ar_{(x)} = \left(\frac{MQ_{(x-1)} + MQ_{(x)}}{2} \right) * \Delta h_{(x)} * 0,0859 + Ar_{(x-1)}$$

14 Lebenslauf



Georg Seidl, Bakk. techn.

Ausbildung

1989 – 1993	Volksschule, Spittal/Drau
1993 – 1997	Hauptschule III, Spittal/Drau
1997 – 2002	HBLA für Forstwirtschaft, Bruck an der Mur
2/2004 – 11/2008	Bachelor - Studium der Kulturtechnik und Wasserwirtschaft an der Universität für Bodenkultur, Wien
seit 11/2008	Master – Kulturtechnik und Wasserwirtschaft Master – Wasserwirtschaft und Umwelt an der Universität für Bodenkultur, Wien

Berufliche Tätigkeiten

8/2010 – 10/2010	Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur Felderhebung und Datenaufbereitung bei Projekt HYPOLAST: Untersuchung energiewirtschaftlicher Potentiale an bestehenden Querbauwerken für Kleinwasserkraftnutzung
6/2010 – 11/2010	Arbeitsgemeinschaft für Ökologie, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft „Büro FREIWASSER“ Werkvertragsbasis: Planungsarbeiten für Life-Projekte, sowie technische Zeichenarbeiten
7/2009 – 9/2009	Ingenieurbüro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft „MAYR&SATTLER“ Ereignisdokumentation von Hochwasserereignissen für verschiedene Gemeinden in Kärnten, Vermessungsarbeiten
3-7/2009	Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur Tutorium für konstruktiven Wasserbau - Prof. Nachtnebel
6-9/2008	Land Steiermark Wildeinflussmonitoring
Seit 11/2007	Österreichischer Wasser und Abfallwirtschaftsverband ÖWAV Geringfügige Beschäftigtigung
8-10/2007	Kulturtechnikbüro Vierbauch Spittal/Drau Beweissicherung, Bearbeiten von CAD-Plänen, hydraulische Berechnungen und unterstützende Tätigkeiten
8-10/2006	Marktgemeinde Tulbing Überprüfung von Hausanschlüssen
2003,2004,2005	ÖBf-AG Forstbetrieb Kärnten-Lungau Tätigkeiten im Bereich Immobilien und Seenbewirtschaftung

Universitäre Arbeiten

Bakkalaureat-Arbeit:

„Interpretation des Zusammenhanges wasserbaulicher Eingriffe mit flussmorphologischen Gegebenheiten und fischökologischen Aspekten anhand des Mureinzugsgebietes im Lungau“

Betreuung: Prof. MADER, Prof. SCHMUTZ

Fächerübergreifende Abschlussarbeit:

„Fischaufstiegshilfe im hydraulischen Modellversuch“

Betreuung: Prof. MADER
