



**Eidg. Forschungsanstalt WSL**  
Institut fédéral de recherches WSL  
Istituto federale di ricerca WSL  
Swiss Federal Research Institute WSL

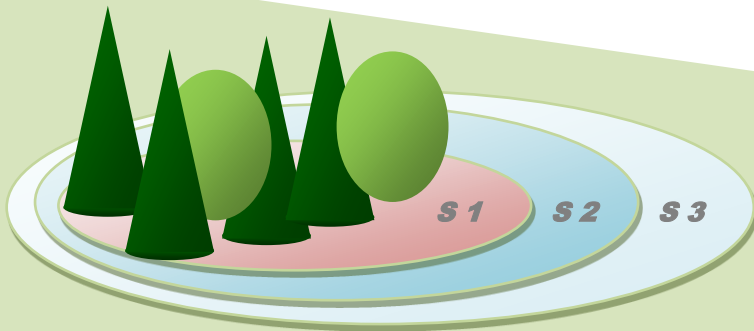
## Trinkwasserschutz-Tool

---

Berechnung von Mehraufwand und Minderertrag infolge des  
Trinkwasserschutzes im Wald

---

**Benutzerhandbuch**, Februar 2012



## Impressum

- Auftraggeber:** Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Wald  
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
- Auftragnehmer:** Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
- AutorInnen:** Clemens Blattert, Anton Bürgi, Renato Lemm (alle WSL)
- Begleitung BAFU:** Silvio Schmid (Abt. Wald)
- Hinweis:** Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>I</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2. AUFBAU UND FUNKTION .....</b>	<b>3</b>
<b>3. BENUTZEROBERFLÄCHEN DES TRINKWASSERSCHUTZ-TOOLS .....</b>	<b>6</b>
3.1    START .....	7
3.2    ARBEITSOBJEKT .....	8
3.3    KOSTENANSÄTZE DER HOLZERNTEVERFAHREN .....	9
3.3.1 <i>Holzernteverfahren 1</i> .....	9
3.3.2 <i>Holzernteverfahren 2</i> .....	10
3.3.3 <i>Holzernteverfahren 3</i> .....	11
3.4    ZUSÄTZLICHE KOSTEN FÜR TRANSPORT DES HOLZES AUSSERHALB S3 .....	12
3.5    ZUSÄTZLICHE KOSTEN FÜR AUFFANGWANNEN .....	13
3.6    ZUSÄTZLICHE KOSTEN FÜR UMSETZEN AUF AUSWEICHFLÄCHE .....	14
3.7    ZUSÄTZLICHE KOSTEN FÜR UMWELTVERTRÄGLICHE TREIB- UND SCHMIERSTOFFE .....	15
3.7.1 <i>Holzernteverfahren 1</i> .....	15
3.7.2 <i>Holzernteverfahren 2</i> .....	16
3.7.3 <i>Holzernteverfahren 3</i> .....	17
3.8    DIFFERENZ IM ERNTEKOSTENFREIEN ERLÖSES BEI ERHÖHUNG DES LAUBHOLZ-ANTEILS .....	18
3.9    AKTUELLE HOLZPREISE .....	19
3.10   ZUSÄTZLICHE KOSTEN FÜR DAS BETANKEN DER MOTORSÄGE IN S3 .....	20
3.11   ZUSÄTZLICHE KOSTEN DURCH ENTFERNEN VON ERNTERÜCKSTÄNDEN .....	21
3.12   ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE .....	22
3.12.1 <i>Holzernteverfahren 1</i> .....	22
3.12.2 <i>Holzernteverfahren 2</i> .....	23
3.12.3 <i>Holzernteverfahren 3</i> .....	24
<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>25</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>ABBILDUNG 1:</b>	AUFBAU DES EXCEL-TOOLS; DIE STRUKTUR UMFASST DREI STRÄNGE, FÜR JEDES HOLZERNTVERFAHREN EINEN. DIE EINZELNEN STRÄNGE SPIEGELN DIE INDIVIDUELL BERÜCKSICHTIGTEN KOSTENRELEVANTEN MASSNAHMEN WIEDER (VGL. TABELLE 2). ....	5
<b>ABBILDUNG 2:</b>	STARTOBERFLÄCHE DES EXCEL-TOOLS.....	7
<b>ABBILDUNG 3:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ARBEITSOBJEKT; EINGABE DER GRÖSSE UND DER JÄHRLICHEN NUTZUNGSMENGE IN DER GRUNDWASSERSCHUTZZONE S2 UND S3. ....	8
<b>ABBILDUNG 4:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE FÜR DIE EINGABE DER KOSTENANSÄTZE DES HOLZERNTVERFAHRENS 1.....	9
<b>ABBILDUNG 5:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE FÜR DIE EINGABE DER KOSTENANSÄTZE DES HOLZERNTVERFAHRENS 2.....	10
<b>ABBILDUNG 6:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE FÜR DIE EINGABE DER KOSTENANSÄTZE DES HOLZERNTVERFAHRENS 3.....	11
<b>ABBILDUNG 7:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN FÜR DEN TRANSPORT DES HOLZES AUSSERHALB S3. ....	12
<b>ABBILDUNG 8:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN FÜR AUFFANGWANNEN.....	13
<b>ABBILDUNG 9:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN FÜR DAS UMSETZEN AUF EINE AUSWEICHFLÄCHE. ...	14
<b>ABBILDUNG 10:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN FÜR UMWELTVERTRÄGLICHE TREIB- UND SCHMIERSTOFFE IM HV 1. ....	15
<b>ABBILDUNG 11:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN FÜR UMWELTVERTRÄGLICHE TREIB- UND SCHMIERSTOFFE IM HV 2. ....	16
<b>ABBILDUNG 12:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN FÜR UMWELTVERTRÄGLICHE TREIB- UND SCHMIERSTOFFE IM HV 3. ....	17
<b>ABBILDUNG 13:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER DIFFERENZ IM ERNTEKOSTENFREIEN ERLÖS BEI ERHÖHUNG DES LAUBHOLZANTEILS. ....	18
<b>ABBILDUNG 14:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE FÜR DIE EINGABE DER AKTUELLEN HOLZPREISE.....	19
<b>ABBILDUNG 15:</b>	TABELLEN-BLATT ZUR BERECHNUNG DER ERNTEKOSTENFREIEN ERLÖSE.....	20
<b>ABBILDUNG 16:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN FÜR DAS BETANKEN DER MOTORSÄGE IN S3. ....	20
<b>ABBILDUNG 17:</b>	BENUTZEROBERFLÄCHE ZUR BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN DURCH DAS ENTFERNEN VON ERNTERÜCKSTÄNDEN. ....	21
<b>ABBILDUNG 18:</b>	ZUSAMMENFASSUNG DES MERKAUFWANDES UND MINDERERTRAGES FÜR DIE BERECHNUNGEN IM HV 1.....	22
<b>ABBILDUNG 19:</b>	ZUSAMMENFASSUNG DES MERKAUFWANDES UND MINDERERTRAGES FÜR DIE BERECHNUNGEN IM HV 2.....	23
<b>ABBILDUNG 20:</b>	ZUSAMMENFASSUNG DES MERKAUFWANDES UND MINDERERTRAGES FÜR DIE BERECHNUNGEN IM HV 3.....	24

## Tabellenverzeichnis

<b>TABELLE 1:</b>	STANDARD-HOLZERNTVERFAHREN, DIE FÜR DIE BERECHNUNGEN IM EXCEL-TOOL UNTERSCHIEDEN WERDEN. ....	3
<b>TABELLE 2:</b>	DIE KOSTENRELEVANTEN MASSNAHMEN WERDEN JE HOLZERNTVERFAHREN INDIVIDUELL BERÜCKSICHTIGT. FÜR DIE BERECHNUNG DER ZUSÄTZLICHEN KOSTEN INFOLGE UMWELTVERTRÄGLICHER TREIB- UND SCHMIERSTOFFE WURDE JE HV EINE EXTRA FORMEL ERSTELLT ( $X_{(1)}$ , $X_{(2)}$ , $X_{(3)}$ ). ....	4
<b>TABELLE 3:</b>	KENNGRÖSSEN ZUR WASSERSCHUTZZONE HEIMENHOLZ IN RHEINFELDEN.....	6
<b>TABELLE 4:</b>	KOSTENANSÄTZE FÜR DIE TEILPROZESSE „FÄLLEN UND AUFARBEITEN“ UND „RÜCKEN“ DER DREI HOLZERNTVERFAHREN. ....	6

## 1. Einleitung

Das Trinkwasserschutz-Tool dient zur Berechnung des Mehraufwandes und Minderertrages, die bei der Waldbewirtschaftung innerhalb von Grundwasserschutzzonen (S2 und S3) durch die gesetzlichen Vorschriften und Empfehlungen entstehen. Die ermittelten Ergebnisse sollen im Rahmen von sachpolitischen Diskussionen (Thema Ausgleichszahlungen) zwischen Waldbesitzern und Wasserversorgern herangezogen werden. Für die Berechnungen werden mehrere Annahmen getroffen. Die mit dem Tool errechneten Ergebnisse verstehen sich dementsprechend als Richtwerte und bieten lediglich die Grundlage für Verhandlungen.

Die Anwendung ist einfach zu handhaben und basiert auf Microsoft Excel. Die Benutzung des Tools beschränkt sich jedoch auf fachkundige Personen, die mit den örtlichen Gegebenheiten gut vertraut sind. Eine Reihe von Eingangsgrößen, wie z.B. die Ermittlung der Standortseigenschaften (Bonität) sowie der jährlichen Holznutzungsmengen und zusätzlichen Transportdistanzen sind für Laien schwierig zu erheben. Von der Realität abweichende Werte können das Ergebnis der Berechnungen massgeblich beeinflussen.

## 2. Aufbau und Funktion

Für die Berechnung des Mehraufwandes und Minderertrages kann zur Abbildung der spezifischen Verhältnisse innerhalb der Grundwasserschutzzone zwischen drei Standard-Holzernteverfahren (HV) ausgewählt werden (vgl. Tabelle 1). Das HV 1 beschreibt ein motormanuelles Ernteverfahren. HV 2 beschreibt demgegenüber ein vollmechanisiertes Ernteverfahren. Das HV 3 steht für ein in der Praxis angewandtes Ernteverfahren in Steillagen. Durch diese Aufteilung in drei HV wird der Geländesituation Rechnung getragen, indem zwischen befahrbaren (HV 2) und nicht befahrbaren Beständen (HV 3) unterschieden werden kann. Gleichzeitig wird indirekt auch der BHD des ausscheidenden Bestandes berücksichtigt. BHDs über 50 cm können in der Regel nicht mehr vollmechanisiert geerntet, sondern müssen motormanuell gefällt werden.

**Tabelle 1:** Standard-Holzernteverfahren, die für die Berechnungen im Excel-Tool unterschieden werden.

Holzernteverfahren (HV)	Prozess „Fällen und Aufarbeiten“	Prozess „Rücken“
1. Motormanuelles Verfahren	motormanuell	Forstspezialschlepper
2. Vollmechanisiertes Verfahren	Harvester	Forwarder
3. Verfahren für Steillagen	motormanuell	Mobilseilkran

Innerhalb des jeweiligen HV werden die einzelnen kostenrelevanten Massnahmen, welche ausgehend von den gesetzlichen Vorschriften und den Empfehlungen definiert wurden, individuell berücksichtigt (vgl. Tabelle 2; vgl. Schlussbericht Kapitel 3.8).

Diese individuelle Berücksichtigung bildet gleichzeitig die Grundstruktur des Excel-Tools, welche sich in drei „Strängen“ widerspiegelt, von denen jeder ein HV darstellt (vgl. Abbildung 1). Die einzelnen Stränge untergliedern sich in verschiedene Benutzeroberflächen. Auf den ersten beiden Benutzeroberflächen werden Angaben zu den Schutzzonen selbst, als auch zu den Kostenansätzen der Holzernteverfahren gemacht. Auf den übrigen findet die eigentliche Berechnung des Mehraufwandes und Minderertrages statt. Die verschiedenen Oberflächen eines Stranges müssen systematisch abgearbeitet werden. Das Ende eines jeden Stranges bildet

die Ergebniszusammenfassung. Die Benutzerführung entlang der Oberflächen erfolgt über Makros, welche sich in Form von Buttons am linken Rand befinden.

**Tabelle 2:** Die kostenrelevanten Massnahmen werden je Holzernteverfahren individuell berücksichtigt. Für die Berechnung der zusätzlichen Kosten infolge umweltverträglicher Treib- und Schmierstoffe wurde je HV eine extra Formel erstellt ( $X_{(1)}$ ,  $X_{(2)}$ ,  $X_{(3)}$ ).

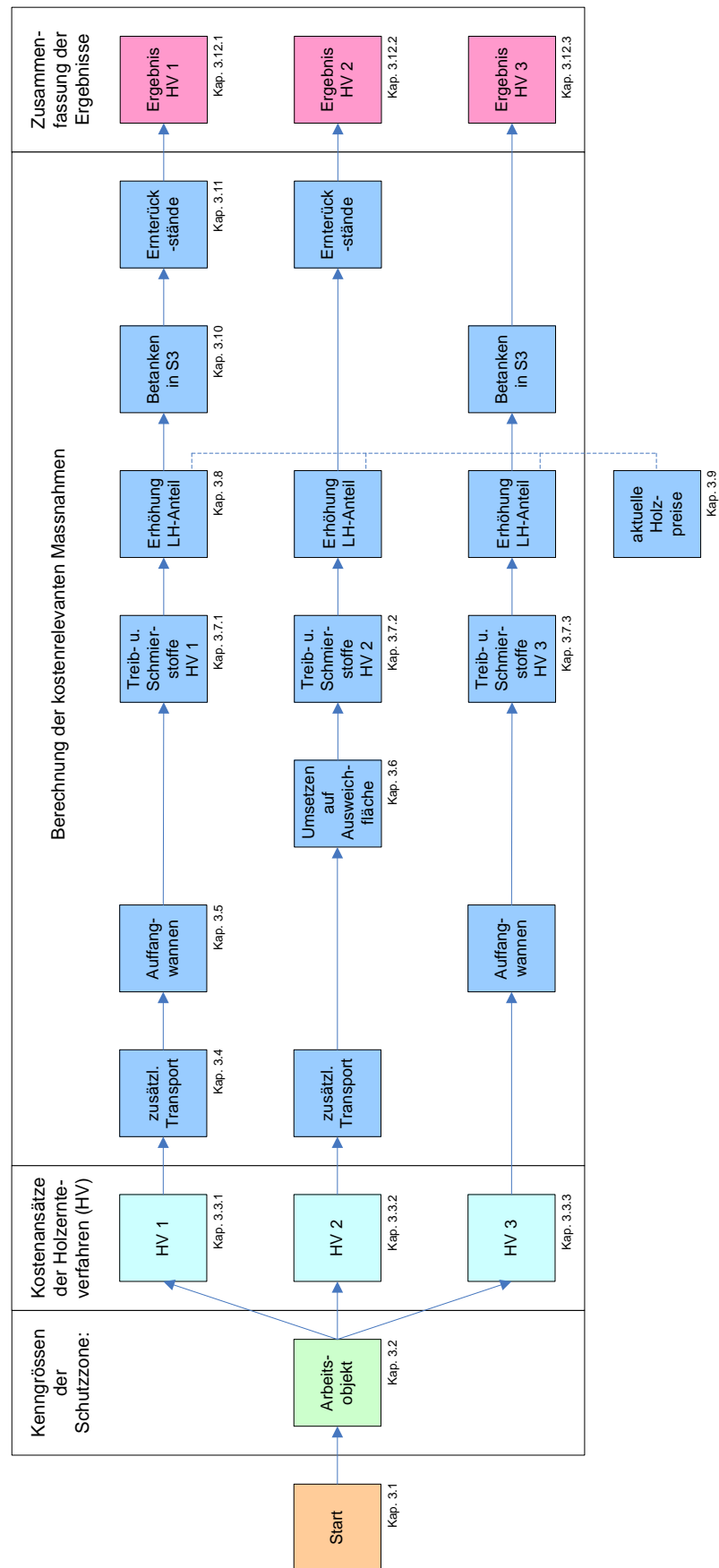
Beschränkung → abgeleitete Massnahme	HV 1	HV 2	HV 3
Keine chemische Behandlung/Keine Lagerung von behandeltem Holz (VS 3) → <i>Zusätzliche Kosten für Transport des Holzes ausserhalb S3 (<math>ZK_{Trans}</math>)</i>	X	X	
Keine ungeschützte Lagerung und Umfüllung von Betriebsstoffen (ES 3) → <i>Zusätzliche Kosten für Auffangwannen (<math>ZK_{Wanne}</math>)</i>	X		X
Bodenschonende Befahrung (ES 3) → <i>Zusätzliche Kosten für Umsetzen auf Ausweichfläche (<math>ZK_{Ums}</math>)</i>		X	
Umweltverträglicher Treib- und Schmierstoffe (ES 3) → <i>Zusätzliche Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe (<math>ZK_{TS}</math>)</i>	X (1)	X (2)	X (3)
Bevorzugen von Laubbaumarten (ES 3) → <i>Differenz im erntekostenfreien Erlös bei Erhöhung des Laubholz-Anteils (<math>DIFF_{LHNN}</math>)</i>	X	X	X
Kein Betanken von Maschinen (ES 2) → <i>Zusätzliche Kosten für das Betanken der Motorsäge in S3 (<math>ZK_{Tank}</math>)</i>	X		X
Entfernen von Schlagabraum (ES 2) → <i>Zusätzliche Kosten durch Entfernen von Ernterückständen (<math>ZK_{Er}</math>)</i>	X	X	

Die Berechnungen im Tool erfordern verschiedene Eingangsgrössen. Um den Erfassungsaufwand zu minimieren werden die Eingangsgrössen in drei unterschiedliche Kategorien eingeteilt und durch eine entsprechende Farbgebung gekennzeichnet:

- **„i“ = individueller Wert**  
Sind Eingangsgrössen, welche zur Abbildung der individuellen Situation in der Grundwasserschutzzone eingegeben werden müssen (z.B. Grösse der Schutzzone, jährliche Holznutzungsmenge).
- **„d“ = Defaultwert**  
Als Defaultwert gekennzeichnete Eingangsgrössen, werden im Tool als vordefinierte Werte zur Berechnung angeboten. Diese können jedoch mit eigenen Werten überschrieben werden (z.B. Kostenansätze für die Holzernte, Holzpreise). Durch die Vorgabe von Defaultwerten wird der Erhebungsaufwand von Eingangsgrössen reduziert. Sind entsprechende Werte vorhanden, können diese jedoch zur besseren Abbildung der jeweiligen Grundwasserschutzzone überschrieben werden. Das Tool bleibt somit flexibel.
- **„f“ = Fixwert**  
Bei den Fixwerten handelt es sich um vorgegebene Standardwerte. Diese können nicht geändert werden (z.B. Verbrauch von Hydrauliköl).

Um den Mehraufwand und Minderertrag für eine konkrete Grundwasserschutzzone berechnen zu können, müssen mindestens die „individuellen Werte“ eingegeben werden.

**Damit eine Eingabe im Tool übernommen wird, muss diese jeweils mit der Entertaste beendet werden. Ob eine Eingabe übernommen wurde, erkennt man daran, dass der markierte Rahmen der aktuellen Zelle auf die nächst untere Zeile springt.**



**Abbildung 1:** Aufbau des Excel-Tools; die Struktur umfasst drei Stränge, für jedes Holzermittlungsverfahren einen. Die einzelnen Stränge spiegeln die individuell berücksichtigten kostenrelevanten Massnahmen wieder (vgl. Tabelle 2).

### 3. Benutzeroberflächen des Trinkwasserschutz-Tools

In den Kapiteln 3.1 bis 3.12 werden die Benutzeroberflächen des Tools vorgestellt. Als Eingabebeispiel dient die Grundwasserschutzzone Heimenholz in Rheinfelden, Kanton AG. In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kenngrößen der Schutzzone zusammengefasst (vgl. Schlussbericht Kapitel 4).

**Tabelle 3:** Kenngrößen zur Wasserschutzzone Heimenholz in Rheinfelden.

Beschreibung	Einheit	Heimenholz
Grösse Grundwasserschutzzone S2	ha	14
Grösse Grundwasserschutzzone S3	ha	47
Ø Marschdistanz zur Grenze von S2	km	0.26
Ø zusätzl. Rückedistanz auf der Strasse bis ausserhalb S3	km	0.6
Jährliche Nutzungsmenge S2	m <sup>3</sup> a <sup>-1</sup>	158
Jährliche Nutzungsmenge S3	m <sup>3</sup> a <sup>-1</sup>	531
Nutzungsmenge S2 und S3 pro Hektar und Jahr	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	11.3
Laubholzanteil IST	%	50
Laubholzanteil SOLL	%	100
Bonität Fichte	-	26
Bonität Buche	-	22

Für die Kostenansätze der Teilprozesse „Fällen und Aufarbeiten“ sowie „Rücken“ der drei Holzernteverfahren, werden die Lohn- und Tarifempfehlungen des Verbandes Schweizerischer Forstunternehmungen herangezogen (VSFU 2010a, 2010b, 2010c). Tabelle 4 fasst die Kostenansätze zusammen (vgl. Schlussbericht Kapitel 4).

**Tabelle 4:** Kostenansätze für die Teilprozesse „Fällen und Aufarbeiten“ und „Rücken“ der drei Holzernteverfahren.

Beschreibung	Einheit	Kostenansatz
<b>HV 1:</b> motormanuelle Holzhauerei	Fr.h <sup>-1</sup>	75
Forstspezialschlepper	Fr.h <sup>-1</sup>	190
<b>HV 2:</b> Radharvester	Fr.h <sup>-1</sup>	300
Forwarder	Fr.h <sup>-1</sup>	200
<b>HV 3:</b> motormanuelle Holzhauerei	Fr.h <sup>-1</sup>	75
Mobilseilkran	Fr.h <sup>-1</sup>	230



### 3.1 Start



**Abbildung 2:** Startoberfläche des Excel-Tools.

Beim Öffnen der Excel-Datei erscheint die Startoberfläche. Über den Button Arbeitsobjekt gelangt man zur nächsten Benutzeroberfläche, wo die eigentlichen Berechnungen beginnen.

Auf der Startoberfläche befinden sich die Adressen von drei Kontaktpersonen, an welche man sich bei Fragen wenden kann.

## 3.2 Arbeitsobjekt

Arbeitsobjekt

Start

Arbeitsobjekt

**Arbeitsort** Heimenholz in Rheinfelden (AG)

Grösse Grundwasserschutzzone S2	14		ha
Grösse Grundwasserschutzzone S3	47		ha
Jährliche Nutzungsmenge in S2	158		m <sup>3</sup> /a
Jährliche Nutzungsmenge in S3	531		m <sup>3</sup> /a

**Auswahl des Holzernteverfahrens:**

Holzernteverfahren (HV)	Prozess: "Fällen / Aufarbeiten"	"Rücken"	
HV 1) <b>Motormanuelles Verfahren</b>	motormanuell	Forstspezialschlepper	HV 1
HV 2) <b>Vollmechanisiertes Verfahren</b>	Harvester	Forwarder	HV 2
HV 3) <b>Verfahren für Steillagen</b>	motormanuell	Mobilseilkran	HV 3

**Abbildung 3:** Benutzeroberfläche Arbeitsobjekt; Eingabe der Grösse und der jährlichen Nutzungsmenge in der Grundwasserschutzzone S2 und S3.

Unter der Benutzeroberfläche Arbeitsobjekt werden die allgemeinen individuellen Angaben zur Grundwasserschutzzone eingegeben, wie Name und Lage der Schutzzone als auch deren Grösse und die jährlich zu erwartende Nutzungsmenge. Diese werden auf den nachfolgenden Benutzeroberflächen und den dort stattfindenden Berechnungen der kostenrelevanten Massnahmen übernommen.

Über die Buttons HV1, HV2 und HV 3 wird die Auswahl des Holzernteverfahrens getroffen, anhand dessen der Mehraufwand und Minderertrag für die Grundwasserschutzzone berechnet werden soll.

### 3.3 Kostenansätze der Holzernteverfahrenen

#### 3.3.1 Holzernteverfahren 1

Holzernteverfahren 1		HV 1
Start	Motormanuelles Verfahren	
Arbeitsobjekt	Kostenansätze	
HV 1	Fällen / Aufarbeiten:	motormanuelle Holzhauerei (Personal + Motorsäge) <span style="float: right;">75 Fr./h</span>
zusätzl. Transport	Rücken:	Forstspezialschlepper (Maschinist + Schlepper) <span style="float: right;">190 Fr./h</span>
Auffangwanne		
Treib- und Schmierstoffe		
Erhöhung LH-Anteil		
Betanken in S3		
Ernterückstände		
Ergebnis		

Abbildung 4: Benutzeroberfläche für die Eingabe der Kostenansätze des Holzernteverfahrens 1.

Wird auf der Benutzeroberfläche Arbeitsobjekt (vgl. Kapitel 3.2) der Button HV 1 ausgewählt, gelangt man auf die Benutzeroberfläche des motormanuellen Ernteverfahrens (motormanuelle Holzhauerei + Forstspezi- alschlepper). Die Kostenansätze für die Prozesse „Fällen/Aufarbeiten“ und „Rücken“ haben den Status eines Defaultwertes und können durch eigene Kostenansätze überschrieben werden. Die Eingaben werden für die folgenden Berechnungen der kostenrelevanten Massnahmen übernommen.

Auf der linken Seite befinden sich die Buttons der verschiedenen kostenrelevanten Massnahmen, die nach- einander abgearbeitet werden müssen. Das Ende bildet die Ergebniszusammenfassung. Um auf die nächste Benutzeroberfläche zu gelangen, wird der Button zusätzl. Transport aktiviert.

### 3.3.2 Holzernteverfahren 2

Holzernteverfahren 2		HV 2
Start	Vollmechanisiertes Verfahren	
Arbeitsobjekt	Kostenansätze	
HV 2	Fällen / Aufarbeiten:	Harvester (Maschinist + Harvester) <span style="float: right;">300 Fr./h</span>
zusätzl. Transport	Rücken:	Forwarder (Maschinist + Forwarder) <span style="float: right;">200 Fr./h</span>
Umsetzen auf Ausweichfläch		
Treib- und Schmierstoffe		
Erhöhung LH-Anteil		
Ernterückstände		
Ergebnis		

**Abbildung 5:** Benutzeroberfläche für die Eingabe der Kostenansätze des Holzernteverfahrens 2.

Wird unter Arbeitsobjekt (vgl. Kapitel 3.2) der Button HV 2 ausgewählt, gelangt man auf die Benutzeroberfläche des vollmechanisierten Ernteverfahrens (Harvester + Forwarder). Hier können äquivalent zum HV 1 Kostenansätze für die beiden Prozesse „Fällen/Aufarbeiten“ und „Rücken“ eingegeben werden.

Auf der linken Seite befinden sich wiederum die Buttons der verschiedenen kostenrelevanten Massnahmen, die nacheinander abgearbeitet werden müssen.

### 3.3.3 Holzernteverfahren 3

Holzernteverfahren 3		HV 3
Start	Verfahren für Steillagen	
Arbeitsobjekt	Kostenansätze	
HV 3	Fällen / Aufarbeiten:	motormanuelle Holzhauerei (Personal + Motorsäge) <span style="float: right;">75 Fr./h</span>
Auffangwanne	Rücken:	Mobilseilkran (Maschinist + Seilkran) <span style="float: right;">230 Fr./h</span>
Treib- und Schmierstoffe		
Erhöhung LH-Anteil		
Betanken in S3		
Ergebnis		

**Abbildung 6:** Benutzeroberfläche für die Eingabe der Kostenansätze des Holzernteverfahrens 3.

Durch die Wahl des Button HV 3 unter Arbeitsobjekt (vgl. Kapitel 3.2), gelangt man auf die Benutzeroberfläche des Ernteverfahrens für Steillagen (motormanuelle Holzhauerei + Mobilseilkran). Hier können äquivalent zum HV 1 und HV 2 entsprechende Kostenansätze für die beiden Arbeitsprozesse „Fällen/Aufarbeiten“ und „Rücken“ eingegeben werden.

### 3.4 Zusätzliche Kosten für Transport des Holzes ausserhalb S3

Zusätzliche Kosten für Transport des Holzes ausserhalb S3		HV 1
Start	Vorschrift: Keine chemische Behandlung von gelagertem Holz / keine Lagerung von behandeltem Holz (VS 3)	
Arbeitsobjekt	$ZK_{\text{Trans}} = \frac{2 \times D \times K_{\text{Rück}} \times N_{\text{S2+3}}}{V_{\text{Fahrz}} \times L_{\text{Vol}}}$	
HV 1		
zusätzl. Transport	Zusätzliche Rückedistanz auf der Strasse bis ausserhalb S3	Abk. D 0.6 km
Auffangwanne	Durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit	V <sub>Fahrz</sub> 10 km/h
Treib- und Schmierstoffe	Kostenansatz Rücken (Maschinist + Schlepper)	K <sub>Rück</sub> 190 Fr./h
Erhöhung LH-Anteil	Nutzungsmenge in S2 und S3 pro Hektar und Jahr	N <sub>S2+S3</sub> 11.3 m <sup>3</sup> /(ha a)
Betanken in S3	Lastvolumen Forstspeziialschlepper	L <sub>Vol</sub> 4 m <sup>3</sup>
Ernterückstände	Zusätzliche Kosten für Transport des Holzes ausserhalb S3	ZK <sub>Trans</sub> <u>64.38 Fr./ha a</u>
Ergebnis		

Abbildung 7: Benutzeroberfläche zur Berechnung der zusätzlichen Kosten für den Transport des Holzes ausserhalb S3.

Für die Berechnung der zusätzlichen Transportkosten ( $ZK_{\text{Trans}}$ ) ist die Eingabe des individuellen Wertes für die zusätzliche Rückedistanz auf der Strasse bis ausserhalb von S3 ( $D$ ) notwendig. Bei der durchschnittlichen Fahrzeuggeschwindigkeit ( $V_{\text{Fahrz}}$ ) und dem Lastvolumen des Forstspeziialschleppers ( $L_{\text{Vol}}$ ) handelt es sich um Defaultwerte, die bei Bedarf angepasst werden können. Der Kostenansatz für das Rücken ( $K_{\text{Rück}}$ ) sowie die Nutzungsmenge in S2 und S3 pro Hektar und Jahr ( $N_{\text{S2+S3}}$ ) wurden aus den vorherigen Eingaben übernommen und sind nun Fixwerte.

### 3.5 Zusätzliche Kosten für Auffangwannen

Zusätzliche Kosten für Auffangwannen		HV 1																					
Start	Empfehlung: Keine ungeschützte Lagerung und Umfüllung von Betriebsstoffen (ES 3)																						
Arbeitsobjekt	$A_{\text{Wanne}} = \frac{A_{S2+S3}}{200 \text{ ha}}$ (Ergebnis wird aufgerundet)																						
HV 1	$ZK_{\text{Wanne}} = \frac{A_{\text{Wanne}} \times K_{\text{Wanne}}}{L_{\text{dauer}} \times A_{S2+S3}}$																						
zusätzl. Transport																							
Auffangwanne	Anzahl benötigter Wannen	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Abk.</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>A_{\text{Wanne}}</math></td> <td>(genau)</td> <td>0.31 -</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(gerundet)</td> <td>1 -</td> </tr> <tr> <td><math>K_{\text{Wanne}}</math></td> <td></td> <td>42 Fr.</td> </tr> <tr> <td><math>L_{\text{dauer}}</math></td> <td></td> <td>5 a</td> </tr> <tr> <td><math>A_{S2+S3}</math></td> <td></td> <td>61 ha</td> </tr> <tr> <td><math>ZK_{\text{Wanne}}</math></td> <td></td> <td><u>0.14 Fr./ha a</u></td> </tr> </tbody> </table>	Abk.			$A_{\text{Wanne}}$	(genau)	0.31 -		(gerundet)	1 -	$K_{\text{Wanne}}$		42 Fr.	$L_{\text{dauer}}$		5 a	$A_{S2+S3}$		61 ha	$ZK_{\text{Wanne}}$		<u>0.14 Fr./ha a</u>
Abk.																							
$A_{\text{Wanne}}$	(genau)	0.31 -																					
	(gerundet)	1 -																					
$K_{\text{Wanne}}$		42 Fr.																					
$L_{\text{dauer}}$		5 a																					
$A_{S2+S3}$		61 ha																					
$ZK_{\text{Wanne}}$		<u>0.14 Fr./ha a</u>																					
Treib- und Schmierstoffe	Anschaffungskosten einer Auffangwanne																						
Erhöhung LH-Anteil	Lebensdauer der Auffangwanne																						
Betanken in S3	Fläche S2 und S3																						
Ernterückstände																							
Ergebnis	Zusätzliche Kosten für Auffangwannen																						

Abbildung 8: Benutzeroberfläche zur Berechnung der zusätzlichen Kosten für Auffangwannen.

Eine Berechnung der zusätzlichen Kosten für Auffangwannen ( $ZK_{\text{Wanne}}$ ) für eine konkrete Grundwasserschutzzone ist ohne eine weitere Eingabe möglich. Die Flächengröße der Grundwasserschutzzone ( $A_{S2+S3}$ ), die zur Ermittlung der Anzahl Auffangwannen ( $A_{\text{Wanne}}$ ) notwendig ist, wird aus den vorherigen Eingaben übernommen. Die Anschaffungskosten einer Wanne ( $K_{\text{Wanne}}$ ) sowie die Lebensdauer ( $L_{\text{dauer}}$ ) sind Defaultwerte und könne bei Bedarf geändert werden.

### 3.6 Zusätzliche Kosten für Umsetzen auf Ausweichfläche

Zusätzliche Kosten für Umsetzen auf Ausweichfläche		HV 2
Start	Empfehlung: Bodenschonende Befahrung (ES 3)	
Arbeitsobjekt	$p_{t/a} = \frac{N_{S2+3}}{L_{Tag}}$	
HV 2	Ergebnis:	
zusätzl. Transport	falls $p_{t/a} \leq 3$	→ ist $p_{ums}$ 0
Umsetzen auf Ausweichfl.	" $> 3 - 5$	→ " 0.5
Treib- und Schmierstoffe	" $> 5 - 10$	→ " 0.75
Erhöhung LH-Anteil	" $> 10 - 20$	→ " 1
Ernterückstände	" $> 20$	→ " $\frac{p_{t/a}}{20}$
Ergebnis	Jährliche Nutzungsmenge in S2 und S3: Tägliche Maschinenleistung (Forwarder): Hiebstage pro Jahr	Abk. $N_{S2+S3}$ 689 m <sup>2</sup> /a $L_{tag}$ 100 m <sup>3</sup> /tag $p_{t/a}$ 6.9 Tage/Jahr
	$ZK_{Ums} = \frac{(K_{Tief} + K_{Rück}) \times 2 \times D_{ums} \times p_{ums}}{V_{Fahrz} \times A_{S2+S3}}$	
	Wahrscheinlichkeit des Umsetzens pro Jahr Kostenansatz des Tieflader + Fahrer Kostenansatz Rücken (Maschinist + Forwarder) Durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit des Tieflader Durchschnittliche Umsetzdistanz Fläche S2 und S3	Abk. $p_{ums}$ 0.75 /a $K_{Tief}$ 150 Fr./h $K_{Rück}$ 200 Fr./h $V_{Fahrz}$ 50 km/h $D_{ums}$ 20 km $A_{S2+S3}$ 61 ha
	Zusätzliche Kosten für Umsetzen auf Ausweichfläche	$ZK_{Ums}$ 3.44 Fr./ha a)

Abbildung 9: Benutzeroberfläche zur Berechnung der zusätzlichen Kosten für das Umsetzen auf eine Ausweichfläche.

Die Berechnung der zusätzlichen Kosten für das Umsetzen auf eine Ausweichfläche ( $ZK_{ums}$ ) im HV 2 erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird die Wahrscheinlichkeit des Umsetzens berechnet ( $p_{ums}$ ). Erst im zweiten Schritt erfolgt die eigentliche Berechnung des Mehraufwandes.

Die Werte für die tägliche Maschinenleistung ( $L_{Tag}$ ), des Kostenansatzes für den Tieflader inklusive Fahrer ( $K_{Tief}$ ), der durchschnittlichen Fahrzeuggeschwindigkeit des Tiefladers ( $V_{Fahrz}$ ) sowie der durchschnittlichen Umsetzdistanz ( $D_{ums}$ ) werden als Defaultwerte in die Berechnung eingebracht. Sie können für eine bessere Abbildung der Gegebenheiten vor Ort überschrieben werden.

Die jährliche Nutzungsmenge in S2 und S3 ( $N_{S2+S3}$ ) sowie die Fläche von S2 und S3 ( $A_{S2+S3}$ ) werden aus den vorherigen Eingaben übernommen und sind nun Fixwerte. Die Wahrscheinlichkeit des Umsetzens ( $p_{ums}$ ) wird von den Hiebtagen pro Jahr ( $p_{t/a}$ ) abgeleitet und ist ebenfalls ein Fixwert. Eine Möglichkeit zur Veränderung der Umsetzwahrscheinlichkeit liegt jedoch in der Modifizierung des Wertes für die tägliche Maschinenleistung.



## 3.7 Zusätzliche Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe

### 3.7.1 Holzernteverfahren 1

Zusätzliche Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe		HV 1	
Start	Empfehlung: Verwendung umweltverträglicher Treib- und Schmierstoffe (ES 3)		
Arbeitsobjekt	$ZK_{TS} = N_{S2+S3} \times [K_{gb} \times V_{gms} + K_{kö} \times V_{kms} + K_{hö} \times V_{hfs}]$		
HV 1	Nutzungsmenge in S2 und S3 pro Hektar und Jahr	<u>Abk.</u> $N_{S2+S3}$	11.3 m <sup>3</sup> /(ha a)
zusätzl. Transport	Preisdifferenz zwischen herköm. u. umweltver. Geräteb. Verbrauch des Gerätebenzins Motorsäge	$K_{gb}$ $V_{gms}$	2.2 Fr./l 0.5 l/m <sup>3</sup>
Auffangwanne	Preisdifferenz zwischen herköm. u. umweltver. Kettenöl Verbrauch des Sägekettenöls Motorsäge	$K_{kö}$ $V_{kms}$	1.8 Fr./l 0.1 l/m <sup>3</sup>
Treib- und Schmierstoffe	Preisdifferenz zwischen herköm. u. umweltver. Hydrauliköl Verbrauch des Hydrauliköls Forstspeziialschlepper	$K_{hö}$ $V_{hfs}$	4.7 Fr./l 0.03 l/m <sup>3</sup>
Erhöhung LH-Anteil			
Betanken in S3	Zusätzliche Kosten für umweltver. Treib- u. Schmierstoffe	$ZK_{TS}$	<u>16.05 Fr./(ha a)</u>
Ernterückstände			
Ergebnis			

Abbildung 10: Benutzeroberfläche zur Berechnung der zusätzlichen Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe im HV 1.

Die zusätzlichen Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe errechnen sich aus den Mehrkosten für ökologische Betriebsmittel, dem Verbrauch der Maschinen und der Nutzungsmenge in S2 und S3 pro Hektar und Jahr ( $N_{S2+S3}$ ). Der Verbrauch an Gerätebenzin ( $V_{gms}$ ) und an Sägekettenöl bei der Motorsäge ( $V_{kms}$ ) sowie der Verbrauch an Hydrauliköl beim Forstspeziialschlepper ( $V_{hfs}$ ) sind Fixwerte. Die Preisdifferenzen zwischen einem herkömmlichen und einem umweltverträglichen Gerätebenzin ( $K_{gb}$ ), Kettenöl ( $K_{kö}$ ) und Hydrauliköl ( $K_{hö}$ ) gehen als Defaultwerte in die Berechnungen ein und können zur Abbildung der aktuellen Preissituation geändert werden.

### 3.7.2 Holzernteverfahren 2

Zusätzliche Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe		HV 2	
Start	Empfehlung: Umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe (ES 3)		
Arbeitsobjekt	$ZK_{TS} = N_{S2+3} \times [K_{h\ddot{o}} \times (Vh_{hv} + Vh_{fw}) + K_{k\ddot{o}} \times Vk_{hv}]$		
HV 2	Nutzungsmenge in S2 und S3 pro Hektar und Jahr	$\frac{\text{Abk.}}{N_{S2+S3}}$	11.3 m <sup>3</sup> /(ha a)
zusätzl. Transport	Preisdifferenz zwischen herköm. u. umweltver. Hydrauliköl	$K_{h\ddot{o}}$	4.7 Fr./l
Umsetzen auf Ausweichfläch	Verbrauch des Hydrauliköls Harvester	$Vh_{hv}$	0.04 l/m <sup>3</sup>
Treib- und Schmierstoffe	Verbrauch des Hydrauliköls Forwarder	$Vh_{fw}$	0.01 l/m <sup>3</sup>
Erhöhung LH-Anteil	Preisdifferenz zwischen herköm. u. umweltver. Kettenöl	$K_{k\ddot{o}}$	1.8 Fr./l
Ernterückstände	Verbrauch des Sägekettenöls Harvester	$Vk_{hv}$	0.1 l/m <sup>3</sup>
Ergebnis	Zusätzliche Kosten für umweltver. Treib- u. Schmierstoffe	$ZK_{TS}$	<u>4.69 Fr./(ha a)</u>

Abbildung 11: Benutzeroberfläche zur Berechnung der zusätzlichen Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe im HV 2.

Im HV 2 sind die Verbrauchswerte des Hydrauliköls von Harvester ( $Vh_{hv}$ ) und Forwarder ( $Vh_{fw}$ ) sowie der Verbrauchswert an Sägekettenöl ( $Vk_{hv}$ ) ebenfalls Fixwerte und können nicht verändert werden. Preisdifferenzen zwischen einem herkömmlichen und einem umweltverträglichen Hydrauliköl ( $K_{h\ddot{o}}$ ) und Kettenöl ( $K_{k\ddot{o}}$ ) sind wiederum Defaultwerte und können durch aktuelle Werte ersetzt werden.

### 3.7.3 Holzernteverfahren 3

Zusätzliche Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe		HV 3	
Start	Empfehlung: Umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe (ES 3)		
Arbeitsobjekt	$ZK_{TS} = N_{S2+3} \times [K_{gb} \times V_{g_{ms}} + K_{k\ddot{o}} \times V_{k_{ms}} + K_{h\ddot{o}} \times V_{h_{skran}}]$		
HV 3	Nutzungsmenge in S2 und S3 pro Hektar und Jahr	<u>Abk.</u> $N_{S2+3}$	11.3 m <sup>3</sup> /(ha a)
Auffangwanne	Preisdifferenz zwischen herköm. u. umweltver. Geräteb. Verbrauch des Gerätebenzins Motorsäge	$K_{gb}$ $V_{g_{ms}}$	2.2 Fr./l 0.5 l/m <sup>3</sup>
Treib- und Schmierstoffe	Preisdifferenz zwischen herköm. u. umweltver. Kettenöl Verbrauch des Sägekettenöls Motorsäge	$K_{k\ddot{o}}$ $V_{k_{ms}}$	1.8 Fr./l 0.1 l/m <sup>3</sup>
Erhöhung LH-Anteil	Preisdifferenz zwischen herköm. u. umweltver. Hydrauliköl Verbrauch des Hydrauliköls Seilkran	$K_{h\ddot{o}}$ $V_{h_{skran}}$	4.7 Fr./l 0.03 l/m <sup>3</sup>
Betanken in S3			
Ergebnis	<b>Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe</b>	<b>ZK<sub>TS</sub></b>	<u><u>16.05</u></u> Fr./(ha a)

Abbildung 12: Benutzeroberfläche zur Berechnung der zusätzlichen Kosten für umweltverträgliche Treib- und Schmierstoffe im HV 3.

Beim HV 3 sind wie beim HV 1 die Verbrauchswerte an Gerätebenzin ( $V_{g_{ms}}$ ) und an Sägekettenöl bei der Motorsäge ( $V_{k_{ms}}$ ) Fixwerte. Im Gegensatz zum HV 1 wird das Holz nicht mit dem Forstspezialschlepper sondern mit dem Seilkran gerückt. Dementsprechend wird für die Berechnung der Hydraulikölverbrauch eines Seilkrans berücksichtigt ( $V_{h_{skran}}$ ). Die Preisdifferenzen zwischen einem herkömmlichen und einem umweltverträglichen Gerätebenzin ( $K_{gb}$ ), Kettenöl ( $K_{k\ddot{o}}$ ) und Hydrauliköl ( $K_{h\ddot{o}}$ ) sind wiederum auch im HV3 Defaultwerte und können durch aktuelle Werte ersetzt werden

### 3.8 Differenz im erntekostenfreien Erlös bei Erhöhung des Laubholz-Anteils

Differenz im erntekostenfreien Erlöse bei Erhöhung des Laubholz-Anteils

HV 1

Start

Empfehlung: Laubbäume bevorzugen (ES 3)

Arbeitsobjekt

HV 1

zusätzl. Transport

Auffangwanne

Treib- und Schmierstoffe

Erhöhung LH-Anteil

Betanken in S3

Ernterückstände

Ergebnis

$$DIFF_{LH NH} = \frac{(LH_{soll} - LH_{ist}) \times (E_{fi} - E_{bu})}{100}$$

Erntekostenfreier Erlös in Fr./ha a

Fichte				Buche			
Bonität	Holzernteverfahren			Bonität	Holzernteverfahren		
	1)	2)	3)		1)	2)	3)
18	67	513	-12	18	-89	116	-91
22	239	796	143	22	47	288	9
26	365	1114	238	26	96	432	42
30	500	1402	342				

aktuelle

	Abk.			
Laubholzanteil ist	LH <sub>ist</sub>	50	%	
Laubholzanteil soll	LH <sub>soll</sub>	100	%	
Erntekostenfreier Erlös für <b>Fichte</b> (entsprechend der Bonität)	E <sub>fi</sub>	365	Fr./ha a	Werte aus Tabelle entnehmen
Erntekostenfreier Erlös für <b>Buche</b> (entsprechend der Bonität)	E <sub>bu</sub>	47	Fr./ha a	
<b>Differenz im erntekostenfreien Erlös bei Erhöhung des LH-Anteils</b>	<b>DIFF<sub>LH NH</sub></b>	<b>159.00</b>	Fr./ha a	

Abbildung 13: Benutzeroberfläche zur Berechnung der Differenz im erntekostenfreien Erlös bei Erhöhung des Laubholzanteils.

Für die Berechnung der Differenz im erntekostenfreien Erlös müssen der Prozentsatz des aktuellen Laubholzanteils (LH<sub>ist</sub>) und der Prozentsatz des angestrebten Laubholzanteils (LH<sub>soll</sub>) in der Grundwasserschutzzone bestimmt werden. Der angestrebte Laubholzanteil sollte der potentiellen natürlichen Vegetation entsprechen. Für Schutzzone, die bereits einen hohen Laubholzanteil aufweisen, der nahe der potentiellen natürlichen Vegetation liegt, kann anstelle des aktuellen Laubholzanteils auch ein für den Standort minimaler Laubholzwert eingegeben werden. Als Grundlage können die Werte aus der Studie „Grundanforderung an den naturnahen Waldbau“ herangezogen werden (Kaufmann et al. 2010). Der bereits vorhandene hohe Laubholzanteil einer Grundwasserschutzzone wird dadurch einer „Vorleistung des Waldbesitzers“ gleichgesetzt (vgl. Schlussbericht Kapitel 3.5).

Der erntekostenfreie Erlös von Fichte (E<sub>fi</sub>) und Buche (E<sub>bu</sub>) wird, entsprechend der Bonität des Standortes, aus der Tabelle entnommen und in das jeweils dafür vorgesehen Feld eingegeben. Die Baumart Fichte und Buche stehen stellvertretend für Nadel- und Laubholz. Die Werte für die erntekostenfreien Erlöse werden durch die Kostenansätze des gewählten Holzernteverfahrens (vgl. Kapitel 3.3) und durch die Holzpreise beeinflusst. Holzpreise können über den Button „aktuelle Holzpreise“ geändert werden (vgl. Kapitel 3.9).

### 3.9 Aktuelle Holzpreise

Aktuelle Holzpreise

zurück zu HV 1

zurück zu HV 2

zurück zu HV 3

**FICHTE (Fr./m<sup>3</sup>)**

Sort.	D	C	B	A
1a	25	-	-	-
1b	25	70	80	-
2a	70	100	115	-
2b	75	105	125	-
3a	75	110	130	-
3b	75	110	135	-
4	75	110	150	-
5	75	105	170	600
6	75	105	190	600
Restholz	15			

**BUCHE (Fr./m<sup>3</sup>)**

Sort.	D	C	B	A
1a	30	-	-	-
1b	30	-	-	-
2a	30	-	-	-
2b	30	-	-	-
3a	65	65	75	500
3b	65	75	85	500
4	65	80	110	500
5	65	85	135	500
6	65	90	145	500
Restholz	30			

Für aktuelle Holzpreise siehe:  
"Empfehlungen zum Rundholzverkauf" der Holzproduzenten der Kantone Aargau, beide Basel, Bern und Solothurn

**Abbildung 14:** Benutzeroberfläche für die Eingabe der aktuellen Holzpreise.

Auf der Benutzeroberfläche aktuelle Holzpreise sollten je nach Marktsituation die derzeit gültigen Holzpreise je Sortiment und Qualität eingegeben werden. Richtwerte können z.B. den jährlich erscheinenden „Empfehlungen zum Rundholzverkauf“ der Holzproduzenten der Kantone Aargau, beide Basel, Bern und Solothurn entnommen werden. In Abbildung 14 dargestellt sind die Holzpreisempfehlungen für 2011 (Aargauischer Waldwirtschaftsverband et al. 2010). Eine Anpassung der Holzpreise an die aktuelle Marktsituation ist empfehlenswert, da sie einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der berechneten erntekostenfreien Erlöse haben (vgl. Kapitel 3.8).

Wenn die Holzpreise verändert werden, errechnet das Tool auf einem zweiten Tabellen-Blatt die neuen erntekostenfreien Erlöse (vgl. Abbildung 15). Auf diesem Blatt können keine Eingaben oder Änderungen vorgenommen werden. Es ist für jegliche Eingriffe gesperrt und dient lediglich dazu, die neuen erntekostenfreien Erlöse zu berechnen. Die neu errechneten Werte werden anschliessend automatisch in die Tabelle auf der Benutzeroberfläche „Differenz im erntekostenfreien Erlös bei Erhöhung des Laubholz-Anteils“ übernommen. Über den entsprechenden Buttons links am Rand gelangt man zurück zur Benutzeroberfläche „Differenz im erntekostenfreien Erlös bei Erhöhung des Laubholz-Anteils“ des zuvor berechneten Holzernteverfahrens.

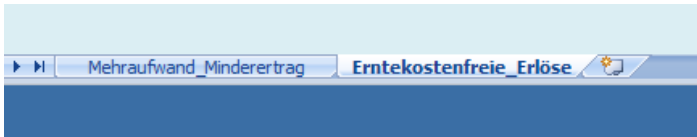


Abbildung 15: Tabellen-Blatt zur Berechnung der erntekostenfreien Erlöse.

### 3.10 Zusätzliche Kosten für das Betanken der Motorsäge in S3

Zusätzliche Kosten für das Betanken der Motorsäge in S3		HV 1
Start	Empfehlung: Kein Betanken von Maschinen (ES 2)	
Arbeitsobjekt	$ZK_{\text{Tank}} = \frac{2 \times M_{\text{dist}} \times K_{\text{for}} \times N_{\text{S2+S3}} \times V_{\text{Gms}}}{M_{\text{gesch}} \times T_{\text{vol}}}$	
HV 1		
zusätzl. Transport	durchschnittliche Marschdistanz Grenze S2 (bis Fahrzeug)	Abk. $M_{\text{dist}}$ 0.26 km
Auffangwanne	Lohnansatz Forstwart (motormanuelle Holzhauerei)	$K_{\text{for}}$ 75 Fr./h
Treib- und Schmierstoffe	Marschgeschwindigkeit	$M_{\text{gesch}}$ 5 km/h
Erhöhung LH-Anteil	Nutzungsmenge in S2 und S3 pro Hektar und Jahr	$N_{\text{S2+S3}}$ 11.3 m <sup>3</sup> /(ha a)
Betanken in S3	Verbrauch des Gerätebenzins Motorsäge	$V_{\text{Gms}}$ 0.5 l/m <sup>3</sup>
Ernterückstände	Fassungsvermögen Treibstofftank Motorsäge	$T_{\text{vol}}$ 0.7 l
Ergebnis	Zusätzliche Kosten für das Betanken der Motorsäge in S3	$ZK_{\text{Tank}}$ 62.93 Fr./(ha a)

Abbildung 16: Benutzeroberfläche zur Berechnung der zusätzlichen Kosten für das Betanken der Motorsäge in S3.

Für die Berechnung der zusätzlichen Betankungskosten ist die Eingabe der individuellen Marschdistanz bis zur Grenze von S2 bzw. bis zum Fahrzeug erforderlich, in welchem sich eine Auffangwanne zum Betanken der Motorsäge befindet (vgl. Schlussbericht Kapitel 3.6). Die Marschgeschwindigkeit und das Volumen für den Treibstofftank der Motorsäge sind Defaultwerte und können überschrieben werden. Der Verbrauch der Motorsäge ist ein Fixwert. Der Lohnansatz des Forstwarts sowie die Nutzungsmenge in S2 und S3 pro Hektar und Jahr werden aus den vorherigen Eingaben übernommen und sind ebenfalls Fixwerte.

Bei der Berechnung des HV 3 (motormanuelle Holzhauerei + Mobilseilkran) empfiehlt es sich den Wert für die Marschgeschwindigkeit zu verringern (z.B. auf den Wert 3), um die erschwerten Geländebedingungen im Steilhang abzubilden.

### 3.11 Zusätzliche Kosten durch Entfernen von Ernterückständen

Zusätzliche Kosten durch Entfernen von Ernterückständen		HV 1
Start	Empfehlung: Entfernen von Ernterückständen (ES 2)	
Arbeitsobjekt	$ZK_{Er} = K_{ha} \times N_{S2} \times P_{ernt}$	
HV 1		
zusätzl. Transport	Nutzungsmenge in S2 pro Hektar und Jahr	Abk. $N_{S2}$ 11.3 m <sup>3</sup> /(ha a)
Auffangwanne	Anteil Ernterückstände	$P_{ernt}$ 0.1
Treib- und Schmierstoffe	Kosten Schlagräumung (rücken mit Forwarder + Hacken)	$K_{ha}$ 25 Fr./m <sup>3</sup>
Erhöhung LH-Anteil	Zusätzliche Kosten durch Entfernen von Ernterückständen	$ZK_{Er}$ <u>28.21 Fr./(ha a)</u>
Betanken in S3		
Ernterückstände		
Ergebnis		

Abbildung 17: Benutzeroberfläche zur Berechnung der zusätzlichen Kosten durch das Entfernen von Ernterückständen.

Eine Berechnung der zusätzlichen Kosten durch das Entfernen von Ernterückständen ist ohne eine individuelle Eingabe für die Grundwasserschutzzone möglich. Die Nutzungsmenge in S2 pro Hektar und Jahr wird aus der Benutzeroberfläche Arbeitsobjekt übernommen (vgl. Kapitel 3.2) und ist nun fix. Der Wert für den Anteil an Ernterückständen sowie für die Kosten der Schlagräumung wird als Defaultwerte vorgegeben. Beide Angaben können zur besseren Abbildung der zonenspezifischen Verhältnisse überschrieben werden.

## 3.12 Zusammenfassung der Ergebnisse

### 3.12.1 Holzernteverfahren 1

Ergebnis - Motormanuelles Holzernteverfahren		HV 1
Start		
Arbeitsobjekt	Arbeitsort Grösse Grundwasserschutzzone S2	Heimenholz in Rheinfelden (AG) 14 ha
HV 1	Grösse Grundwasserschutzzone S3	47 ha
zusätzl. Transport	<b>Mehraufwand durch:</b> zusätzlichen Transport (VS 3)	Fr./((ha a)) % 64.38 19
Auffangwanne	Auffangwannen (ES 3)	ZK <sub>Wanne</sub> 0.14 0
Treib- und Schmierstoffe	umweltverträgliche Treib- u. Schmierstoffe (ES 3)	ZK <sub>TS</sub> 16.05 5
Erhöhung LH-Anteil	Betanken in S3 (ES 2)	ZK <sub>Tank</sub> 62.93 19
Betanken in S3	Entfernen von Ernterückständen (ES 2)	ZK <sub>Er</sub> 28.21 9
Ernterückstände	<b>Minderertrag durch:</b> Erhöhung des Laubholz-Anteils (ES 3)	Fr./((ha a)) % DIFF <sub>LH NH</sub> 159.00 48
Ergebnis	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Hektar und Jahr durch:</b>	Fr./((ha a))
	Vorschriften (VS)	64
	Empfehlungen (ES)	266
	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Jahr für die gesamte Schutzzone (S2+S3) durch:</b>	Fr./a
	Vorschriften (VS)	3'927
	Empfehlungen (ES)	11'962
	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Jahr für die Gesamtfläche der:</b>	Fr./a
	Grundwasserschutzzone S2	4'630
	Grundwasserschutzzone S3	11'260

Abbildung 18: Zusammenfassung des Mehraufwandes und Minderertrages für die Berechnungen im HV 1.

Auf der Benutzeroberfläche Ergebnis HV 1 werden die Einzelergebnisse für das motormanuelle Ernteverfahren zusammengefasst. Die Ergebnisübersicht umfasst:

- eine Auflistung der Einzelergebnisse je kostenrelevanter Massnahme (pro Hektar und Jahr) mit einem entsprechenden Prozentansatz, der den jeweiligen Anteil an den Gesamtkosten wiedergibt.
- eine Zusammenfassung der Einzelergebnisse (pro Hektar und Jahr) nach ihrem Ursprung; gesetzliche Vorschriften oder Empfehlung des Bundesamtes für Umwelt.
- eine Berechnung des Mehraufwandes und Minderertrags für die gesamte Fläche der Grundwasserschutzzone (pro Jahr) getrennt nach gesetzlichen Vorschriften und Empfehlungen.
- eine Berechnung des Mehraufwandes und Minderertrags (pro Jahr) für die Fläche der Grundwasserschutzzone S2 und S3.

Über den Button „Ergebnis Drucken“ kann die Benutzeroberfläche der Ergebniszusammenfassung ausgedruckt werden. Über den Button „Alles Drucken“ können ergänzend zur Ergebniszusammenfassung alle übrigen Benutzeroberflächen des jeweiligen HV ausgedruckt werden, die zuvor abgearbeitet wurden (ausser der Startoberfläche).



### 3.12.2 Holzernteverfahren 2

Ergebnis - Vollmechanisiertes Holzernteverfahren		HV 2	
Start			
Arbeitsobjekt	<b>Arbeitsort</b>	<b>Heimenholz in Rheinfelden (AG)</b>	
	Grösse Grundwasserschutzzone S2		14 ha
HV 2	Grösse Grundwasserschutzzone S3		47 ha
	<b>Mehraufwand durch:</b>	<u>Fr./ (ha a)</u>	<u>%</u>
zusätzl. Transport	zusätzlichen Transport (VS 3)	ZK <sub>Trans</sub>	15.06 3
	Umsetzen auf Ausweichfläche (ES 3)	ZK <sub>Ums</sub>	3.44 1
Umsetzen auf Ausweichfl.	umweltverträgliche Treib- u. Schmierstoffe (ES 3)	ZK <sub>TS</sub>	4.69 1
Treib- und Schmierstoffe	Entfernen von Ernterückständen (ES 2)	ZK <sub>Er</sub>	28.21 6
	<b>Minderertrag durch:</b>	<u>Fr./ (ha a)</u>	<u>%</u>
Erhöhung LH-Anteil	Erhöhung des Laubholz-Anteils (ES 3)	DIFF <sub>LH NH</sub>	413.00 89
Ernterückstände	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Hektar und Jahr durch:</b>	<u>Fr./ (ha a)</u>	
	Vorschriften (VS)		15
	Empfehlungen (ES)		449
Ergebnis	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Jahr für die gesamte Schutzzone (S2+S3) durch:</b>	<u>Fr./a</u>	
	Vorschriften (VS)		919
	Empfehlungen (ES)		26'084
	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Jahr für die Gesamtfläche von:</b>	<u>Fr./a</u>	
	Grundwasserschutzzone S2		6'502
	Grundwasserschutzzone S3		20'501
		Ergebnis Drucken	Alles Drucken

Abbildung 19: Zusammenfassung des Merkaufwandes und Minderertrages für die Berechnungen im HV 2.

Auf der Benutzeroberfläche HV 2 werden die Einzelergebnisse der Berechnung zum vollmechanisierten Ernteverfahren mit dem prozentualen Anteil an den Gesamtkosten aufgelistet. Äquivalent zum HV 1 werden die Ergebnisse zusätzlich nach ihrem Ursprung (gesetzliche Vorschrift, Empfehlung des BAFU) zusammengefasst und für die gesamte Schutzzone hochgerechnet.

Die Ergebniszusammenfassung sowie die übrigen Benutzeroberflächen zum Holzernteverfahren 2 können ebenfalls ausgedruckt werden.

### 3.12.3 Holzernteverfahren 3

Ergebnis - Holzernteverfahren für Steillagen		HV 3	
Start			
Arbeitsobjekt	Arbeitsort	Heimenholz in Rheinfelden (AG)	
HV 3	Grösse Grundwasserschutzzone S2	14 ha	
	Grösse Grundwasserschutzzone S3	47 ha	
Auffangwanne	<b>Mehraufwand durch:</b>	Fr./ha a	%
Treib- und Schmierstoffe	Auffangwannen (ES 3)	ZK <sub>Wanne</sub>	0.14 0
Erhöhung LH-Anteil	umweltverträgliche Treib- u. Schmierstoffe (ES 3)	ZK <sub>TS</sub>	16.05 8
Betanken in S3	Betanken in S3 (ES 2)	ZK <sub>Tank</sub>	62.93 33
Ergebnis	<b>Minderertrag durch:</b>	Fr./ha a	%
	Erhöhung des Laubholz-Anteils (ES 3)	DIFF <sub>LH NH</sub>	114.50 59
	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Hektar und Jahr durch:</b>	Fr./ha a	
	Vorschriften (VS)	-	
	Empfehlungen (ES)	194	
	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Jahr für die gesamte Schutzzone (S2+S3) durch:</b>	Fr./a	
	Vorschriften (VS)	-	
	Empfehlungen (ES)	8'853	
	<b>Mehraufwand / Minderertrag pro Jahr für die Gesamtfläche von:</b>	Fr./a	
	Grundwasserschutzzone S2	2'711	
	Grundwasserschutzzone S3	6'142	

Ergebnis Drucken	Alles Drucken
------------------	---------------

Abbildung 20: Zusammenfassung des Merkaufwandes und Minderertrages für die Berechnungen im HV 3.

Auf der Benutzeroberfläche Ergebnis HV 3 werden vergleichbar zum HV 1 und HV 2 die Ergebnisse des Holzernteverfahrens 3 zusammengefasst.

---

## Literaturverzeichnis

- Aargauischer Waldwirtschaftsverband et al. (2010): Holzproduzenten der Kantone Aargau, beide Basel, Bern und Solothurn, Empfehlungen zum Rundholzverkauf 2010/2011. 2 S.
- Blattert, C.; Bürgi, A.; Lemm, R.; Thöny, S. (2012): Schlussbericht. In: Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) Trinkwasserschutz-Tool - Berechnung von Mehraufwand und Minderertrag infolge des Trinkwasserschutzes im Wald. 53 S.
- Kaufmann, G.; Staedeli, M.; Wasser, B. (2010): Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau. Ökogramme. Bundesamt für Umwelt, Bern. 29 S. Quelle: [www.umwelt-schweiz.ch/ud-1031-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/ud-1031-d) (Stand: April 2011)
- VSFU (2010a): Maschinentarif 2010. Verband Schweizerischer Forstunternehmungen. 1 S. Quelle: [www.vsfu.ch/d/info.asp](http://www.vsfu.ch/d/info.asp) (Stand: 14.12.2010)
- VSFU (2010b): Regielöhne 2010. Verband Schweizerischer Forstunternehmungen. 1 S. Quelle: [www.vsfu.ch/d/info.asp](http://www.vsfu.ch/d/info.asp) (Stand: 14.12.2010)
- VSFU (2010c): Seilkrantarif 2010. Verband Schweizerischer Forstunternehmungen. 1 S. Quelle: [www.vsfu.ch/d/info.asp](http://www.vsfu.ch/d/info.asp) (Stand: 14.12.2010)