

Energie- und Wassereinsparung in Weinkellereien

Vor dem Hintergrund des Klimaschutzes und der steigenden Energienachfrage, den daraus resultierenden Emissionen und den ebenfalls deutlich gestiegenen Energiepreisen gewinnt das Ressourcenmanagement in Form von Energie- und Wassereffizienzsteigerung auch aus wirtschaftlicher Sicht an Bedeutung. Eine Beurteilung des Einsparpotenzials setzt Kenntnisse der Verbrauchsmenge und der einzelnen Verbraucher voraus. Daraus kristallisieren sich Sparmöglichkeiten heraus, die sich je nach Rahmenbedingungen der Weinkellerei unterscheiden. Dieser Artikel soll die im EU-Projekt «Amethyst» gewonnenen Erkenntnisse über den prozessorientierten Ressourcenverbrauch weitergeben und auf Möglichkeiten zur effizienteren Nutzung von Energie und Wasser hinweisen.

MAXIMILIAN FREUND, FACHGEBIET KELLERWIRTSCHAFT,
FORSCHUNGSANSTALT GEISENHEIM (D)
freund@fa-gm.de

Es scheint sicher, dass sich das globale Klimasystem ändert. Aber selbst wenn der heutige Zustand stabil sein sollte, werden sich durch die Verlagerungen von Klimazonen und die Temperaturerhöhung Probleme ergeben. Diese umfassen neben Aspekten der Gesundheit, Biodiversität, Häufigkeit und Intensität extremer Witterungsereignisse sowie des Wasserhaushalts auch Bereiche der Nahrungsmittelproduktion und damit den Weinbau.

Neben den direkten Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau wie der Verschiebung der Anbauzonen, Trockenstress, erhöhtes Starkregen-Risiko, Ausbreitung von Schadorganismen und Krankheiten sowie Strahlungsschäden (Schultz 2005) sind indirekt auch Änderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie der Verbraucheransprüche zu erwarten. Hinsichtlich Gegenmassnahmen ist die ökologische Motivation wegen der zurzeit noch geringen Energie- und Wasserkosten der ökonomischen noch übergeordnet. Die Preisentwicklung zeigt jedoch, dass die Kosten an Bedeutung gewinnen werden. Ob ökonomisch, ökologisch oder sozial motiviert, ein Handeln bei der Energie- und Wassereinsparung kann nicht nur zum Klimaschutz und zur Klimaneutralität einer Weinkellerei beitragen, sondern längerfristig auch zu Wettbewerbsvorteilen führen.

Betriebsabhängiger End-Energieumsatz

Welchen Beitrag Wein erzeugende Betriebe leisten können, ist sehr schwer fassbar. Vergleichszahlen gibt es zwar, sie sind aber aufgrund der grossen Unterschiede in den Betriebsstrukturen nicht auf den Einzelbetrieb anwendbar. Für die Streuung sind unter anderem folgende Faktoren verantwortlich (Müller 2002, Freund und Fröhlich 2008):

- Verschiedene Produktionsrichtungen (konventionell, ökologisch, biodynamisch).
- Unterschiedliche Erzeugnisse – unterschiedliche Verarbeitungsstufen.
- Verschiedene Produktionsstufen und Gebäude (Keller, Fass-, Flaschenlager, Abfüllung, Verkauf, Verwaltung).
- Unterschiedliche Distributionswege (Selbstabholung, Selbstlieferung, Spedition).
- Zu- und Verkauf auf verschiedenen Erzeugerstufen (Trauben, Most «trüb ab Presse», Fasswein, Flaschenwein).
- Streuung der Betriebsstätten bezüglich Grösse, Alter, Struktur und Lage sowie dadurch beeinflusste Unterschiede in Betriebsausstattung und Kostenstruktur.
- Verfahrenstechnik (Maischeerhitzung, Maischegärung, Schichten-, Cross-Flow-Filter).
- Anbindung des Anbaubetriebs, Privathaushalt mit gemeinsamer Abrechnung.
- Jahrgangsbedingte Unterschiede (Kühlung).

Keine allgemein gültigen Energieverbrauchszahlen

Aus einer Zusammenstellung von Schröder (2007) geht hervor, dass aufgrund der Unterschiede in den betrieblichen Rahmenbedingungen keine eindeutigen Zahlen genannt werden können. So kam der Autor auf Mittelwerte für den End-Energieumsatz über die gesamte Weinproduktion (Anbau und Weinbereitung inklusive Abfüllung) von 100.5 kWh/hl für Baden Württemberg (16 Betriebe) und 154 kWh/hl für das Weinbaugebiet Mosel (22 Betriebe), wobei die Schwankungen der Einzelbetriebe zwischen 20 und 320 kWh/hl je nach Betriebsstruktur und Jahr liegen. Vergleichbare Unterschiede zeigen sich auch bei der Energieverbrauchszuordnung auf Rebbau und Weinbereitung. Hier schwanken die Werte über beide Weinanbaugebiete zwischen 10 und 190 kWh/hl für

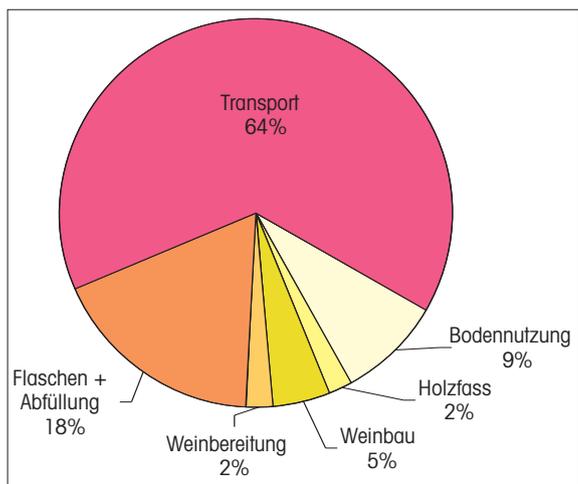


Abb. 1: Durchschnittlicher Anteil der einzelnen Teilschritte an den Gesamtemissionen der Weinerzeugung inklusive Transport (nach Colan und Paster 2007).

den Rebbau und 10 und 250 kWh/hl für die Weinbereitung. Müller (2002) kommt für den Bereich der Kellerwirtschaft auf einen mittleren Stromverbrauch von 13 kWh/hl Wein, wobei die Schwankungsbreiten bei 2 bis 40 kWh/hl in 36 Grossbetrieben und 18 bis 230 kWh/hl in 21 kleineren Weingütern lagen. Für die Energie aus fossilen Brennstoffen liegen vergleichbare Zahlen vor (Schröder 2007, Colan und Paster 2007). Ein wichtiger Verbrauchsfaktor ist der Transport, der nach Schröder (2007) für Deutschland im Mittel bei einem End-Energieumsatz von 164 kWh/hl liegt. Er entspricht damit bei durchschnittlich 19'000 km im Jahr (10 bis 95'000 km) 0.01 kWh/hl und Kilometer. Auch hier ist in Abhängigkeit vom Weinbaugebiet und der Betriebsstruktur eine Spanne zwischen 40 und 380 kWh/hl erkennbar. Colan und Paster (2007) belegen in ihrer Studie zum «Beitrag der Weinbereitung am Treibhauseffekt» die grossen Schwankungsbreiten und heben gleichzeitig die Bedeutung des Transports als Emissionsquelle hervor. In Abbildung 1 ist der durchschnittliche Anteil der einzelnen Prozessschritte dargestellt.

Das Weingut Lacombe, Frankreich, wirbt als erstes klimaneutrales Weingut Europas mit 1.7 kg CO₂-Äquivalenten für eine 0.75 L-Flasche (Vignobles Lacombe 2008), was im Zusammenhang mit dem seit 2005 in der EU praktizierten CO₂-Emissionshandel einem Gegenwert von derzeit 1.9 Cent pro Flasche entspricht (24.50 Euro/t CO₂, www.climatecorp.com).

Der Wasserverbrauch

Wie bei der Energie zeigt sich auch beim Wasser die starke Abhängigkeit des Verbrauchs von den betrieblichen Rahmenbedingungen. So schwanken die Werte für die Weinbereitung zwischen 3.5 und 7.5 L und mehr für den Liter Wein (Huck 2007, Amethyst 2008). Adams und Walg (1990) ermittelten einen durchschnittlichen Wasserverbrauch für den kellerwirtschaftlichen Teil von Trauben produzierenden Betrieben um 0.14 L/kg Trauben (1.1 m³/ha), für Fassweinvermarkter 1.66 L/L Fasswein (13.3 m³/ha) und für Flaschenweinvermarkter 5.23 L/L Flaschenwein

(41.8 m³/ha), wobei 80% des Wassers für Reinigungsprozesse bei der Weinbereitung aufgewendet werden.

Die grossen Schwankungen in den Studien verdeutlichen, dass in der Weinbereitung oft ein beträchtliches Potenzial zur Steigerung der Energie- und Wassereffizienz steckt und die Weinerzeuger aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Verantwortung einen Beitrag zur Effizienzsteigerung leisten müssen. Andererseits soll auch gezeigt werden, dass es auf Grund der Schwankungsbreiten schwierig ist, vorhandene Verbrauchsdaten auf den eigenen Betrieb zu übertragen, womit eine individuelle Effizienzanalyse notwendig wird.

Verbrauchs- und Effizienzanalysen

Ausgangspunkt einer Effizienzsteigerung im Unternehmen ist die Analyse des aktuellen Verbrauchs an Energie und Wasser und deren Zuordnung auf die Teilschritte der Weinbereitung mit ihren prozessspezifischen oder prozessübergreifenden Einrichtungen. Während die Gesamtverbrauchsmengen über die jeweiligen Rechnungen einfach zu beschaffen sind, ist die Aufteilung auf die einzelnen Schritte nur über eigene Messungen möglich. Eine Verbindung von betriebseigenen Produktionsdaten und Prozesskennzahlen aus der Literatur ermöglicht eine schnelle, relativ unkomplizierte Einstiegsanalyse, der schliesslich eine von Experten unterstützte Detailanalyse folgt.

Gemäss Schröder (2007) ist elektrischer Strom der wichtigste Energieträger für die Verarbeitung und Kühlung, während Treibstoff für den Transport und Heizöl für die Maische- oder Most-Erwärmung, die Erzeugung von Dampf und Heisswasser sowie die Raumheizung eingesetzt werden. Gas und Flüssiggas dagegen werden weniger oft verwendet. Abbildung 2 ordnet den Weinbereitungsschritten die jeweiligen

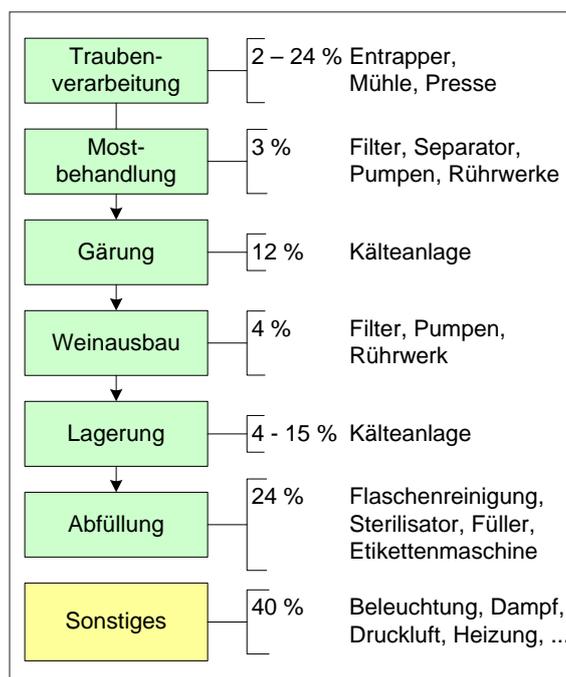


Abb. 2: Verteilung des Stromverbrauchs auf die einzelnen Prozessschritte und Verbraucher (Müller 2002, ITR 2003, Amethyst 2008).

Verbrauchsdaten der Weinbereitung, gegliedert nach Prozessschritten (Amethyst 2008, Müller 2002).

Verbraucher	Verbrauch
Pumpen	
Weinpumpen ²	0.15 kWh/hl produzierten Weins
Kühlwasserpumpen ²	0.58 kWh/hl produzierten Weins
Heisswasserpumpen ²	
Biologischer Säureabbau (BSA) ²	0.05 kWh/hl produzierten Weins mit BSA
Tankreinigung ²	0.08 kWh/hl produzierten Weins
Abfüllung ²	0.01 kWh/hl abgefüllten Weins
Wasser-/Abwasserpumpen ²	0.07 kWh/hl produzierten Weins
Traubenverarbeitung	
Entrapper ¹	0.3 kWh/t Trauben
Mühle ¹	0.5 kWh/t Trauben
Trauben abladen ²	5.08 kWh/t Trauben
Pumpen und Transport ²	1.76 kWh/t Trauben
Pressen ²	10.69 kWh/t Trauben
Maischeerhitzung	
Maischeerhitzung (ΔT 50 °C) ³	7 kWh/hl (24'700 kJ/hl)
Mostkühlung	
Rührwerk ¹	0.06 kWh/hl gerührter Most
Separator ¹	0.085 kWh/hl Most
Vakuum-Drehfilter ¹	1.01 kWh/hl Most
Tankkühlung (ΔT 10 °C) ²	1.26 kWh/hl Kälteleistung 3.80 kWh/kl benötigter Strom (U=3)
Gärung	
Tankkühlung ³	2.78 kWh/hl Kälteleistung
(Zuckergehalt 210 g/L=100.17 kJ/L Most)	8.34 kWh/hl benötigter Strom (U=3)
Luftzirkulation in Holzfasskellern ²	0.19 kWh/hl vergorenen Weins
Biologischer Säureabbau	
Tankerwärmung (ΔT 5 °C) ³	0.69 kWh/hl
Luftzirkulation in Holzfasskellern ²	0.19 kWh/hl vergorenen Weins
Raumerwärmung (21 °C für 56 Tage) ²	6.67 kWh/hl vergorenen Weins
Stabilisierung	
Elektrodialyse ²	0.61 kWh/hl zu stabilisierenden Weins
Kältstabilisierung (ΔT 14 °C) ³	1.61 kWh/hl Kälteleistung
(ohne Berücksichtigung der Abstrahlungsverluste)	4.83 kWh/hl Energie (U=3)
	2.42 kWh/hl Energie bei 50% Rückgewinnung
Lagerung	
Luftzirkulation, Befeuchtung ²	0.57 kWh/hl produzierten Weins
Abfüllung	
Pumpen ²	0.38 kWh/hl abgefüllten Weins
Flaschenreinigung ¹	0.17 kWh/100 Flaschen
Flaschensterilisation ¹	0.04 kWh/100 Flaschen
Flaschenfüllung (inkl. Druckluft) ²	2.78 kWh/100 Flaschen
Etikettierung ¹	0.14 kWh/100 Flaschen
Sonstige	
Beleuchtung ²	10 kWh/m ² Keller
(0.045 kWh/m ² und Tag für 220 Tage)	
Büroeinrichtungen/Arbeitsräume ²	6% vom Strom
Andere Verbraucher ²	1% vom Strom
Heisswasser (Boiler mit 90% Effizienz) ²	10 kWh/hl produzierten Weins
Heizung ²	0.5 GJ/m ² Fläche
Gabelstapler ²	10 MJ bzw. 2.77 kWh/hl produzierten Weins
Wasser	
Traubenverarbeitung ²	220 L/hl produzierten Weins
Tank-/Fasslager ²	100 L/hl gelagerten Weins
Abfüllung ²	60 L/hl abgefüllten Weins
Kühlung ²	40 L/hl produzierten Weins
Verluste ²	100 L/L produzierten Weins
Heisswasser zur Behälterreinigung ²	100 L/L produzierten Weins
Heisswasser zur Reinigung der Abfülllinie ²	100 L/L abgefüllten Weins

¹ Müller 2002² Amethyst 2008³ $Q = (C \times \rho \times \Delta T) \times M$ Q = Wärmemenge (kJ) (Umrechnung in kWh -> $Q \times 1/3600$ kWh/kJ)

M = Menge an Erzeugnis (L)

C = spezifische Wärmekapazität Most (~4.18 kJ \times kg⁻¹ \times °K⁻¹) ρ = Dichte (kg \times L⁻¹) (~1.090 kg \times L⁻¹ Most/Maische. ~0.9900 kg \times L⁻¹ Wein) ΔT = Temperaturdifferenz zwischen Ist- und Solltemperatur

U = Umwandlungskoeffizient von Strom in Kälte (3 kWh Strom/kWh Kälte)

Verbrauchsstellen mit ihren ungefähren Anteilen am Gesamtstrombedarf einer Weinkellerei zu. Der Verbrauch verteilt sich in Abhängigkeit von der Betriebsstruktur (Müller 2002, ITR 2003, Amethyst 2008) auf folgende Verbrauchergruppen:

- Kühlung: 12% bis 60%.
- Pumpen, Fördereinrichtungen, Motoren: 10% bis 35%.
- Druckluftherzeugung: 3% bis 10%.
- Beleuchtung: 8% bis 20%.
- Sonstiges, inklusive Heisswasser: 3% bis 15%.

Mit Hilfe von Verbrauchskennzahlen aus der Literatur für die Bereiche Strom, fossile Brennstoffe sowie Wasser und Abwasser kann aufgrund der Prozess- und Verbrauchsinformationen der Gesamtverbrauch an Energie und Wasser aus den betriebseigenen Rechnungsunterlagen auf die einzelnen Arbeitsschritte verteilt werden. Dies ermöglicht einen ersten Überblick über den Ressourceneinsatz im eigenen Betrieb. Die ungefähren Kennzahlen für die Weinbereitung (Traubenannahme bis Abfüllung) sind in der Tabelle zusammengefasst.

Die Sparpotenziale

Auf den durch die Verbrauchsanalyse erworbenen Kenntnissen und betriebseigenen Kennzahlen baut sich die folgende Effizienzanalyse auf, deren Ziel es ist, den Ressourceneinsatz mit möglichst wenigen Investitionen zu vermindern. Die Möglichkeiten sind vielfältig und in Abhängigkeit vom Betrieb in ihren Auswirkungen sehr unterschiedlich.

Zu den übergeordneten Massnahmen zählen (Amethyst 2008):

- Vorbeugende Wartung (Beseitigung von Leckagen, Auswechseln von Betriebsmitteln, Säubern von Wärmetauscheroberflächen).
- Ausreichende Dimensionierung von Anlagen und Leitungen.
- Störanalyse (Ursache, Wirkung, Kosten, Vermeidung).
- Schulung / Einweisung / Bewusstseinschulung des Personals.
- Aufbau eines Überwachungssystems zum Ressourcenmanagement.
- Einbau von Untermesszählern, um den Verbrauch zuordnen zu können.

Dem gegenüber stehen folgende, speziell auf die jeweiligen Verbraucher bezogene Massnahmen (Amethyst 2008):

- Optimierung der Kühlung (Isolation von Behältern und Leitungen, Elektrodialyse).
- Bedarfsgerechte Beleuchtung (Bewegungsmelder, Energiesparlampen, Arbeitsplatzbeleuchtung).
- Effizienzsteigerung von Pumpen und Motoren zum Beispiel durch Frequenz-Umrichter.
- Einsatz erneuerbarer Energien (Solaranlagen - thermisch/photovoltaisch, Biomasse).
- Kraft-Wärme-Kälte-Anlagen (Blockheizkraftwerk mit Absorptionskälteanlagen).
- Optimierung des Wasserverbrauchs (Druckreinigung, Ozonierung für CIP-Reinigung).
- Wärmerückgewinnung.

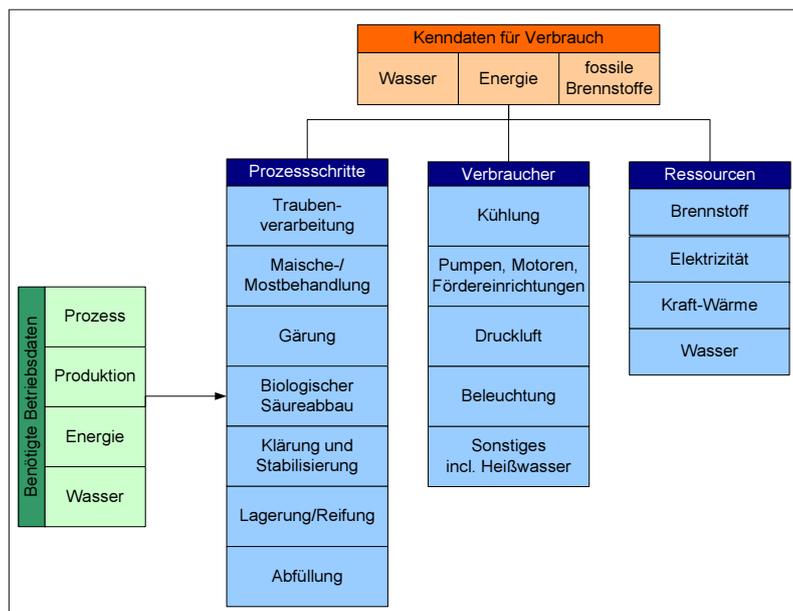


Dampfverteilung und Kondensatrückführung.

Das Amethyst-Projekt

Im EU-Projekt Amethyst wurde die obige Vorgehensweise aufgegriffen und mittels einer Tabellenkalkulationssoftware umgesetzt. Das Gemeinschaftsprojekt von fünf europäischen Institutionen aus dem Bereich Wein und Ressourcenmanagement hatte zum Ziel, kleineren und mittleren Weingütern den Einstieg in die Thematik prozessorientierter Energie- und Wasserverbrauch zu erleichtern. Mit Hilfe der Amethyst-Software werden der betriebsbezogene Verbrauch an Strom, fossilen Brennstoffen und Wasser mit den betriebs-eigenen Produktionsdaten verknüpft und mit Hilfe von Kennzahlen (Tabelle) auf einzelne Prozesse der Weinbereitung verteilt. Durch einen Vergleich der Daten mit einer fiktiven, nach bester Praxis arbeitenden Modellkellerei kann in einem ersten Schritt die Energie- und Wassereffizienz des eigenen Betriebs eingeschätzt werden.

In einem zweiten Schritt werden dann für die einzelnen Verbraucher (Abb. 3) Massnahmen und ihr Einsparpotenzial erarbeitet. Die Praxis hat gezeigt, dass dieses Einsparpotenzial bis zu 20% ausmachen kann. Amethyst ist somit ein Instrument zur raschen überschlagsmässigen Bestimmung des Energie- und Wasser-Einsparpotenzials von Weinkellereien, das neben Ansätzen zum Klimaschutz und der Ressourceneinsparung auch zur betrieblichen Kostenoptimierung beitragen kann.



Literatur

- Adams K. und Walg O.: Entsorgung weinbaulicher Abwässer. KTBL-Schrift 338. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 1990.
- Amethyst: AMETHYST 1.0 – Benchmarking and self-assessment tool for wineries – Instruction guide, 2008.
- Colman T. und Päster P.: Red. White and «Green»: The Cost of Carbon in the Global Wine Trade. American Association of Wine Economists (AAWE). Working Paper No. 9, 19 S., 2007.
- Huck V.: Massnahmen zum nachhaltigen Umgang mit Wasser bei der Weinproduktion. Centre de Ressources des Technologies pour L'Environnement (CRTE). Luxembourg, 2007
- Müller D.H.: Stromkosten: Wichtiger Faktor bei der Weinerzeugung – Wie viel Strom braucht der Wein? Das Deutsche Weinmagazin. 10, 10–14, 2002.
- Schröder S.: Vergleichende Energiebilanzierung der regionalen und überregionalen Produktion von Wein und Äpfeln. Dissertation der Justus-Liebig-Universität Giessen. 155 S., 2007.
- Schultz H.: Veränderungen im Klima und mögliche weinbauliche Konsequenzen. Deutsches Weinbau-Jahrbuch, 56. Jahrgang, 18–25, 2005.
- www.vignobles-lacombe.com/main.php?page=actu&local=uk&info=actu&icon=actu&news=29, 2008 und www.climatecorp.com, 2008.

Abb. 3: Modellbau-steine eine Effizienz-analyse mit Hilfe von betriebs-eigenen Produktionsdaten und Kennzahlen (Freund und Fröhlich 2008).

RÉSUMÉ

Economies d'énergie et d'eau dans les caves

La protection du climat, la consommation d'énergie en constante augmentation avec les émissions qui s'ensuivent et l'explosion des prix de l'énergie sont autant d'arguments en faveur d'une gestion judicieuse des ressources d'énergie et d'eau par le biais de gains d'efficacité, avec en effet secondaire fort désirable une diminution des coûts.

Afin de pouvoir juger du potentiel d'économies, on doit d'abord connaître tous les consommateurs d'eau et d'énergie et leur participation proportionnelle à cette consommation. Partant de là, on dispose de différentes options et les choix seront conditionnés par les conditions cadres spécifiques de chaque cave. L'auteur aimerait partager avec ses lecteurs les enseignements tirés du projet communautaire «Améthyste» au sujet de la consommation de ressources en fonction de processus et souligner l'importance d'une utilisation plus efficace de l'énergie et de l'eau.