

# **Green IT & Schule** **Mit ICT Umwelt** **und Ressourcen** **schonen**



## Impressum

Herausgeber educa.ch

Autoren

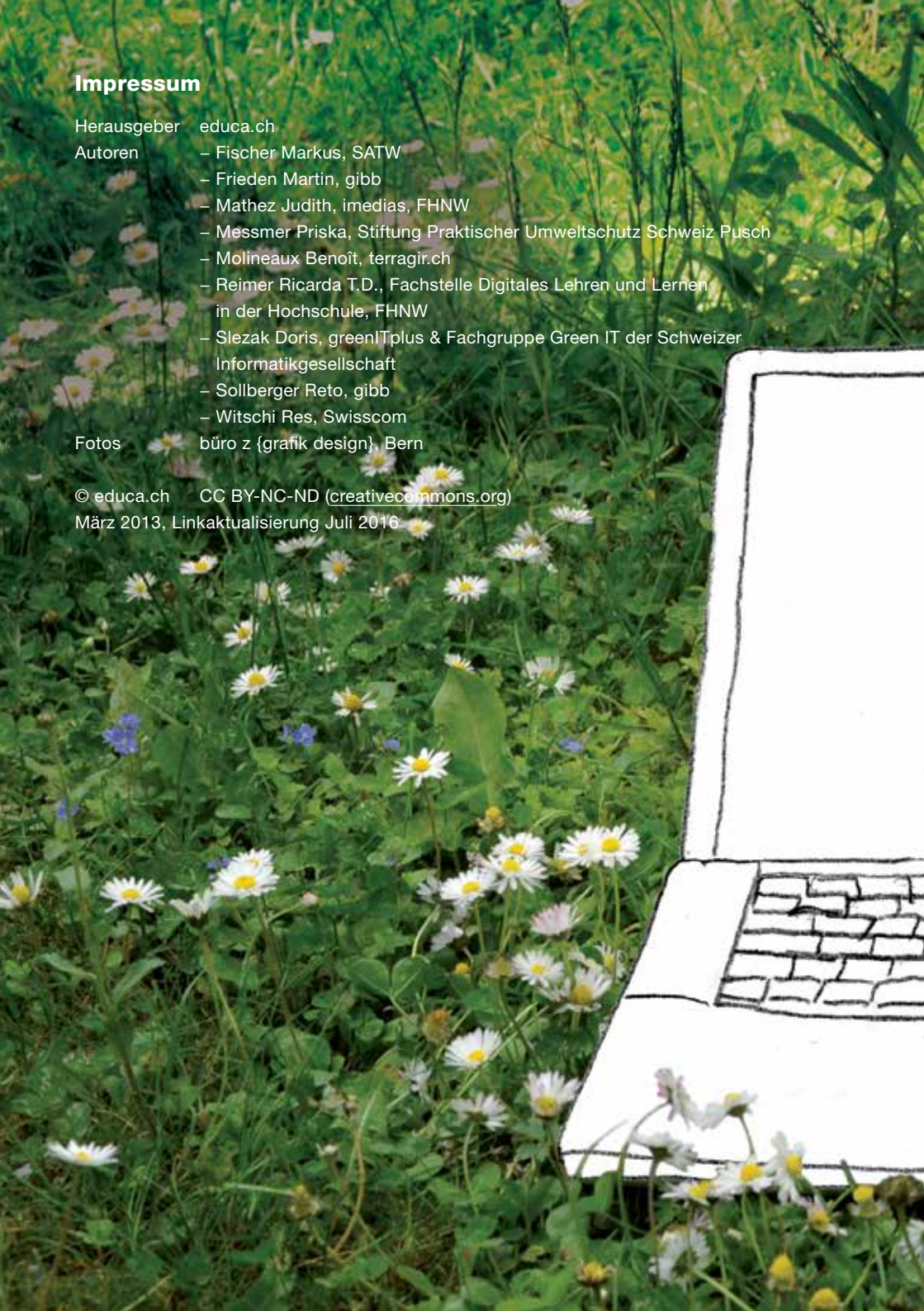
- Fischer Markus, SATW
- Frieden Martin, gibb
- Mathez Judith, imedias, FHNW
- Messmer Priska, Stiftung Praktischer Umweltschutz Schweiz Pusch
- Molineaux Benoît, terragir.ch
- Reimer Ricarda T.D., Fachstelle Digitales Lehren und Lernen in der Hochschule, FHNW
- Slezak Doris, greenITplus & Fachgruppe Green IT der Schweizer Informatikgesellschaft
- Sollberger Reto, gibb
- Witschi Res, Swisscom

Fotos

büro z {grafik design}, Bern

© educa.ch CC BY-NC-ND ([creativecommons.org](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/))

März 2013, Linkaktualisierung Juli 2016



## **1. Einleitung → 5**

1.1 Mit Green IT das Klima schonen und Jugendliche sensibilisieren → 5

## **2. Der Lebenszyklus von IT-Geräten → 9**

2.1 Herstellung → 9

2.2 Nutzung von Computer und peripheren Geräten → 11

2.3 Entsorgung und Recycling → 13

2.4 Empfehlungen für eine nachhaltige IT an Schulen → 18

2.5 Labels helfen bei der Beschaffung → 21

## **3. Dienstleister → 27**

3.1 Der Stromverbrauch einer Schule → 27

3.2 Provider, Rechenzentren und «data centers» → 32

3.3 Cloud und EduCloud → 35

3.4 Internetnutzung → 39

## **4. Pädagogisch-didaktische Überlegungen → 47**

4.1 Sensibilisierung von Schülerinnen und Schülern → 47

4.2 Ausbildung von Lehrpersonen → 50

## **5. Praxisbeispiel Gibbix → 55**

5.1 Energie- und ressourceneffiziente IT-Lösung an Bildungsinstitutionen → 55

5.2 Didaktische Überlegungen zur Unterrichtsinformatik → 56

5.3 Thin Client-Technologie → 57

5.4 Vor- und Nachteile der Desktop Virtualisierung → 58

5.5 Thin Clients an der Berufsschule Bern → 59

5.6 ePult – eine Umsetzung in den Unterrichtsalltag → 61

Dieser Guide verfügt über eine Internetseite auf [educa.ch](http://educa.ch). Hier finden Sie sowohl das vorliegende PDF, das Sie dort auch online einsehen können, wie auch Zusatzinformationen und Links auf Unterrichtsmaterial, die regelmässig aktualisiert werden. Das PDF ist mit dem Datum seiner Publikation und einer eventuellen Aktualisierung versehen und gibt den Informationsstand dieses Datums wieder.

→ Internetseite: [guides.educa.ch/de/green-it](http://guides.educa.ch/de/green-it)

Wussten Sie, dass die  
IT-Branche weltweit mehr  
CO<sub>2</sub> ausstößt als die  
gesamte Flugbranche?



# 1. Einleitung

Green IT hat einerseits zum Ziel, die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten, andererseits durch die Nutzung dieser Technologien die Umwelt zusätzlich zu entlasten. Heute ist Green IT vor allem im Zusammenhang mit Videokonferenzen, Homeoffice und der Auslagerung von Servern bekannt. Aber auch im Schulumfeld ist Green IT einsetzbar, um Kosten zu sparen und Jugendliche für einen bewussten Umgang mit Ressourcen zu sensibilisieren.

## **1.1 Mit Green IT das Klima schonen und Jugendliche sensibilisieren**

Wussten Sie, dass erst jede dritte Person weltweit Zugang zu einem Computer hat? Trotzdem stößt die IT-Branche bereits mehr CO<sub>2</sub> aus als die gesamte Flugbranche. Die Menge an IT-Geräten wird in Zukunft weiter zunehmen und somit steigt die Relevanz von Green IT (Information and Communication Technologies) für Unternehmen.

Eine neue → Studie zeigt, dass Green IT-Anwendungen rund sieben Mal mehr CO<sub>2</sub> einsparen können, als die Branche verursacht. Das bedeutet in Zahlen, dass rund 16.5 % oder ein Sechstel aller CO<sub>2</sub>-Emissionen durch intelligenten Einsatz von ICT-Produkten eingespart werden können.

Green IT ermöglicht es, Kosten zu reduzieren, indem Reisezeiten und -kosten verringert werden. Dies kann zum Beispiel durch Arbeiten von zu Hause aus geschehen oder auch durch einen effizienteren Personen- und Warenverkehr. Zudem können mittels umweltgerechtem Gebäudemanagement und elektronischen Rechnungen auch direkt Energie- und Papier-

kosten eingespart werden. Weitere Aspekte wie die Optimierung von Logistik oder Stromnetzen liegen heute noch weitgehend brach.

Green IT kann nicht nur in Unternehmen eingesetzt werden, sondern soll vermehrt auch in Schulen Einzug halten. Bei Abwesenheit durch Krankheit oder Naturereignisse könnten beispielsweise Unterrichtsinhalte elektronisch aufbereitet werden.

Weiter können Arbeitsplätze zur Verfügung gestellt werden, die weniger Strom verbrauchen als herkömmliche Desktops. Ein Beispiel dafür sind Thin Client Arbeitsstationen, die bis zu 85 Prozent weniger Strom verbrauchen als Desktop Computer. Ein Thin Client ist ein Kleincomputer, dessen Funktionalität auf die Ein- und Ausgabe beschränkt ist. Die Verarbeitung der Eingaben von Nutzenden und der Daten erfolgt auf einem externen Server. Bereits der Einsatz von Laptops anstelle von Desktops reduziert den Energieverbrauch für die PCs um rund zwei Drittel.

Weiter kann über schaltbare Steckerleisten ein effizientes Standby-Management geschaffen werden: Das bedeutet, dass die letzte Person, die den Raum verlässt, den Schalter kippt und so verhindert, dass die Computer im Standby-Modus weiter Energie fressen.

Automatisch kann dies über Zeitschaltuhren oder über das Internet ansteuerbare Stecker, wie sie z. B. die Firma → [Mystrom](#) anbietet, geregelt werden.

Ein häufig vernachlässigter Teil des umweltgerechten Umgangs mit elektronischen Geräten ist die Lebensdauer und Entsorgung. In Handys beispielsweise sind viele wertvolle und seltene Rohstoffe mit hohem Energieaufwand verarbeitet. Eine Verlängerung der Lebensdauer eines elektronischen Produkts ist deshalb häufig eine der wirkungsvollsten Massnahmen, um den Ressourceneinsatz zu optimieren.

Selbst bei der Benutzung von Software lässt sich Energie einsparen. Eine → [Studie von Accenture](#) zeigt, dass die Nutzung von Cloud-Diensten hilft, zwischen 20 % und 90 % Strom einzusparen gegenüber dem Betrieb von Software auf dedizierten Servern.

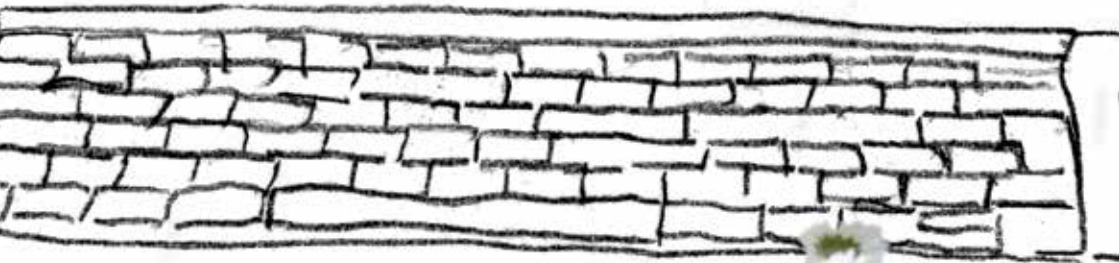
Schliesslich kann der CO<sub>2</sub>-Fussabdruck der eigenen IT-Infrastruktur gesenkt werden durch Bezug oder eigene Produktion von Strom aus erneuerbarer Energie. Es lohnt sich, das Angebot des lokalen Energieversorgers für erneuerbare Energien zu prüfen oder sogar eine Solaranlage mit den Schülerinnen und Schülern zu bauen.

Ein nachhaltiger Umgang mit ICT beinhaltet aber nicht nur die Ökologie, sondern auch den sinnvollen Einsatz und die nötige Distanz zu den heute allgegenwärtigen Geräten.

**Informationen zum Autor**

→ Res Witschi, Projektleiter Corporate Responsibility bei Swisscom mit Fokus Green ICT und Smart Grid.

Wussten Sie, dass die  
Fertigung eines Computers  
fast so viele Rohstoffe  
verbraucht, wie diejenige  
eines Mittelklassewagens?





# 2. Der Lebenszyklus von IT-Geräten

Von der Herstellung bis zur Entsorgung durchlaufen IT-Geräte verschiedene Stationen, in denen sie sich unterschiedlich auf die Umwelt auswirken. Für ein nachhaltiges IT-Konzept gilt es daher, den ganzen Lebenszyklus der Geräte zu berücksichtigen und daraus Massnahmen für die verantwortungsvolle Beschaffung, die effiziente Nutzung und die korrekte Entsorgung abzuleiten.

## 2.1 Herstellung

### 2.1.1 Überdurchschnittlicher Rohstoffverbrauch

IT-Hardware beansprucht überdurchschnittlich viele Rohstoffe, welche vor allem für die Herstellung der Geräte zum Einsatz kommen. So verbraucht die Fertigung eines Computers fast so viele Rohstoffe wie diejenige eines Mittelklasse-Autos. Ein Grossteil dieser Stoffe ist letztlich nicht im Endprodukt enthalten, sondern wird für die Förderung anderer Rohstoffe und den Produktionsprozess eingesetzt. Computer können beispielsweise bis zu einem Gramm Gold enthalten. Für die Förderung dieser Menge werden etwa 740 Kilogramm Metall, Erd- und Energierohstoffe verbraucht.

Rohstoffe sind aber ein endliches Gut. Die Überbeanspruchung durch die Herstellung von IT-Geräten wird nicht ewig so weiter gehen können. Zwar hat sich der Rohstoffbedarf mit der Entwicklung von (leichteren) Flachbildschirmen und Laptops etwas reduziert. Die Herstellung bleibt aber nach wie vor materialintensiv und folgens schwer für die Ökobilanz.

### 2.1.2 Rohstoffförderung und toxische Stoffe

IT-Geräte bestehen aus hunderten verschiedener Stoffe wie Metalle, Kunststoffe oder Glas. Einige fallen mengenmässig kaum ins Gewicht, beeinträchtigen aber die Umwelt. Dazu gehören Edel- und Schwermetalle wie Zinn, Kupfer, Coltan oder Indium, die hauptsächlich aus Afrika und Südamerika stammen. Die Förderung dieser Stoffe verursacht massive Belastungen für Umwelt und Gesundheit unter anderem durch den Einsatz grosser Mengen gesundheitsgefährdender Säuren und Chemikalien, welche aufgrund unsachgemässer Handhabung und mangelhafter Filteranlagen Gewässer und Böden verschmutzen.

Ebenfalls problematisch sind toxische Stoffe wie bromierte Flammschutzmittel, Blei oder Quecksilber, welche in IT-Geräten in kleinen Mengen zum Einsatz kommen. Gelangen diese Stoffe bei nicht fachgerechter Förderung und Entsorgung in die Umwelt, können sie grossen Schaden anrichten.

Grundsätzlich ist die Verwendung toxischer Stoffe in Elektrogeräten seit 2005 in der Schweiz verboten. Es gibt aber nach wie vor Ausnahmen wie Quecksilber. Für die Entsorgung bleiben die gebannten Stoffe noch bis zu 30 Jahre lang eine Herausforderung.

Der hohe Wasserverbrauch bildet eine weitere Gefahr für Mensch und Umwelt. Tausende von Litern werden insbesondere zur Kühlung und Reinigung der Werkzeuge eingesetzt. In trockenen Regionen wird Wasser für die Landwirtschaft dadurch knapp.

### 2.1.3 Graue Energie

Nicht nur der Betrieb der Geräte, sondern auch der Abbau- und Produktionsprozess erfordert Energie, sei dies für den Maschinenantrieb, für Schmelzöfen oder Transporte. Diese sogenannte «graue Energie» bleibt für die Endkundschaft unsichtbar, ist für die Ökobilanz aber hochrelevant. Gerade bei Computern ist die Herstellung um einiges energieintensiver als die Nutzung.

Ein wesentlicher Teil der beanspruchten Ressourcen dient dementsprechend zur Energiegewinnung für den Herstellungsprozess. Dazu wird unter anderem viel Kohle abgebaut und verbrannt, was erhebliche Schwefel und CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Folge hat.

Für die Produktion eines Laptops veranschlagt das deutsche Umweltbundesamt den Verbrauch von rund 2790 Kilowattstunden Energie, was der Freisetzung von 850 Kilogramm Treibhausgasen und knapp dem jährlichen Verbrauch eines Zwei-Personen-Haushalts in der Schweiz entspricht.

#### 2.1.4 Soziale Missstände

Häufig findet die Rohstoffförderung unter inakzeptablen Bedingungen statt und verursacht politische Konflikte oder gar Kriege. Vielerorts sind die Arbeitsbedingungen bei der Herstellung aufgrund der gesundheitlichen Risiken, der Arbeitszeiten und tiefen Löhne prekär und Kinderarbeit ist nach wie vor ein Problem.

Die Arbeitsteilung und Zulieferketten im globalen Computer-Geschäft sind sehr kleinteilig und verzweigt. Es ist daher nahezu unmöglich herauszufinden, unter welchen ökologischen und sozialen Bedingungen IT-Hardware hergestellt wurde. Bislang gibt es auch keine verlässlichen Zertifizierungssysteme, die den sozialen Bereich umfassend mitberücksichtigen.

## **2.2 Nutzung von Computer und peripheren Geräten**

Die Generation der sogenannten «digital natives» wächst mit IT Geräten und deren Umgang auf. So selbstverständlich Computer, Handys, Tablets, und andere in Zukunft bedient werden, so selbstverständlich sollten diese Geräte aber auch intelligent und nachhaltig verwendet werden. Eine nachhaltige Nutzung der IT Geräte in Schulen bietet auch gleichzeitig die Möglichkeit, die Schüler schon früh zu sensibilisieren (siehe didaktischer Teil).

Die Leistung eines einzelnen Arbeitsplatzcomputers ist eigentlich nicht sehr gross (im Leerlauf etwa 50W, vergleichbar mit einer traditionellen Glühbirne. Eine Espressomaschine leistet beispielweise zehnmal mehr.). Es ist jedoch die Menge der Geräte und die Dauer der Laufzeiten, die sich summieren.

Der Stromverbrauch von IT Geräten wird auf etwa 10 % des gesamten Strombedarfs der Schweiz geschätzt, bisher hat er sich alle fünf Jahre verdoppelt. Die überlegte Nutzung nach Bedarf kann diesem Trend entgegenwirken.

### 2.2.1 Energieeffizienter Betrieb

Jeder Computer, Monitor, Drucker und ähnliches verfügt über Energiesparoptionen. *Standby* versetzt den Computer in einen inaktiven Zustand, aus welchem er durch einen Tastendruck sofort aktiviert werden kann. Da die Daten nicht gespeichert werden und der Computer laufend etwas Strom benötigt, eignet er sich für kurze Pausen zwischen Computerarbeiten. Im *Ruhezustand* werden die Daten temporär gespeichert, bevor der Computer deaktiviert wird; die Reaktivierung dauert etwa 10 Sekunden. Der Stromverbrauch im Ruhezustand entspricht bei neueren Geräten demjenigen im heruntergefahrenen Zustand, so dass sich der Ruhezustand für längere Pausen tagsüber während des Schulbetriebs eignet. Power Management Programme erlauben IT-Administratoren/-innen, Computer und Peripheriegeräte zentral gesteuert in die entsprechenden Energiesparmodi zu versetzen bzw. die Geräte nach Schulbetrieb vollständig auszuschalten. Kostenlose Varianten erlauben standardisierte Grundeinstellung, während die käuflichen Programme den Netzwerk-Administratoren/-innen ermöglichen, Energiesparmodi individuell einzustellen (z. B. für verschiedene Gruppen von Nutzenden) und bessere Observierungs- und Reportingoptionen bieten. Der Kauf solcher → PC Power Management Programme zahlt sich meist schon nach wenigen Monaten aus.

### 2.2.2 Netzgeräte, Ladegeräte

Computer, Peripheriegeräte, Router etc. werden durch Transformatoren in einer geringeren Spannung im Gleichstrom betrieben, diese brauchen immer geringfügig Strom (0.5 bis 2 Watt), selbst wenn die Geräte vollständig heruntergefahren sind (Schein-Aus). Die vollständige Trennung von Netzgeräten von der Stromzufuhr verhindert diesen Stromverlust (nachts oder über das Wochenende, in den Ferien).

### 2.2.3 Drucker, Multifunktionsgeräte

Drucker benötigen viele Ressourcen (Papier, Toner, etc.). Ein überlegtes Drucken hilft, diese zu reduzieren. Neben bekannten Massnahmen ist eine weitere Möglichkeit dazu die Identifizierung am Drucker direkt mit einem Code (lässt sich auch für Schülerinnen und Schüler einrichten). Erst nach der Identifizierung können diejenigen Druckaufträge aktiviert werden, die man tatsächlich drucken möchte. So werden sowohl unnötige wie auch liegengebliebene Ausdrücke vermieden, andererseits können vertrauliche Dokumente vor fremden Augen geschützt werden.

## **2.3 Entsorgung und Recycling**

### 2.3.1 Korrekte Entsorgung lohnt sich

Am Ende seines Lebenszyklus wird ein IT-Gerät rezykliert, sofern es richtig entsorgt wird. Rund drei Viertel der wertvollen Metalle werden so zurückgewonnen und als Sekundärrohstoffe wieder für die Produktion eingesetzt. Höhere Recyclingquoten bedeuten, dass weniger neue Rohstoffe abgebaut werden, was bei der heutigen Rohstoffknappheit unabdingbar ist. In der Schweiz werden Entsorgung und Recycling von IT-Geräten von Swico, dem Wirtschaftsverband für die digitale Schweiz, organisiert.

### 2.3.2 Unqualifiziertes Recycling schadet Mensch und Umwelt

Bei unsachgemässer Entsorgung können schädliche Stoffe in die Umwelt gelangen. Seit 1998 ist daher in der Schweiz die Entsorgung von Elektroschrott im Hauskehricht verboten. Die Verordnung über die Rückgabe, Rücknahme und Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte verpflichtet einerseits die Konsumentinnen und Konsumenten zur korrekten Rückgabe und andererseits die Verkaufsstellen zur kostenlosen Rücknahme. Im Kaufpreis ist bereits eine vorgezogene Recyclinggebühr enthalten. So können ausgediente Geräte in allen Verkaufsstellen, die Produkte derselben Art anbieten, oder alternativ in einer der rund 450 anerkannten Sammelstellen zurückgebracht werden.

Aufgrund der wertvollen Inhaltsstoffe ist in Entwicklungs- und Schwellenländern eine Art Schattenindustrie entstanden, welche das Recycling von Elektronikschrott als Einkommensquelle entdeckt hat. Da den Arbeiterinnen und Arbeitern das Wissen um die Gefahren, geeignete Apparaturen und gesetzliche Rahmenbedingungen fehlen, birgt diese Arbeit oft hohe Risiken für Gesundheit und Umwelt. Trotz des internationalen Basler Abkommens von 1989, das den grenzüberschreitenden Export von Elektroaltgeräten verbietet, existieren weiterhin illegale Exporte aus Industrie- in Schwellenländer.

### 2.3.3 Ökologische und ökonomische Aspekte der Hardware an Schulen

In der Schweiz teilten sich 2007 im Schnitt 13 Schülerinnen und/oder Schüler in der Primarstufe und 7.1 Schülerinnen und/oder Schüler in der Sekundarstufe II einen Computer mit Internetanschluss – ebenso viele wie der Durchschnitt in der EU. Die immer bessere Ausstattung von Schulen wird den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie fördern. Neben dem Unterricht von Grundkenntnissen in Informatik wird auch zunehmend Lernsoftware eingesetzt und Multimediaprojekte werden durchgeführt.

Entsprechend wichtig ist es, zukünftig in den Schulen material- und energieeffiziente IT-Techniken einzusetzen, aber auch die sehr knappen Mittel von Schulen zu berücksichtigen.

#### 2.3.4 Arbeitsplatz

Für Endgeräte stehen vier Computertechniken zur Wahl (siehe auch Tabelle 1 für einen detaillierten Vergleich):

- Desktop PC: Arbeitsplatzcomputer, die eigentliche Verarbeitung der Daten passiert auf dem Client direkt. Sie ist derzeit die gebräuchlichste Technik.
- Notebook: mobiler Arbeitsplatzcomputer, der eine annähernd ebenbürtige Rechenleistung und Grafikkarte wie der Desktop PC erbringt. Er kann einfach und schnell an variablen Arbeitsorten eingesetzt werden.
- Mini-PC: Ein sparsamer Desktop, in den Notebooktechnologie eingesetzt wird, dadurch arbeitet er sehr energieeffizient.
- Thin Client & Server Based Computing (SBC) oder Virtual Desktop (VD): Das Prinzip ist, dass Rechenleistung und Anwendungssoftware vom Arbeitsplatz auf einen zentralen Server ausgelagert werden und der Arbeitsplatz auf die Ein- und Ausgabe beschränkt ist (siehe Praxisbeispiel von Martin Frieden, gibb).

Tabelle 1: Parameter für Arbeitsplatzlösungen im Vergleich.

|                       | <b>Desktop PC</b>                  | <b>Notebook</b>                    | <b>Mini-PC</b>                     | <b>Thin Client &amp; SBC</b> |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Gewicht (kg)          | 8–10                               | 3                                  | 1.6                                | < 1                          |
| Leistung Leerlauf (W) | 50–100                             | 20–50                              | 15–35                              | 5–20                         |
| Lärm (Lüfter)         | deutlich hörbar                    | leise da stromsparend              | leise da stromsparend              | still (kein Lüfter)          |
| Ergonomie             | gut                                | suboptimal                         | gut                                | gut                          |
| Lebensdauer (Jahre)   | 3–5                                | 4–5                                | 3–5                                | > 7                          |
| Platzverbrauch        | gross                              | platzsparend                       | platzsparend                       | platzsparend                 |
| IT Support            | hoch (jedes Gerät einzeln betreut) | hoch (jedes Gerät einzeln betreut) | hoch (jedes Gerät einzeln betreut) | stark reduziert              |

Ökologisch und ökonomisch ist Thin Client & SBC oder VD die beste Variante, da diese Lösung material- und energieeffizienter als die anderen (inklusive der höheren Serverleistung) ist. Der Wartungsaufwand reduziert sich enorm nach einer Anfangsphase (Qualifikation zur Administration des Terminalservers) und die Geräte zeichnen sich durch eine hohe Zuverlässigkeit aus, da keine beweglichen Teile verarbeitet sind. Im Falle eines Funktionsfehlers oder Defekts sind sie leicht austauschbar. Die Lebensdauer von Thin Clients ist wesentlich länger (> 7 Jahre), da neue Softwareanforderungen nicht den Austausch der Geräte notwendig machen. Die dazu nötige Rechenleistung lässt sich auf dem Server leicht skalieren (Ressourceneffiziente IT in Schulen, Clausen, 2009).

Über den gesamten Lebenszyklus spart die Thin Client & SBC Variante (inklusive dem Serveranteil) gegenüber einem Desktop PC 40–50 % an Treibhausgasemissionen ein, während sich die Kosten um ca. 35 % reduzieren (PC vs. Thin Client Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Fraunhofer Institut UMSICHT, 2008).

Notebooks bringen neben dem energieeffizienten Betrieb keine ökologische Verbesserung zu einem Desktop PC, haben aber den Vorteil der Mobilität. Hier sollte man allerdings darauf achten, dass die Notebooks aufrüstbar und modular aufgebaut sind, da sich diese so länger verwenden lassen (z. B. Aufrüstung bei neuen Softwareanforderungen). Die Entscheidung zugunsten von Mini-PCs fällt, wenn entweder die Auslagerung der Rechenleistung auf einen Server nicht möglich ist, oder als Ergänzung zu einer Thin Client & SBC Variante, um eventuelle Einschränkungen Letzterer zu umgehen (Multimediatechnologien, Lernsoftwareeinschränkungen).



### 2.3.5 Netzwerk

Ein schnelles Netzwerk ist generell energieeffizienter, da für den gleichen Prozess weniger Zeit benötigt wird und die Geräte weniger lang mit einer Aufgabe beschäftigt sind.

Intelligente Switches können erkennen, ob über einen Port Datenverkehr läuft und diesen bei Nicht-Gebrauch in den Standby versetzen (GREEN-IT. Ein Leitfaden zur Optimierung des Energieverbrauchs des IT-Betriebes. Deutsche Bundesregierung).

### 2.3.6 Drucker, Scanner, Kopierer

Zentralisierung der Drucker in wenige grosse Drucker gleichen Modells vereinheitlicht die Verbrauchsmaterialien, der IT Support wird vereinfacht und die Userinnen und User überlegen besser, was wirklich ausgedruckt werden muss. Für die Schülerinnen und Schüler ist generell ein zentraler s/w Laserdrucker ausreichend, für den Lehrkörper und die Schuladministration nimmt man Multifunktionsgeräte (mehrere Funktionen in einem). Dabei ist zu beachten, dass bei den erworbenen Geräten die Funktionen einzeln austauschbar sind, sodass bei Funktionsfehlern oder Defekten nicht das ganze Gerät ausgetauscht werden muss. Ratsam ist es auch, einen Wartungsauftrag mit einer Firma abzuschliessen, grundsätzlich macht er sich bezahlt.

### 2.3.7 Serverbetrieb

Es empfiehlt sich, mehrere Schulen (z. B.: einer Stadt, oder eines Kantons) an einen zentralen Serverbetrieb anzuschliessen. Der Betrieb von grösseren Serveranlagen (Rechenzentren) ist effizienter als im Kleinen. Auch ist der IT Support in einem Rechenzentrum effizienter. Detaillierte Informationen zum ökologischen, energieeffizienten und ökonomischen Betrieb eines kleinen oder grösseren Rechenzentrums findet man → [hier](#).

## Quellen

- Green IT. Ein Leitfaden zur Optimierung des Energieverbrauchs des IT-Betriebes. Deutsche Bundesregierung
- Ressourceneffiziente IT in Schulen. Clausen und Fichter (Borderstep Institut), Umweltbundesamt, 2009.
- Energieeffizienter IT-Einsatz an Schulen. Clausen (Borderstep Institut) proKlima, 2009.
- PC vs. Thin Client. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen Version 1. 2008. Knerrmann, Fraunhofer Institut UMSICHT, 2008.

## 2.4 Empfehlungen für eine nachhaltige IT an Schulen

Die Webplattform der Fachgruppe → Green IT der Schweizer Informatikgesellschaft bietet ausführliche Checklisten und Massnahmenkataloge, mit Angaben über die mögliche Wirkung und den dafür notwendigen Aufwand. Für Schulen, die eigenständig ihren IT Bereich einrichten und unterhalten, empfiehlt es sich, die Kategorien «KMU» und «Private» zu konsultieren. Sind mehrere Schulen zu einem grösseren Netzwerk zusammengeschlossen, dann findet man je nach Grösse im Bereich «KMU» und «Grossunternehmen» entsprechende Massnahmen.

### 2.4.1 Beschaffung

- *Notwendigkeit prüfen:* Durch eine bedarfsgerechte Auswahl lässt sich der unnötige Kauf von aufwendig produzierten Geräten vermeiden. IT Geräte benötigen trotz geringer Auslastung etwa gleich viel Strom wie im ausgelasteten Zustand, kleiner dimensionierte Geräte sind daher energieeffizienter.
- *Geräte lange nutzen:* Da die Herstellung den Hauptteil der Umweltschäden verursacht, ist eine möglichst lange Nutzung der Geräte sinnvoll. Der Ersatz von älteren Computern durch energieeffizientere lohnt sich nicht, da sich der immense Produktionsaufwand durch eine erhöhte Energieeffizienz in der Nutzung nicht in realistischen Zeiträumen amortisiert.

- *Reparieren und aufrüsten*: Es lohnt sich, defekte Geräte reparieren oder mit neuer Technologie aufrüsten zu lassen. Das spart Ressourcen und graue Energie, die Kosten von Reparaturen sind meist teuer.
- *In neuste Technologie investieren*: Muss ein Gerät ersetzt werden, lohnt es sich, in innovative Technologie zu investieren. Diese bleibt länger aktuell und ist häufig energieeffizienter.
- *Auf Energieeffizienz achten*: Energieeffiziente Geräte sparen langfristig Energie und Geld.
- *Auf Qualität achten*: Zur Produktqualität gehören auch Aspekte wie Zuverlässigkeit, Dauerhaftigkeit und Reparaturfreundlichkeit.

#### 2.4.2 Nutzung

- *Energiesparoptionen optimieren*: In den Systemsteuerungen können diese entsprechend angepasst werden. Es empfiehlt sich, Computer, Drucker etc. so einzustellen, dass sie nach ca. 10 Minuten Nicht-Gebrauch automatisch in den Standby Zustand versetzt werden, Monitore schon nach 5 Minuten. Bei längerem Nicht-Gebrauch (30–60 Minuten z. B. Pausen) sollten die Geräte automatisch in den Ruhezustand versetzt werden.
- *Power Management Programm*: Das Herunterfahren von Computer und Peripheriegeräten kann unterbleiben, auch weil der Rechner in einem Rechenprozess stecken geblieben ist. Mit einem Power Management können die Energiesparmodi an die individuellen Bedürfnisse der Benutzerinnen und Benutzer angepasst und zentral verwaltet werden. Power Management Tools können durchschnittlich 200 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen und CHF 34 pro PC und Jahr einsparen.
- *Bildschirmhelligkeit und Bildschirmschoner*: Mit Bildschirmen, deren Beleuchtung bei 50 % oder 60 % der Helligkeit eingestellt sind, kann 30–40 % Stromverbrauch eingespart werden. Idealerweise wird der Bildschirm beim Herunterfahren des PC

automatisch ganz abgeschaltet. Bildschirmschoner sind bei den neuen TFT Bildschirmen nicht mehr notwendig, sie verbrauchen unnötige Rechenleistung und Energie.

- *Netzgeräte von Stromzufuhr trennen:* Der konstante Stromverbrauch von Netzgeräten innerhalb oder ausserhalb von Geräten ist zu vermeiden und Ladegeräte von allen elektronischen Geräten sollten nur für das Laden an die Stromzufuhr angeschlossen werden. Lösungen dazu sind:
  - *Steckerleiste, Standby Killer, Schalter:* Wird von der Lehrkraft bedient. Für Updates und administrative Arbeiten kann eine Zeitschaltuhr integriert werden, durch welche die Geräte wieder an die Stromzufuhr angeschlossen sind.
  - *Zentralschlüssel:* Die Stromzufuhr wird über einen Zentralschlüssel für den Computerraum unterbrochen (*siehe Praxisbeispiel von Martin Frieden, gibb*)
- *Drucker und Multifunktionsgeräte:* Duplexdruck, s/w Druck sollten als Standardeinstellungen verwendet werden. Anwendungen wie z. B. Follow me Printing erfordern eine Identifikation, bevor man die gewünschten Ausdrücke aktivieren kann. Das Umstellen auf elektronische Dokumentation bringt weitere Einsparungen. Durch die Kombination solcher Massnahmen lässt sich der Papierverbrauch bis zu 75 % reduzieren.
- *Beamer, Video- und Audiotechnik:* In Klassenzimmer installierte Beamer, Video- und Audiogeräte sollten bei Nicht-Nutzung ebenfalls von der Stromzufuhr getrennt werden. Der Stand-by Betrieb eines Beamers wird beispielsweise auf ca. 25 % des Strombedarfs geschätzt.
- *Netzwerk und WLAN:* Den Betrieb des Netzwerkes kann man über Nacht und am Wochenende durch eine integrierte Zeitschaltuhr zu bestimmten Zeiten abschalten und wieder einschalten. Servicezeiten durch den IT-Support können ebenfalls programmiert werden.

### 2.4.3 Recycling

- *Geräte bei Sammelstellen abgeben*: Die Entsorgung bei einer Swico Sammelstelle stellt sicher, dass IT-Geräte korrekt entsorgt werden und weder die Umwelt belasten, noch als problematisches Arbeitsmaterial in Schwellenländern enden.
- *Sammelbehälter für Handys, MP3, Digitalkameras etc.*: Indem man Schülerinnen und Schülern anbietet, ihre alten elektronischen Taschengeräte in der Schule abzugeben, kann mehr kleiner Elektroschrott dem Recycling zugeführt werden (Quote ist hier recht niedrig).

#### **Weiterführende Informationen**

- TopTen Guide: Professionelle Beschaffung – Energieeffiziente Bürogeräte
- Bundesamt für Umwelt Bafu: Nachhaltige Materialbewirtschaftung
- Umweltbundesamt Deutschland: *Computer, Internet und Co., Geld sparen und Umwelt schützen*
- Infolyer *EcoTopTen-Kaufempfehlungen für PCs, Notebooks und Tablets*
- Checkliste und Massnahmenkatalog für KMU bzw. Grossunternehmen der Green-IT Fachgruppe der Schweizer Informatik Gesellschaft
- Effcheck Büro, Informatik und Kommunikation von profit, öbu
- Energie-Detektive. *Graue Energie – versteckt und aufgespürt*
- Öko-Institut e.V. *Soziale Auswirkungen der Produktion von Notebooks*
- Kampagne von Fastenopfer und Brot für die Welt: *Fair-Computer*
- Swico-Recycling
- Sammelstellen finden
- Carbotech – Umweltberatung und Ökobilanzstudien
- Praktische Ratgeber zum Geld und Energie sparen vom Bundesamt für Energie BFE

## **2.5 Labels helfen bei der Beschaffung**

Die grosse Auswahl im IT-Bereich macht die Beschaffung zu einem komplexen Unterfangen. Labels können dabei unterstützen, soweit als möglich eine umweltverträgliche Wahl zu treffen.

Es gibt eine Vielzahl von Zertifikaten für den IT-Bereich. In der Schweiz sind folgende fünf Labels relevant:



### 2.5.1 Energy Star

Das Label «Energy Star» zeichnet energiesparende IT-Geräte aus, unter Berücksichtigung verschiedener Betriebsmodi. «Energy Star» ist eine Initiative der US-amerikanischen Umweltbehörde, wird aber auch in der EU eingesetzt. Die Schweiz ist seit Anfang 2009 Partner des Programms, wobei die nationale Information und Koordination bei Swico liegt.

In den USA und in der EU dürfen staatliche Einkäufer nur Produkte mit dem «Energy Star» beschaffen, und auch in der Schweiz empfiehlt der Bund das Label. Die Anforderungen richten sich deshalb nach den im Handel erhältlichen Produkten, wobei ein Grossteil diese erfüllen. Dementsprechend sind die Anforderungen gering und das Label aufgrund seltener Kontrollen als schwach einzuordnen. Allerdings werden die Vergabe-Kriterien laufend überarbeitet und verschärft, um die Glaubwürdigkeit des Labels zu wahren. Für die Beschaffung bietet «Energy Star» einen Anhaltspunkt für den Mindeststandard an Energieeffizienz, den Geräte erfüllen müssen.

**Weitere Informationen** → [www.energystar.ch](http://www.energystar.ch)

### 2.5.2 Blauer Engel

Das deutsche Label «Blauer Engel» zertifiziert die Umweltfreundlichkeit unter anderem von IT-Hardware. Zudem stellt der «Blauer Engel» hohe Ansprüche an den Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie an die Gebrauchstauglichkeit. Die Label-Kriterien erarbeitet das deutsche Umweltbundesamt in Zusammenarbeit mit Vertretern aus verschiedenen Organisationen, Umwelt- und Verbraucherverbänden sowie der Wissenschaft.



Ziel ist die Verminderung von Schadstoffen, Emissionen, Abfall und Energiebedarf. Eine langlebige und recyclinggerechte Konstruktion wird ebenso vorausgesetzt wie Reparatur- und Aufrüstungsfreundlichkeit. Die Kriterien sind relativ streng, mit Ausnahme der mässigen Anforderungen an den Energiebedarf. Die Vergabe erfolgt unabhängig und bezieht den Lebenszyklus und die Qualität des Endprodukts mit ein. Der «Blaue Engel» ist daher ein empfehlenswertes Beschaffungs-Kriterium. Allerdings gibt es aufgrund der hohen Anforderungen bislang nur wenige gelabelte Geräte. Diese findet man auf der Homepage des «Blauen Engel».

**Weitere Informationen** → [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)

### 2.5.3 Topten

«Topten» ist eine Online-Suchhilfe für qualitativ hochwertige Produkte mit geringem Energieverbrauch und verminderter Umweltbelastung. Zudem dient «Topten» als Label zur Kennzeichnung der besten Geräte einer Produktgruppe. Als Initiative der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E. wird «Topten» von verschiedenen Partnern wie dem WWF und der Konsumentenzeitschrift «Saldo» unterstützt.

«Topten» analysiert den Gesamtmarkt und publiziert eine Liste mit empfehlenswerten Produkten. Die Bewertungskriterien sind auf der Homepage einsehbar und richten sich nach den Tests bewährter Institutionen sowie nach nationalen und internationalen Standards. Korrektheit und Neutralität von «Topten» können so jederzeit kontrolliert werden.

Im IT-Bereich sind bislang Drucker, Multifunktionsgeräte und Desktops erfasst. Für PCs und Laptops gibt es (noch) keine Bewertung. Die Anforderungen an den Energieverbrauch sind bei «Topten» deutlich höher als beim «Energy Star» und dem «Blauen Engel». «Topten» bietet damit eine ausgezeichnete Informationsplattform und eine hilfreiche Unterstützung bei der Beschaffung.

**Weitere Informationen** → [www.topten.ch](http://www.topten.ch)





#### 2.5.4 EPEAT

Das Electronic Product Environmental Assessment Tool, kurz «EPEAT», ist ein internationales Label, das durch den US-amerikanischen Green Electronics Council verwaltet wird. «EPEAT» bewertet IT-Geräte hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen. Die Bewertung basiert auf 51 relativ umfassenden Kriterien, von denen ein Gerät zwingend 23 erfüllen muss, um ein Bronzesiegel zu erhalten. Die restlichen 28 Kriterien sind optional und werden mit einem höheren Status (Silber oder Gold) belohnt. Das Label verlangt eine Beschränkung gefährlicher Stoffe sowie die Verwendung von rezyklierten und erneuerbaren Materialien. Auch die Aufrüst- und Erweiterbarkeit der Geräte und das Label «Energy Star» sind Bedingung.

Während «EPEAT» in den USA als weit verbreitetes Beschaffungs-Werkzeug dient, ist das Verzeichnis in Europa noch wenig bekannt. Trotzdem lohnt sich zur ersten Orientierung ein Blick auf die Online-Plattform, wo zurzeit für die Schweiz immerhin 646 Produkte von 8 Herstellern registriert sind.

**Weitere Informationen** → [www.epeat.net](http://www.epeat.net)

#### 2.5.5 TCO



Das Siegel «TCO» (Tjänstemännens Centralorganisation – Zentralorganisation der Angestellten) setzt seit 1992 Standards im Bereich Ergonomie, elektromagnetische Felder, Energieeffizienz und Umwelt fest. Mit dem «TCO'95»-Siegel wurden bereits bromierte und chlorierte Flammschutzmittel in Kunststoffteilen verboten, fast 10 Jahre vor der Einführung der «RoHS-Richtlinie» der EU (s. o.). TCO Geräte haben einen niedrigen Stromverbrauch, sind für das Recycling vorbereitet und erfüllen Anforderungen betreffend Bildqualität, Geräuschpegel und elektromagnetischen Emissionen. Die Herstellerinnen und Hersteller müssen sich für Umweltverbesserungen in der Produktion sowie für gute Arbeitsbedingungen einsetzen.

**Weitere Informationen** → [www.tcodevelopment.de](http://www.tcodevelopment.de)



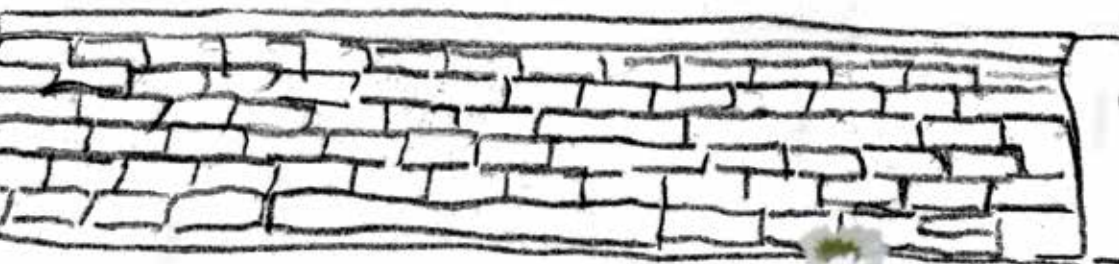
### **Weiterführende Informationen**

- [www.labelinfo.ch](http://www.labelinfo.ch)
- [www.label-online.de](http://www.label-online.de)
- [www.wwf.ch](http://www.wwf.ch)

### **Informationen zu den Autorinnen**

- Priska Messmer, Stiftung Praktischer Umweltschutz Schweiz  
Pusch, Hottingerstrasse 4, Postfach 211, 8024 Zürich,  
[priska.messmer@umweltschutz.ch](mailto:priska.messmer@umweltschutz.ch), Telefon 044 267 44 67.
- Dr. Doris Slezak, greenITplus und Fachgruppe Green IT  
der Schweizer Informatikgesellschaft, Beratung für Umwelt  
und Green IT, Fabrikstrasse 18, 3012 Bern,  
[doris.slezak@greenitplus.org](mailto:doris.slezak@greenitplus.org), Telefon 076 532 70 79.

Wussten Sie, dass Computer  
bis zu einem Gramm Gold  
enthalten?



# 3. Dienstleister

## 3.1 Der Stromverbrauch einer Schule

### 3.1.1 Einführung

Wir verfügen derzeit über einen in der Geschichte der Menschheit noch nie dagewesenen Energiereichtum. Es scheint sogar, dass *das absolute Maximum des Energieverbrauchs pro Einwohner zu Beginn dieses 21. Jahrhunderts überschritten worden ist*<sup>1</sup>.

Die Schweiz ist sich dieser Herausforderung bewusst. Eines ihrer vorrangigen politischen Ziele ist daher die Verringerung des Energiekonsums, verbunden mit dem Ausstieg aus der Atomenergie und der Verwirklichung der 2000-Watt-Gesellschaft. Diese zukunftsorientierte Politik sieht sich jedoch mit der steigenden Anzahl energiefressender Geräte konfrontiert, von denen ein grosser Teil für Kinder und Jugendliche bestimmt ist, die besonders stark auf die neuen Technologien ansprechen.

### 3.1.2 Durchschnittlicher Stromverbrauch einer Schule und Bedeutung der ICT

Eine Schule verbraucht Strom hauptsächlich für die Beleuchtung, aber auch für ihre gesamte Bürogeräteausrüstung sowie für die Gemeinschaftsanlagen wie Heizung, Lüftung und Informatikzentren.

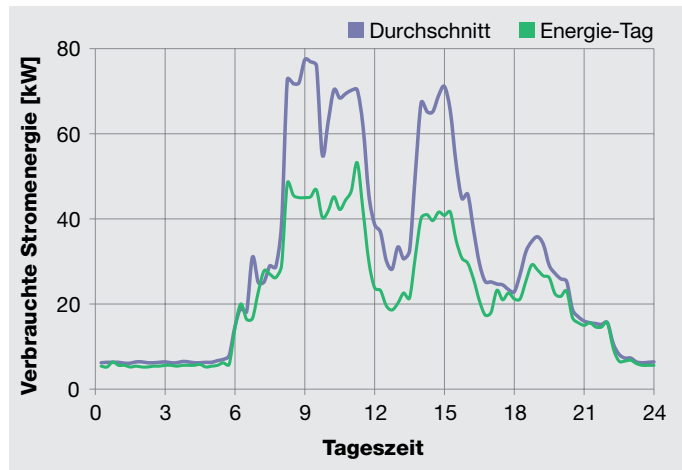
Im Jahr 2010 führte die Orientierungsschule Grandes-Communes im Rahmen einer Aktion ein Experiment durch mit dem Ziel, den Stromverbrauch der Schule zu reduzieren<sup>2</sup>. Die nachstehende Grafik stellt den unmittelbaren Stromverbrauch der Schule an drei verschiedenen Tagen dar:

<sup>1</sup> → Siehe z. B. die Website von [Gail Tverberg](#)

<sup>2</sup> → [Weitere Informationen zu den Aktionen](#) (auf Französisch).

- Ein Durchschnittswert von 3 Freitagen (30/1, 5/2 und 12/2/2010)
- Der Energie-Tag am 5. März, an dem sich die Anwesenden gemeinsam für eine Verringerung des Stromverbrauchs engagierten. Gleichzeitig sollte jedoch ein normaler und realistischer Unterrichtsablauf gewährleistet sein.

Abb.: Stromverbrauch der OS Grandes-Communes (ca. 700 Schülerinnen und Schüler).



Folgende Beobachtungen können anhand der «Durchschnitts»-Kurve gemacht werden:

- Die «Nachtlinie» liegt bei ungefähr 5 kW. Das entspricht dem Verbrauch für Heizung, Lüftung und Schulserver<sup>3</sup>.
- Um 5.30 Uhr schaltet der Hauswart das Licht in der Eingangshalle und in den Korridoren an.
- Gegen 8.00 Uhr steigt der Stromverbrauch mit dem Beginn des Unterrichts drastisch an.

<sup>3</sup> → Die meisten Sekundarschulen lassen ihren Server rund um die Uhr angeschaltet, um die Arbeiten der Schülerinnen und Schüler, Lehrpersonen und des Personals jederzeit von allen Arbeitsplätzen aus speichern oder abrufen zu können.

- Zwischen 9.30 Uhr und 10.00 Uhr findet die Pause statt, aber man kann davon ausgehen, dass das Licht in vielen Klassenräumen angeschaltet bleibt.
- Um 12.00 Uhr und um 16.00 Uhr sinkt der Stromverbrauch stärker.
- Am Abend gegen 18.00 Uhr nimmt der Stromverbrauch wieder leicht zu, da die Sporthallen von verschiedenen Clubs genutzt werden.

Am Energie-Tag kann eine Reduktion des Stromverbrauchs von 36 % in der Zeitspanne von 8.00 Uhr bis 17.00 Uhr beobachtet werden. Dies weist auf ein grosses Stromeinsparungspotential hin. Im Anschluss an diese Aktion konnte der Stromverbrauch über einen Zeitraum von drei Monaten im Vergleich zum vorangegangenen Jahr um ungefähr 10 % reduziert werden.

Der Stromverbrauch eines eingeschalteten Mac-Computers beläuft sich auf ca. 100 W, der eines PCs auf ca. 140 W. Im Standby-Modus wird nur ein Zehntel davon verbraucht. Das Beispiel dieser Schule zeigt, dass die rund 75 vorhandenen Computerplätze ungefähr 5 bis 10 % des gesamten schulischen Stromverbrauchs ausmachen. Darin inbegriffen sind auch rund 10 Computer für das Verwaltungspersonal und den technischen Dienst.

Zählt man noch die Fernsehgeräte und den Server der Schule hinzu, so kann der Gesamtverbrauch durch die Informationstechnologien auf ca. 15 % geschätzt werden<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> → Diese Angaben berücksichtigen selbstverständlich nicht den indirekten Stromverbrauch, insbesondere den der Rechenzentren des öffentlichen Dienstes, die von der kantonalen Verwaltung betreut werden, sowie den durch Internet verursachten indirekten Konsum.

### 3.1.3 Energie sparen auf dem Gebiet der Informationstechnologien

Grundsätzlich wird zwischen Betriebsenergie und grauer Energie unterschieden. Während die Betriebsenergie nutzungsgebunden ist, umfasst die graue Energie alle Prozesse im Laufe eines Lebenszyklus von der Konzeption über den Abbau von Rohstoffen, die Herstellung, Verpackung und den Transport bis hin zur Abfallentsorgung.

Die graue Energie eines PCs entspricht in etwa der Summe von drei Jahren Betriebsenergie<sup>5</sup>. Um sie zu reduzieren, müsste lokal eingekauft werden, was aber unmöglich ist, da fast alle elektronischen Geräte in Asien hergestellt werden. Dem Kauf recycelter Geräte müsste der Vorzug gegeben werden, sofern man nicht das neueste Modell benötigt<sup>6</sup>. Aber vor allem sollten Geräte erst dann ersetzt werden, wenn es wirklich notwendig ist.

Für die Einsparung von Betriebsenergie gibt es drei Ansätze: a) die Energieeffizienz der Geräte; b) ihre zentrale Steuerung und c) das Verhalten der Benutzer.

a) Die Energieeffizienz der Geräte verbessert sich ständig. Leider ist der Stromverbrauch (noch) nicht ein entscheidender Faktor, weder für die Herstellenden noch für die Kundschaft, ausser bei Geräten mit Akku, deren Autonomie begrenzt ist. Anzumerken ist auch, dass der Verbrauch mit der Grösse des Bildschirms proportional stark ansteigt.

<sup>5</sup> → Siehe [www.greenit.fr](http://www.greenit.fr) und [www.enertech.fr](http://www.enertech.fr) (auf Französisch). Die «grauen CO<sub>2</sub>-Emissionen» sind sicherlich höher als die «Betriebsemissionen», denn in China wird Strom vor allem in Kohlekraftwerken erzeugt, und für den Transport der Zuliefererteile werden ausschliesslich fossile Treibstoffe eingesetzt.

<sup>6</sup> → Es gibt immer mehr Unternehmen, die Informatikmaterial recyceln und es zu konkurrenzlosen Preisen wieder verkaufen. Diese Unternehmen verwerten noch perfekt funktionierendes Material, das nach Ersatz durch neuere Geräte entsorgt wurde. Siehe z. B. [www.realise.ch](http://www.realise.ch) (auf Französisch).

b) Die Steuerung betrifft z. B. die An- und Ausschaltzeit, die Zeitspanne vor dem automatischen Übergang in den Standby-Modus oder auch den Ruhezustand<sup>7</sup>. Diese Programmierung kann durch die für Informatik verantwortliche Person optimiert werden. Das Abschalten unbenutzter Geräte würde ebenfalls zu bedeutenden Einsparungen führen, denn einige Geräte benötigen auch im Standby-Modus Strom. Leider hat die für Informatik verantwortliche Person meistens nicht die Befugnis, diese Einstellung vorzunehmen<sup>8</sup>.

c) Das Verhalten der Benutzenden zu beeinflussen ist keine leichte Sache und sollte auf Dauer angelegt sein. Verschiedene Programme erlauben es, diese Fragen mit einer Klasse oder auch mit der ganzen Schule zu thematisieren<sup>9</sup>. Wichtig ist dabei die Kommunikation. Denn Informationen über den Nutzen bestimmter umweltschonender Verhaltensweisen sind oft unvollständig oder manchmal auch widersprüchlich. Die für Informatik verantwortliche Person muss deshalb gut informiert sein und klare Anweisungen geben können. Diese Anweisungen könnten z. B. an allen Computerplätzen in der Schule angebracht werden.

<sup>7</sup> → Manche Geräte wie die immer häufiger in Schulen eingesetzten Beamer bleiben das ganze Jahr über und auch in den Ferien rund um die Uhr auf Standby-Betrieb angeschaltet.

<sup>8</sup> → Manche Geräte wie Bildschirme und Computer verbrauchen auch im abgeschalteten Zustand Reststrom, solange sie an eine Steckdose angeschlossen sind. Grossunternehmen und öffentliche Verwaltungen besitzen ihr eigenes internes Netzwerk, auch Intranet genannt. Wegen der externen Wartung kommt ein Abschalten der Computer während der Nacht, an Wochenenden und in den Ferien nicht in Frage, auch wenn diese Wartungen eventuell nur ein- bis zweimal pro Jahr durchgeführt werden (Auskünfte des Kantons Genf).

<sup>9</sup> → Überblick über die in der Westschweiz angebotenen Möglichkeiten auf [education21.ch](http://education21.ch) oder konkrete Beispiele auf [www.terragir.ch](http://www.terragir.ch) (auf Französisch).

### 3.1.4 Empfehlungen

Das beste Mittel zur Einsparung grauer Energie ist die möglichst lange Nutzung der Geräte. Idealerweise sollte dem Kauf von Geräten aus Recyclingmaterial der Vorzug gegeben und ausgediente Geräte immer dem Recycling zugeführt werden.

Was Sparmassnahmen bei der Betriebsenergie betrifft, so sollte die für Informatik verantwortliche Person ihren Wissensstand über Steuerung und Nutzung der Geräte regelmässig auf dem neuesten Stand halten. Man könnte z. B. obligatorische Weiterbildungen für diese Personen vorsehen, die auch die Vermittlung der erworbenen Kenntnisse an alle Benutzerinnen und Benutzer mit einschliesst.

## **3.2 Provider, Rechenzentren und «data centers»**

### 3.2.1 Einführung

Gemäss einer im September 2012 veröffentlichten Studie der New York Times entspricht der Stromverbrauch allein durch Internet der Stromerzeugung von 30 Atomkraftwerken. Dies ist viermal höher als der Stromverbrauch in der Schweiz<sup>10</sup>.

Internetbenutzer werden untereinander und mit den Rechenzentren mithilfe von Tausenden von Strom- und Glasfaserkabeln vernetzt, die als Seekabel auch am Meeresgrund verlegt wurden. Das Bild des Netzes (von englisch «web») ist vom umfangreichen Netzwerk abgeleitet, das einen grossen Teil der Erde überzieht.

<sup>10</sup> → Siehe Artikel von James Glanz auf [www.nytimes.com](http://www.nytimes.com) vom 22. September 2012 «The cloud factories: Power, pollution and the internet».



Ein Rechenzentrum («data center») hält seine Server rund um die Uhr angeschaltet und vernetzt. Dies sind Rechner mit enormen Speicherkapazitäten, jedoch ohne Tastatur und Bildschirm, auf denen die Benutzerinnen und Benutzer Internetseiten und andere Daten speichern können.

Provider kontrollieren die Transportwege, über welche die Informationen laufen, wie z. B. Strom- und Glasfaserkabel und Satelliten. Für diese Dienstleistungen werden sie von den Benutzerinnen und Benutzern bezahlt. Sie selbst zahlen weitere Leistungsträger, um bestmögliche Zugänge zum gesamten Netz zu erhalten.

Eine Analyse des durch Internet verursachten Energiekonsums zeigt, dass die grosse Zahl von Rechenzentren die Hauptstromfresser sind. Als Vorbeugung gegen Überhitzung müssen diese Anlagen ständig gekühlt werden. Auch sind sie an Dieselmotoren und teure Batterien angeschlossen, die bei einem Stromausfall einspringen. Zudem funktionieren die Rechenzentren durchschnittlich mit einer Kapazität von fünf Prozent ihrer Gesamtleistung bei gleichzeitigem 100prozentigen Energieverbrauch, um unmittelbar auf einen eventuellen starken Anstieg der Nachfrage reagieren zu können.

### 3.2.2 Die schulinternen Server

In Teilen der Schweiz sind Lehrpersonen sowie das Verwaltungs- und das technische Personal der Schulen Staatsangestellte. Sie unterstehen der kantonalen Erziehungsdirektion. Die Hauswartin oder der Hauswart ist meist von der Eigentümerin oder dem Eigentümer des Schulgebäudes angestellt.

Die Computer und Server der Schulen, die im Intranet vernetzt sind, werden je nach Organisation in den Kantonen von der Erziehungsdirektion zur Verfügung gestellt oder die Gemeinde kommt dafür auf. Schulen besitzen oft ihren eigenen Server. Sie können mit den Zentralservern der kantonalen Verwaltung vernetzt sein.

Die Funktionsweise dieser internen Server wirft die gleichen Fragen und Probleme auf wie die der oben erwähnten Rechenzentren. Sie sind ständig angeschaltet und müssen gekühlt werden. Man kann also davon ausgehen, dass die äusserst schlechte Energieeffizienz der Rechenzentren von ca. fünf Prozent auch für die internen Server zutrifft.

### 3.2.3 Empfehlungen

Abgesehen vom Einfluss durch das Benutzerverhalten – immer mehr Benutzer verbringen immer mehr Zeit im Internet – steht die Umweltbelastung durch Internet in einem direkten Zusammenhang mit der für die Datenspeicherung genutzten Technologie. Die bewusste Wahl des Rechenzentrums ist demnach der erste Schritt hin zu mehr Nachhaltigkeit<sup>11</sup>.

Die wichtigste Empfehlung, die einer Schule gegeben werden kann, betrifft die Information und die Kommunikation. Lehrpersonen und besonders jene, die mit ICT arbeiten, müssen bestens informiert und in der Lage sein, dieses Wissen an ihre Schülerinnen und Schüler weiterzugeben.

Der Gebrauch der ICT bleibt nicht ohne Einfluss auf die Ressourcen der Erde. Schon heute verursacht die explosionsartig zunehmende Anzahl von Rechenzentren einen Stromverbrauch, dessen Höhe über dem jährlichen Stromverbrauch bestimmter Länder, unter anderem der Schweiz, liegt.

#### **Informationen zum Autor**

→ Benoît Molineaux, directeur [terragir](#) – énergie solidaire

<sup>11</sup> → Die Kriterien zugunsten der einen oder anderen Technologie sollen hier nicht erörtert werden.

## 3.3 Cloud und EduCloud

### 3.3.1 Definition

Das → National Institute of Standards and Technology definiert → Cloud Computing<sup>12</sup> wie folgt:

*«Cloud Computing ist ein Modell, um einen universellen, praktischen, on-demand Network-Zugang auf einen gemeinsamen Pool von konfigurierbaren Computerressourcen (z. B. Netzwerke, Server, Speicher, Applikationen und Dienstleistungen) bereit zu stellen, die schnell und mit einem Minimum an Verwaltungsaufwand oder Mitwirkung eines Anbieters zur Verfügung gestellt und frei geschaltet werden können. Das Cloud Modell basiert auf fünf wichtigen Merkmalen, drei Dienstleistungs- und vier Einrichtungsmodellen.»*

Die Charakteristiken, Modelle und Fallbeispiele sind in einem → White Paper der → SATW dargestellt worden.

### 3.3.2 Ausgangslage

Mit der → Digitalisierung von Daten, Informationen und Medien setzen sich die Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) überall durch.

→ Outsourcing und → Virtualisierung, hohe Anforderungen bezüglich Agilität, Elastizität, Flexibilität, Kosteneffizienz, Leistungsfähigkeit, Qualität, Selbstbedienung, Sicherheit, Skalierbarkeit, Standardisierung, Automatisierung sowie Einsparung von Investitionen, Personal- und Betriebskosten haben zu neuer Organisation und Leistungserbringung geführt.

<sup>12</sup> → Zur Schreibweise: im englischen Sprachraum wird der Begriff Cloud Computing ohne Bindestrich geschrieben; im deutschsprachigen Raum meist mit Bindestrich.

### 3.3.3 → Cloud-Computing und → Green IT

Die «klassische» IT (lokale/regionale Server, redundante Rechner pro Anwendungskontext, Betrieb und Support vor Ort) weist ein ungünstiges Kostenverhältnis<sup>13</sup> auf und verschlingt hohe Ressourcen (Energie, Finanzen, Material, Personal, Raum). Weltweit sind modernste, energie- und ressourceneffiziente → Rechenzentren, Hochleistungsnetze, standardisierte Dienste sowie universell nutzbare «Smart Devices» (→ Tablets, → Smartphones etc.) auf dem Vormarsch. Diese Mittel benötigen ebenfalls enorme Ressourcen. Dank hoher Energieeffizienz, Skaleneffekte und Industrialisierung sind sie lokalen Installationen jedoch meist weit überlegen.

Die Migration von ineffizienten Kleinanlagen zu optimierten Rechenzentren, «service-on-demand» und → «bring your own device» fördert eine ökologischere Gestaltung und Nutzung der ICT auf breiter Front. Damit sich diese Effekte auswirken, sind Umdenken, Führungsarbeit und persönliche Mitwirkung gefordert.

### 3.3.4 Chancen und Risiken

Ohne «Cloud» lassen sich moderne, kostengünstige ICT kaum vorstellen. → Infrastrukturen, Plattformen, Dienste und Geschäftsprozesse werden «on-demand» aus der «Wolke» bezogen und müssen meist nur für die effektive Beanspruchung bezahlt werden. Aus der Sicht der Anwendenden überzeugen Cloud-Dienste vor allem durch tiefere Investitionen, Betriebs- und Personalkosten, höhere Flexibilität, Innovation und stete Aktualität. Dadurch frei werdende Finanzmittel können für die Kernaufgaben der Organisation eingesetzt werden.

<sup>13</sup> → Rund 75 % der Kosten entfallen auf Betrieb und Support; nur rund 25 % verbleiben für Modernisierung und Innovation.

Diesen Vorteilen stehen gewisse Nachteile<sup>14</sup> gegenüber, die geprüft und geregelt werden müssen, z. B. bezüglich Abhängigkeit, Kontrollierbarkeit, Integrationsprobleme, → Portabilität, Recht, Schutz, Sicherheit, Verfügbarkeit und Vertrauen.

### 3.3.5 Perspektiven

Die Nutzung von Cloud-Computing eröffnet Organisationen mit Standort Schweiz grosse Chancen im globalen Wettbewerb<sup>15</sup>. Hochwertige Rechenzentren und Cloud-Dienste werden zu wichtigen Erfolgsfaktoren. Deshalb müssen die Rahmenbedingungen optimiert und Hemmnisse abgebaut werden.

Mit der weiter fortschreitenden Durchdringung unserer Informationsgesellschaft mit ICT bringen heute alle ihr persönliches «Device» mit und nutzen es ständig, wo und in welchem Kontext auch immer. Dies stellt für die «klassische» IT eine grosse Herausforderung dar, eröffnet aber den Organisationen auch neue Möglichkeiten, ihr «Geschäft» und ihre Prozesse zu optimieren bzw. neu zu gestalten.

### 3.3.6 Cloud-Computing im Bildungswesen

Derzeit betreiben die meisten Bildungsinstitutionen ihre eigenen IT-Einrichtungen und -Abteilungen. Parallel dazu nutzen Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler, Studierende und Forschende mit ihren persönlichen «Devices» die vielfältigsten Cloud-Dienste – meist Angebote aus der → «Public Cloud». Dieser Trend wird sich fortsetzen und verlangt deshalb nach neuen Modellen.

<sup>14</sup> → Vgl. dazu Literaturempfehlungen

<sup>15</sup> → Vgl. eEconomy in der Schweiz: Monitoring und Report 2012.

Neben offenen «Public Clouds» werden organisationspezifische «Private Clouds», «Community Clouds» z. B. für Bildungsgemeinschaften sowie «Hybrid Clouds» immer populärer. Im Oktober 2012 wurde die → «Cloud-Computing-Strategie der Schweizer Behörden» verabschiedet – mit Signalwirkung auf andere Sektoren (KMU, Bildungswesen, Gesundheitswesen etc.), denn viele Kriterien, Aufgaben und Dienste sind generisch und auf andere Bereiche übertragbar.

### 3.3.7 «EduClouds»

Hybride «Community Clouds» werden sich auch im Bildungswesen und in der Forschung durchsetzen. Den Anbietern und Betreibern von Plattformen, Diensten, Inhalten und Netzwerken wie → educa.ch und → SWITCH sowie der Auswahl optimierter Rechenzentren, Informations- und Lösungsanbieter kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Bei der Konzeption und Gestaltung sind folgende Aspekte speziell zu beachten:

- Bring your own Device: transparente Einbindung persönlicher Endgeräte in definierte Umgebungen
- Personal Education Purse: persönliche Dossiers mit allen bildungsrelevanten Dokumenten
- Sichere, standardisierte, international benutzbare Identity & Access Management-Dienste<sup>16</sup>
- Schutz sensibler Bereiche (z. B. Schuladministration) dank «Private Cloud»-Lösungen
- Transparenz bezüglich Standort (politisch, rechtlich), Standards, Angebote, Bedingungen
- Transparenz und Regulierung bezüglich Inhalte (Urheberrechte, Benützung, Patente etc.)
- Berücksichtigung spezifischer Anforderungen pro Bildungsstufe und Bildungsart
- Berücksichtigung (sprach-) regionaler, kultureller und traditioneller Besonderheiten
- Aktive Teilnahme in der Informationsgesellschaft bzw. im «Digital Single Market»

<sup>16</sup> → Vgl. educa.ID, SuisseID, STORK 2.0, SWITCHaai, AAA/SWITCH.

Wie solche «EduClouds» konkret zu gestalten sind, sollte im Rahmen entsprechender Projekte untersucht und pilotiert werden.

#### **Informationen zum Autor**

→ Markus Fischer MF Consulting, 1789 Lugnorre  
[markus.anton.fischer@bluewin.ch](mailto:markus.anton.fischer@bluewin.ch),  
Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der SATW (2006–2015),  
Co-Autor des SATW White Paper Cloud Computing (2012),  
Co-Autor des a+ Weissbuchs Zukunft Bildung Schweiz (2009)

### **3.4 Internetnutzung**

Mehr als 50 Prozent der Schweizer Bevölkerung nutzen das Internet täglich und mit grosser Selbstverständlichkeit. Unter Jugendlichen ist der Anteil sogar noch höher, teils zu schulischen Zwecken, aber vor allem wegen Social Media und der neuen Generation von Smartphones.

Der Betrieb der Dienstleistung Internet Schweiz benötigt etwa eineinhalb Mal so viel Strom wie das AKW Mühleberg produziert, das entspricht fast acht Prozent des gesamten Schweizer Stromverbrauchs.

Jeder Klick verbraucht Strom, abgesehen vom PC an dem man arbeitet (siehe hier Kapitel Nutzung von Hardware). Hinter dem Internet verbirgt sich eine komplexe Infrastruktur, die eben das ermöglicht, was das Internet kann. Es reicht rund um die Welt, jedoch nicht nur virtuell, sondern auch mit den dazu benötigten realen Geräten, Maschinen und Leitungen.

#### 3.4.1 Energieverbrauch von Internetaktivitäten

Für die schnelle Übermittlung einer E-Mail von einem Sendercomputer zum Empfängercomputer ist eine Infrastruktur notwendig, die Energie benötigt. Das beginnt beim PC und geht weiter mit einem Internetmodem mit oder ohne WLAN und einem Netzwerk, welche alle Strom konsumieren. Über Kabel- und Telefonleitungen werden die Daten zu den Servern des

Providers transportiert. Von dort wird die E-Mail über Kupfer- und Glasfaserkabel und unzählige Server um die Welt getragen, bis es zu den Servern des Providers der Empfängerin oder des Empfängers und weiter in dessen Inbox kommt. Wie viel Energie unsere Tätigkeiten im Internet benötigen, ist schwer zu bestimmen, und hängt unter anderem auch davon ab, was alles zur Internetaktivität gezählt wird (Endgeräte, Datenübertragungsleitungen, Switches, Serveranlagen etc.). In Tabelle 1 ist der Energieverbrauch von diversen Tätigkeiten im Internet aufgelistet, allerdings mit unterschiedlichen Systemgrenzen, und auf Basis unterschiedlicher Berechnungsgrundlagen (*Berechnungen aufgrund von Schätzungen oder Messungen*).

Tabelle 1: Energieverbrauch verschiedener Internetaktivitäten.

|                           | <b>Google Suche<sup>1</sup></b> | <b>E-Mail<sup>2</sup></b> | <b>E-Mail + grosses Attachment<sup>2</sup></b> | <b>Avatar<sup>3</sup></b><br>(Second Life)                                 | <b>Datenübertragung<sup>4</sup></b><br>(z. B. Video, Fotos Dateien) |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|--|--|---|
| Menge                     | 100 Suchen                      | 1 E-Mail                  | 1 E-Mail + Attachment                          | 1 Avatar   | 1 Gigabyte  |
| Leistung                  | 30 Wh                           | –                         | –  | 4.6 kWh/Tag  | 0.2 kWh/GB  |
| CO <sub>2</sub> -Ausstoss | 20 g CO <sub>2</sub>            | 4 g CO <sub>2</sub>       | 50 g CO <sub>2</sub>                           | 3.2 kg CO <sub>2</sub> /Tag  | –   |
| Vergleich Alltag          | 30 W Glühbirne für 1 Stunde     | 12 m Autofahren           | 150 m Autofahren                               | durchschnittlicher täglicher Energieverbrauch einer brasilianischen Person | 5 min Fönzeit (mit 1350 W Fön)                                      |

- 1 → [Google](#): Verbrauch innerhalb der Googleanlagen (Gesamtverbrauch geteilt durch Suchanfragen). Angaben von Anbieter selbst.
- 2 → [Mike Berners-Lee and Duncan Clark \(2010\)](#). Berücksichtigt auch den Energieverbrauch während der Bearbeitung von E-Mails (Lesen, Antworten etc.). Berechnung auf Basis von Schätzungen.
- 3 → [Nicholas Carr 2006](#). Berechnung auf Basis von Schätzungen.
- 4 → [Vlad C. Coroama, Lorenz M. Hilty, Ernst Heiri, Frank Horn \(2013\)](#). The Direct Energy Demand of Internet Data Flows. Journal of Industrial Ecology. Werte nur für die Datenübertragung, Endgeräte werden nicht berücksichtigt. Berechnung auf Basis von Messungen.



Wichtige Faktoren, die den Energieverbrauch der Internetnutzung beeinflussen, sind beispielsweise die Menge der Daten oder auch die Dauer der Übertragung aufgrund der Schnelligkeit des Internets. Switches und Router verbrauchen dreimal so viel Strom wie die Verbindungsleitungen zwischen diesen. Beispielsweise wurde bei einer Parallelvideoübertragung von einer Konferenz in Davos an die Universität in Nagoya in Japan bereits die Hälfte des Stromes auf dem Weg von Davos nach Genf gebraucht, während der lange Übertragungsweg von Genf nach Nagoya, Japan genauso viel Strom verbrauchte (Beispiel Datenübertragung aus Tabelle 1, rechteste Spalte).

### 3.4.2 Ökologische Reife grosser IT Cloud Anbieter

Neben dem Stromverbrauch der Internetaktivität allgemein, macht es auch einen Unterschied, ob man zum Beispiel bei Facebook, Google, Yahoo, Apple oder Amazon aktiv ist und dort Daten in der Cloud speichert bzw. bearbeitet. Grosse Rechenzentren oder Serverfarmen benötigen sehr viel Strom, der aus unterschiedlichen Quellen stammen kann. Das Umweltbewusstsein der grossen Cloud Anbieter über ihren ökologischen Fussabdruck und den CO<sub>2</sub>-Ausstoss ihrer Serveranlagen ist sehr unterschiedlich, meist zählt in erster Linie ein niedriger Strompreis, der allzu oft aus Kohle- oder Atomkraftwerken stammt. In einer Studie hat Greenpeace die Versorgung der Serveranlagen der wichtigsten Anbieter von Cloud Services je nach Standort, Verpflichtung zu wachsendem Anteil an erneuerbarer Energie und angewandter Energieeffizienz mit einem «Saubere Energie Index» versehen (Seite 7 des Greenpeace-Reports → [How clean is your cloud? 2012](#)).

### 3.4.3 Ökologische Websuche

Die Verwendung sogenannter ökologischer Suchmaschinen ermöglicht den Nutzenden, selbst dazu beizutragen, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss der täglichen Internetrecherchen zu reduzieren bzw. zu kompensieren. «Grüne» Suchmaschinen unterstützen mit Teilen ihrer Gewinne Projekte für erneuerbare Energien in Entwicklungsländern oder für den Schutz des Regenwalds und sorgen dadurch für nachhaltigen Klimaschutz. Auch betreiben viele der Öko-Suchmaschinen ihre Server mit Ökostrom. Die meisten dieser Suchmaschinen verwenden die Daten der Grossen, wie Yahoo, Google etc. was einerseits die gleichen Suchergebnisse garantiert, andererseits ist aber deren Strombedarf nicht immer ökologisch.

#### **Die wichtigsten ökologischen Suchmaschinen sind**

- [Ecosia](#)
- [Ecosearch](#)
- [Greenseng](#)
- [Hornvogel](#)

#### **Quellen**

- Vlad C. Coroama, Lorenz M. Hilty, Ernst Heiri, Frank Horn (2013). The Direct Energy Demand of Internet Data Flows. *Journal of Industrial Ecology* (in Druck)
- Greenpeace (2012). [How Clean is your cloud?](#)
- Utopia (2012) [Grüne Suchmaschine – Ecosia, Forestle und Co.](#)

### 3.4.4 Empfehlungen für eine grüne Internetnutzung

- *Rasche Internetverbindung*: Kürzere Datenübertragung spart Strom. Je schneller die Übertragung ist, desto weniger Energie wird dazu verwendet, da die Bearbeitungsdauer kürzer ist.
- *Direkte URL Eingabe*: Die direkte Eingabe der URL in die Browser Adressleiste verbindet die Nutzenden mit der entsprechenden Internetseite direkt und eine Suche in einer Suchmaschine mit dem entsprechenden Stromverbrauch wird vermieden. Daher Lesezeichen/Bookmarks/Favoriten verwenden (Speicherung der URLs).
- *Präzise Internet-Suche*: Je genauer die Suche definiert wird, desto genauere Ergebnisse werden geliefert. Diese durchzuschauen dauert wesentlich weniger lange als eine ungenaue Suche mit zahllosen Treffern.
- *Dematerialisierung*: Ausdrucken von beispielsweise E-Mails oder Brennen der Daten auf CDs vermeiden und die Umweltbelastungen durch die Produktion der physischen Medien reduzieren.
- *Cloud Computing verwenden*: Die Datenspeicherung in grossen Rechenzentren ist meist energieeffizienter, da die Server besser ausgelastet sind. Erkundigen Sie sich aber, ob Cloud Anbieter eine ökologische und nachhaltige Strategie für ihre Rechenzentren umsetzen.
- *Ökologische Suchmaschinen*: Als Standard-suchmaschine eine ökologische Suchmaschine verwenden.
- *E-Mail an Teilnehmer kopieren*: Nur die notwendigen Personen, die eine E-Mail lesen müssen, in das CC oder BCC einfügen. Nicht notwendige Kopien «an alle» vermeiden.

- *Internetverbindung vom Mobiltelefon*: Eine dauernde Internetverbindung des Mobiltelefons über das mobile Netz benötigt viel Strom, auch in Form von Akkuleistung. Diese sollte nur für den tatsächlichen Gebrauch aktiviert werden. Der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoss für die Übertragung eines Mobiltelefons über das mobile Netz wird auf 47 kg CO<sub>2</sub> in einem Jahr geschätzt.
- *E-Mail, Chats über kurze Entfernungen*: E-Mail oder Chats mit jemanden, der in Gehdistanz von einem entfernt ist, vermeiden. Die Daten werden beispielsweise bis in die USA und wieder retour geschickt, je nach Kommunikationsplattform.
- *Fotos, Videos weiterleiten*: Fotos oder Videos, die man jemanden direkt zeigen kann, nicht auch noch per Chat, Facebook, E-Mail oder ähnliches verschicken.
- *Green Hosting nutzen*: Eigene Website von Firmen hosten lassen, die Ökostrom beziehen oder zumindest die CO<sub>2</sub>-Emissionen kompensieren. → [Hier](#) sind einige ökologische Hostingfirmen aufgelistet.

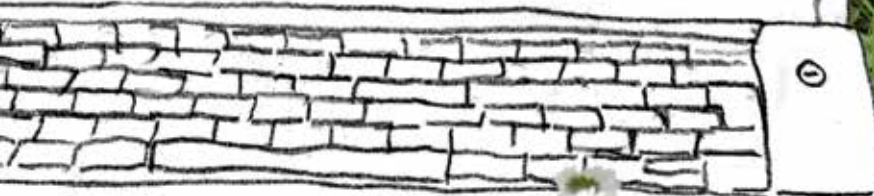
#### **Weiterführende Informationen**

→ [Tipps zum grüneren Surfen](#)

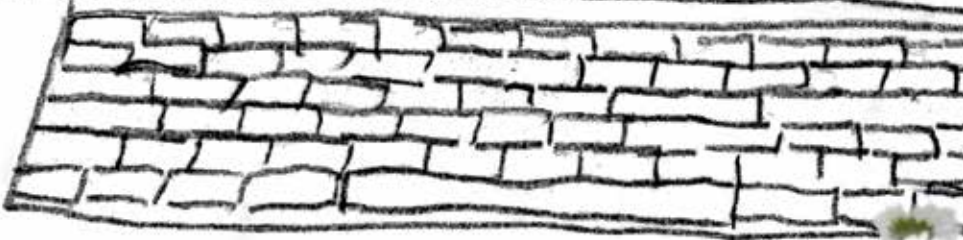
#### **Informationen zur Autorin**

→ Dr. Doris Slezak, greenITplus und Fachgruppe Green IT der Schweizer Informatikgesellschaft, Beratung für Umwelt und Green IT, Fabrikstrasse 18, 3012 Bern, [doris.slezak@greenitplus.org](mailto:doris.slezak@greenitplus.org), Telefon 076 532 70 79.

Wussten Sie, dass der  
Stromverbrauch von  
IT-Geräten etwa 10%  
des gesamten Stromverbrauches  
der Schweiz ausmacht?



Wussten Sie, dass der  
Versand eines E-mails mit  
Attachment dem  $\text{CO}_2$ -  
Ausstoß von 150 Metern  
Autofahrten entspricht?



# 4. Pädagogisch-didaktische Überlegungen

Kinder, Jugendliche und Studierende sind die junge Generation, welche die Zukunft gestalten wird. Sie müssen mit ökologischem Wissen ausgestattet werden, um den Einsatz digitaler Medien angemessen beurteilen zu können, und sie müssen befähigt werden, Green IT nachhaltig umzusetzen. Dieses Kapitel widmet sich der Sensibilisierung von Schülerinnen und Schülern sowie dem Themenfeld Green IT im Zusammenhang mit der Lehrerinnen- und Lehrerbildung.

## **4.1 Sensibilisierung von Schülerinnen und Schülern**

Fragt man Schülerinnen und Schüler in der Schweiz, auf welches Medium sie am wenigsten verzichten könnten, nennen viele das Mobiltelefon. Auch Studien kommen zu diesem Schluss (Willemse et al. 2010: 51). Ein Hauptgrund: Smartphones der neueren Generation sind weit mehr als Telefone. Es handelt sich um eigentliche Minicomputer, die entsprechend genutzt werden: zum Simsen, Surfen, als Kamera und tragbares Fotoalbum, für den Austausch auf sozialen Netzwerken, als Spielkonsole etc. Damit erfüllen sie eine Vielzahl der Bedürfnisse von Kindern und Jugendlichen. Sie dienen dazu, mit Gleichaltrigen oder den Eltern zu kommunizieren, sich selbst darzustellen, kreativ tätig zu sein oder sich zu zerstreuen.

Schweizer Kinder bekommen im Schnitt zwischen dem 11. und dem 12. Geburtstag ihr erstes Mobiltelefon; deutlich über die Hälfte hat ein eigenes internetfähiges Smartphone (JAMES Befunde. Zwischen-

ergebnisse 2012: 8). Damit alle Funktionen ausgeschöpft werden können, benötigen die Nutzerinnen und Nutzer nicht nur stets aktuelle Endgeräte, sondern auch eine aufwändige Infrastruktur in Form von Mobilfunknetzen, welche einen Breitband-Internetzugang ermöglichen. Diese wird in regelmässigen Abständen erneuert und an den gesteigerten Bedarf an Übertragungsraten angepasst; in der Schweiz steht im Jahr 2013 der flächendeckende Wechsel von UMTS zum leistungstärkeren Breitbandstandard LTE an.

Obwohl die Mobilkommunikations-Geräte zum Alltag gehören und täglich in Gebrauch sind, ist sowohl bei Kindern und Jugendlichen als auch bei einer Mehrzahl der Erwachsenen nur wenig Bewusstsein vorhanden für die ökologischen Fragen, die damit zusammenhängen. Die Herstellung, Nutzung und die Entsorgung mobiler Kommunikationsgeräte und der Netzinfrastruktur belasten die Umwelt auf vielfältige Weise. Hier setzen Sensibilisierungs-, Informations- und Verhaltensänderungsmassnahmen an.

Aus der pädagogischen Forschung weiss man, dass verschiedene Faktoren wie eine Aktivierung der Schülerinnen und Schüler, Commitments (freiwillige Selbstverpflichtungen) oder erlebnispädagogische Ansätze zum Gelingen ökologischer Bildungsprojekte beitragen (vgl. dazu Keller et al. 2012). Ziel ist, eine langfristige Verhaltensänderung zu erreichen. Das Thema Mobilkommunikation bietet sich für ein Aufgreifen im Green IT-Unterricht an, denn Mobiltelefone sind Kindern und Jugendlichen ausgesprochen vertraut. Damit ist sowohl persönliche Betroffenheit gegeben als auch ein Anknüpfen an Vorwissen möglich. Zudem können Verhaltensänderungen konkret ausprobiert und eingeübt werden. Schliesslich handelt es sich um ein Gebiet, das sich in rasanter Entwicklung befindet; die Änderung des aktuellen und zukünftigen Verhaltens kann deshalb eine besonders breite Wirkung entfalten.



#### 4.1.1 Mobilkommunikation und Green IT:

##### Umsetzung im Unterricht

Die Thematik liegt im Schnittbereich von Medien- und Umweltbildung und kann im Unterricht auf vielfältige Weise aufgegriffen werden. Je nach Schwerpunktsetzung tritt der eine oder andere Bereich stärker in den Vordergrund. Im Folgenden werden Umsetzungsideen und Materialien für verschiedene Stufen vorgestellt.

- Erarbeitung der eigenen Position, z. B. in Form eines Clusters: Wozu nutze ich Medien, z. B. für Kommunikation, Unterhaltung etc.? Welche Medien sind für mich warum am wichtigsten?
- Commitment in Form einer (freiwilligen) Offline-Woche oder Führen eines Medientagebuches zwecks Bewusstmachung der Mediennutzung auch mit skeptischen Stimmen zur ständigen Online-Verfügbarkeit, wie z. B. in der Input-Sendung von Radio SRF «Am Leben vorbei dank Facebook & Co.»
- Wie sehen Kommunikationsmedien der Zukunft aus? Beispiele: *Augmented Reality*, computergestützte und interaktive Kombination von Virtualität und Realität, z. B. mit Head-Up-Displays in Kampfflugzeugen oder Brillen mit eingebautem Display. Denkbar wäre ein erlebnispädagogischer Ansatz mit dem Sammeln eigener *Augmented-Reality*-Erfahrungen.
- Wo liegen die Grenzen der mobilen Kommunikation? Wie würde unsere Welt ohne sie aussehen? Kreative Auseinandersetzung durch Entwicklung eines Szenarios bei einer Störung der Datennetze durch einen Sonnensturm oder bei einem Versiegen der Ressourcen.
- Welche Strahlungsemissionen gehen von Mobilfunkstationen aus? Haben sie einen Einfluss auf unsere Gesundheit? Überblick über die aktuell laufende gesellschaftliche Diskussion und Verarbeitung in einem Rollenspiel zur Errichtung einer Mobilfunkstation in der Nachbarschaft. Informationen dazu finden sich auf der Homepage des Bundesamts für Umwelt BAFU.

- Unterrichtsmaterialien zu den Themenbereichen e-Recycling und Handy-Recycling hat die Stiftung Praktischer Umweltschutz Schweiz Pusch erarbeitet. Sie richten sich an die Mittel- und Oberstufe und können online heruntergeladen werden.
- Gegenwärtig konzipiert imedias, die Beratungsstelle für digitale Medien in Schule und Unterricht der PH FHNW Schulprojekte und Unterrichtsmaterialien zum Thema Green IT in der Mobilkommunikation.

#### **Weiterführende Informationen**

- Bundesamt für Umwelt BAFU. (2012). *Elektrosmog: Mobilfunk.*
- imedias-Homepage
- Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Zürich. *JAMES Studie 2014.*
- Praktischer Umweltschutz Schweiz, SWICO Recycling. (2009). *Handys gehören zurück. Lernmodule Handy-Recycling.*
- Praktischer Umweltschutz Schweiz, Stiftung SENS. (2012). *Zurück in die Zukunft. Unterrichtsdossier e-Recycling.*
- Radio SRF. (2012). *Inputsendung «Am Leben vorbei dank Facebook & Co.»*
- Willemse, I., Waller, G., & Süss, D. (2010). *JAMES – Jugend, Aktivitäten, Medien – Erhebung Schweiz.* Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Zürich.

#### **Informationen zur Autorin**

- Judith Mathez, Dozentin für Medienpädagogik, imedias, Beratungsstelle für digitale Medien in Schule und Unterricht, Institut Weiterbildung und Beratung, Pädagogische Hochschule der Fachhochschule Nordwestschweiz

## **4.2 Ausbildung von Lehrpersonen**

Die Berücksichtigung des Themas Green IT beginnt nicht in der Schule und hört auch dort nicht auf, vielmehr wird hier eine Materie aufgegriffen, welche alle Lebensbereiche betrifft. Insofern ist es ein Anliegen des educa.Guides, über schulische Bildungsprozesse hinaus, den Blick auf die Ausbildung der Lehrerinnen und Lehrer zu richten.

Es ist zu erwarten, dass Green IT in ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen zum Inhalt wird. Hervorzuheben ist bspw. das Certificate of Advanced Studies (CAS) für Green IT der Hochschule Luzern, dort startet im September 2013 die erste Ausbildung für Green IT auf Hochschulstufe in Europa.

#### 4.2.1 Green IT in der Ausbildung für Lehrerinnen und Lehrer?

Wenn man unter → Green IT die ressourcenschonende Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) über den gesamten Lifecycle hinweg versteht, d. h. von der Produktion über die Nutzung bis hin zur Entsorgung, so ist als bildungsverantwortliche Person die Frage aufzuwerfen, inwiefern die Nutzung ein Lehr-/Lernthema ist. Da Green IT auf eine globale ökologische Herausforderung verweist, scheint hier ein verändertes Handeln erforderlich, um den Anstieg an CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Strombedarf einzugrenzen. Dass Green IT ein Themenfeld für Lehr- und Forschungssettings sein sollte, verdeutlicht die Initiative «Bildung für eine nachhaltige Entwicklung» zur Weltdekade der Vereinten Nationen.

#### 4.2.2 Strukturelle Verankerung in der Hochschule

Wie aber kann Green IT in Hochschulen und insbesondere an Pädagogischen Hochschulen verankert werden, damit sichergestellt wird, dass Studierende bereits während ihrer Ausbildung sich dem Thema zuwenden? Zunehmend konkurrieren gesellschaftlich relevante Themen um den Einzug in die Lehrpläne.

Die Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit (Schul-)Fächer übergreifenden Themen, sogenannte Querschnittsthemen, sowie die Förderung des interdisziplinären und nachhaltigen Denkens und Handelns werden immer wieder postuliert, doch die Herausforderung scheint in der konkreten Umsetzung zu liegen. Zwei dieser Themen sind Medienbildung und Green IT. Die Integration von ICT- und Medienkompetenz im Lehrplan 21 spiegelt nicht nur die Aktualität wider, sondern ebenso die Bedeutungszunahme von Medien.

Ein erster Blick in die Klassenzimmer und ein zweiter Blick in die Schweizer Haushalte mit Kindern und Jugendlichen zeigen die hohe Verbreitung von Computern, Laptops und Handys von fast 100 Prozent. 95 Prozent dieser Haushalte verfügen über einen Internetzugang, 93 Prozent über einen Fernseher und 64 Prozent der Haushalte besitzen eine tragbare Spielkonsole (vgl. JAMES Studie 2010). Diese Zahlen belegen eindrücklich die Prominenz von ICT im Alltag. Da entsprechend dieser Ausstattungsichte auch die Häufigkeit der Mediennutzung zunimmt, ist die logische Konsequenz – offenbar scheint es ein anhaltender Trend zu sein – dass Medien mit jeder neuen Entwicklung, stets an Attraktivität gewinnen.

Aus pädagogischer Perspektive eröffnen sich vielfältige Fragen aufgrund dieser hier kurz dargestellten Medialisierung der Gesellschaft. In verschiedenen Fachdidaktiken und Fachwissenschaften wird Medienbildung bedarfsorientiert reflektiert und mit Zielformulierungen im Hinblick auf Mediennutzung in Lehr- und Lernprozessen konkretisiert. Für die Arbeit an einer Pädagogischen Hochschule ergeben sich daraus zwei Perspektiven: Zum einen hat die Förderung digitaler Medien und Medienbildung in den Schulen auf die Inhalte der Lehrerbildung Einfluss zu nehmen und zum anderen verlangt der Einsatz von Medien in der Hochschullehre, wie auch in der Forschung, zunehmend nach entsprechenden Angeboten, welche die Lehrenden bei ihrer Tätigkeit unterstützen bzw. sie für ihre Arbeit weiterqualifizieren. Insofern ist es wichtig, dass Medienbildung als ein zentrales Querschnittsthema wahrgenommen wird, um möglichst viele Studierende aller Studiengänge zu erreichen.

#### 4.2.3 Green IT als integraler Bestandteil der Medienbildung

Um das Themenfeld Green IT in Bildungsinstitutionen zu stärken, ist eine (zusätzliche) Erweiterung des von Baacke u.a. formulierten Medienkompetenzbegriffs sinnvoll (vgl. Moser et al. [Hg.] 2011). Green IT wird

so in der Medienbildung ein fester und nachhaltiger Platz eingeräumt, anstatt nur ein weiteres Querschnittsthema darzustellen.

Die Explizierung dieser ökologischen Perspektive innerhalb des medienpädagogischen Diskurses sollte im Sinne einer Bildung für eine nachhaltige Gesellschaft mit Nachdruck umgesetzt werden. Somit würde die Auseinandersetzung mit Fragen zu Green IT in Bildungsinstitutionen, wie Schule und Hochschule aufgegriffen werden. In der Lehrerinnen- und Lehrerausbildung und überdies in hochschuldidaktischen Veranstaltungen für in der Hochschullehre tätige Personen sollte diese Perspektiverweiterung in Verknüpfung zu Fragen der Medienbildung nicht fehlen.

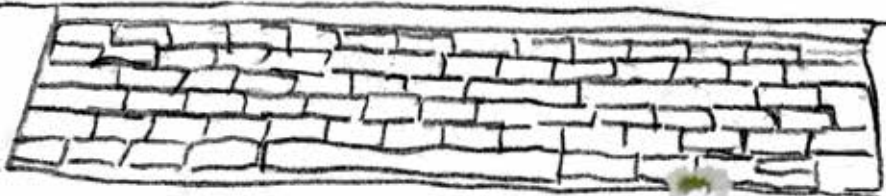
### **Weiterführende Informationen**

- [Energetika – Lernspiel zur Energiewende](#)
- [Fachgruppe Green IT der Schweizer Informatik Gesellschaft](#)
- [Forschungsprogramm IT2Green](#)
- [LUDWIG: Ein Physik-Abenteuer über erneuerbare Energie ab 11](#)
- Moser, H. u.a. (Hg.) (2011). Medienbildung und Medienkompetenz: Beiträge zu Schlüsselbegriffen der Medienpädagogik. Medienpädagogik. München.
- [Studien zur Mediennutzung/-verhalten](#)
- [Studium Hochschule Luzern](#)
- [TÜV NORD: Fallstudie zum virtuellen Auditorium und 3D-Lernanwendungen](#)

### **Informationen zur Autorin**

- Ricarda T.D. Reimer, Dozentin für Medienpädagogik und Erwachsenen-/Weiterbildung, Leiterin Fachstelle Digitales Lehren und Lernen in der Hochschule, Pädagogische Hochschule der Fachhochschule Nordwestschweiz

Wussten Sie, dass  
Schweizer Kinder im  
Schnitt zwischen dem  
11. und dem 12. Geburtstag  
ihre erstes Mobiltelefon  
erhalten?



# 5. Praxisbeispiel Gibbix

## **5.1 Energie- und ressourceneffiziente IT-Lösung an Bildungsinstitutionen**

In der → Cleantech-Strategie des Bundes wird als eines der zentralen Handlungsfelder (Bildung, Qualifikation, Weiterbildung) die Stärkung der Wettbewerbsposition durch Qualifizierung von Fachkräften und F&E-Personal auf allen Bildungsstufen genannt. Dabei sollen insbesondere Empfehlungen des MINT-Berichts in der BFI-Botschaft 2013–2016 konkretisiert werden. Ebenfalls soll ein Ideenwettbewerb «Ressourcen- und Energiesparen» auf allen Bildungsstufen lanciert werden. Alle Bildungsgänge der beruflichen Grundbildung sollen auf die Themen Ressourceneffizienz und erneuerbare Energien überprüft und den Verbundpartnern sollen Grundlagen zur Verfügung gestellt werden.

Die Energie- und ressourceneffiziente IT umfasst aber neben der nachhaltigen Verbesserung der Energieeffizienz der ICT-Infrastruktur auch Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen. Beispiele sind Verbesserungen im Bereich der Ressourcenverwaltung durch zentrales IT-Management und Einsatz neuer Technologien wie Client- und Server-Virtualisierung und Cloud-basierte Dienste. Mit geeigneter Umsetzung solcher Massnahmen können die Kosten im Informatik-Einsatz auch an Schulen nachhaltig reduziert werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die ökologisch-soziale Beschaffung und das Recycling von ICT-Infrastruktur.

Eine systematische Betrachtung aller Aspekte und eine Planung möglicher Massnahmen ist Voraussetzung für eine Energie- und ressourceneffiziente IT. Als Beispiel sei hier der Online-Massnahmenkatalog von greenitplus genannt. Die → [Webseite von greenitplus](#) bietet die Möglichkeit einer IST-Analyse einer Institution und zeigt gleichzeitig mögliche Massnahmen und deren potentielle Auswirkung.

## **5.2 Didaktische Überlegungen zur Unterrichtsinformatik**

Der Einsatz von medientechnischen Werkzeugen (Methoden) ist eng mit dem Blended-Learning-Ansatz verbunden. Insbesondere auf der Sekundarstufe II heisst das:

- Geführter Unterricht in der Schule mit Sicherstellung der Lektions- bzw. Ausbildungsziele, Überwachung der Lernendenaktivitäten
- Mobiles Lernen ausserhalb der Schule durch Repetition der Lerninhalte via Lernplattform für das Wissensmanagement des Kompetenzzentrums Schule
- Das Internet wird als externe Kollaborationsplattform genutzt
- Die Class-Room-Management-Software CMS wird als interne Kollaborationsplattform genutzt

Der Einsatz der ICT im Unterricht ermöglicht eine Individualisierung des Unterrichts. Im Vordergrund steht dabei das Lernen mit mehreren Sinnesorganen. Die ICT-Anlage muss also so ausgelegt sein, dass das individuelle Arbeiten der Lernenden (auch in einer Prüfungssituation) optimal unterstützt, geführt und überwacht werden kann und dabei folgende Programmtypen und idealtypische Anwendungen unterstützt:



- Anwendungssoftware didaktischer Einsatz:  
Contenterstellung und -bearbeitung
- Informationssysteme didaktischer Einsatz:  
Knowledge-Distribution
- Hypermediale Systeme didaktischer Einsatz:  
Zugriff auf Verbindungen in Informationsdatenbanken
- Multimediale Übungsprogramme, tutorielle Systeme didaktischer Einsatz: Unterstützung bei der Wissensaneignung
- Simulation und virtuelle Mikrowelten  
didaktischer Einsatz: analytische und problem-lösende Kompetenzen

Das Klassenmanagement ist gemäss wissenschaftlichen Studien der wichtigste Erfolgsfaktor für erfolgreichen Unterricht; d. h. die ICT-Anlage muss möglichst optimale Voraussetzungen für das Klassenmanagement schaffen. Dies kann durch den Einsatz einer geeigneten Class-Room-Management-Software CMS erfüllt werden.

### 5.3 Thin Client-Technologie

Ein Thin Client ist ein moderner Computerbildschirm mit Maus und Tastatur, welcher aber mit einem minimalen Einsatz von Hard- und Software (z. B. energiesparender Prozessor, wenig lokaler Speicher, minimale Betriebssoftware) auskommt. Entsprechend «thin» (dünn, kompakt) kann das Gerät ausgelegt werden. Je nach Hersteller handelt es sich um ein Gerät in der Grösse eines kleinen Buches, andere Hersteller integrieren das Gerät direkt im Bildschirm. Trotz dieser kompakten Bauweise bietet ein Thin Client alle Eigenschaften eines modernen IT-Arbeitsplatzes und kann die Anforderungen der Unterrichtsinformatik als auch diejenigen an eine energie- und ressourceneffiziente IT erfüllen. Die Anwendungs-Software wird von einem Server zur Verfügung gestellt, mit welchem alle Thin

Clients verbunden sind. Diese moderne Form der «Desktop Virtualisierung» basiert darauf, dass der Server sämtliche Betriebssoftware der IT-Arbeitsplätze betreibt.

Die Bedienung von Thin Clients unterscheidet sich grundsätzlich nicht von der Bedienung eines herkömmlichen PCs. Der Standort eines Thin Clients ist, eine schnelle Internet-Verbindungen und autorisierter Serverzugang vorausgesetzt, beliebig wählbar.

#### **5.4 Vor- und Nachteile der Desktop Virtualisierung**

Die auf dem Server betriebenen virtuellen Desktops können zentral gewartet, überwacht und optimiert werden. Neue oder geänderte Applikationen werden zentral auf dem Server entwickelt, getestet und für die Nutzerinnen und Nutzer bereitgestellt. Eine Software-Verteilung im heutigen Sinne entfällt – neue Software wird für alle Thin Clients durch den Server sofort verfügbar. Desktop Virtualisierung bietet mehr Sicherheit, da alle Daten und Applikationen im gesicherten Bereich des Netzwerkes verarbeitet werden. Die Verbindung zwischen Thin Clients und Server können über verschlüsselte Verbindungen gesichert werden. Eine hohe Verfügbarkeit des Desktop-Dienstes wird durch Redundanz der Stromversorgung, Server- und Speicher-Komponenten auf der Server-Seite erreicht (Business Continuity). Durch automatische Sicherheitskopien der virtuellen Desktops im Rechenzentrum kann auch im Fehlerfall innerhalb von Minuten wieder ein normaler Betriebszustand erstellt werden (Disaster Recovery). Da Thin Clients im Vergleich zu herkömmlichen PCs nur etwa einen Zehntel der Energie verbrauchen, kann beim breiten Einsatz von Thin Clients mit einer erheblichen Senkung der Energiekosten gerechnet werden. Die etwa doppelt so lange Lebensdauer von Thin Clients gegenüber herkömmlichen PCs wirkt sich ebenfalls günstig auf die Umweltbilanz aus.

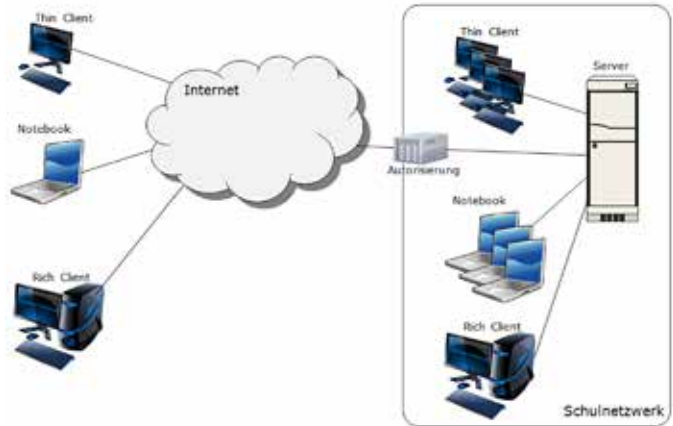
Trotz aller Vorteile sind auch einige Nachteile zu erwähnen. Hochauflösende Grafik-Anwendungen können je nach der benötigten Datenübertragungsrate nicht immer optimal dargestellt werden. Gewisse Software kann aus Lizenzgründen (z. B. Dongle) nicht mit Thin Clients betrieben werden. Auch sind beim Einsatz von lokalen Schnittstellen gewisse Einschränkungen zu erwähnen (in der Regel kein lokales DVD-Laufwerk).

## **5.5 Thin Clients an der Berufsschule Bern**

Die Thin Clients, wegen des geringen Energiekonsums auch ZeroClients genannt, werden im Berufsschulunterricht für Ausbildung der ICT-Grundkompetenzen, wie Office-Schulung, Internet-Recherchen und Projektarbeiten eingesetzt. Für die Schülerinnen und Schüler ist die Thin Client-Technik nur daran zu erkennen, dass neben Maus, Tastatur und einem modernen 22 Zoll Bildschirm kein PC-Gehäuse mehr vorhanden ist. Die Windows- oder Linux-Bedienungsoberfläche und die verfügbaren Software-Pakete lassen den Benutzer vergessen, dass die gesamte Software auf einem Server im Rechenzentrum betrieben wird.

Der Einsatz von Thin Clients im Berufsschulunterricht ermöglicht ebenfalls eine bessere Unterstützung der berufsspezifischen IT-Ausbildungen. Das zentrale Management der virtuellen Desktops ermöglicht es, flexibel berufsgruppenspezifische Lösungen bereitzustellen, welche bei der Anmeldung durch den Schüler automatisch geladen werden.

Abbildung 1: Virtualisierungs-Technologie im Schulnetzwerk



Die auf dem Server eingesetzte Virtualisierungstechnologie ermöglicht es, nicht nur Thin Clients mit der nötigen Software zu versorgen, sondern bei Bedarf auch Notebooks und Rich Clients. Die Nutzung von work.gibbix.ch – lizenzierter Software ist nicht nur im Schulnetzwerk, sondern mit der erforderlichen Autorisierung auch ausserhalb via Internet möglich. Das Optimum in Bezug auf Kosteneinsparungen durch zentrales Management und Energieeffizienz ist aber mit der Kombination von Server und Thin Client gegeben.

## 5.6 ePult – eine Umsetzung in den Unterrichtsalltag

Das ePult ist eine aus langjähriger Unterrichtserfahrung gewachsene Umsetzung der Anforderungen an die Unterrichtsinformatik. Die in diesem Artikel aufgezeigten Konzepte und Technologien werden weitgehend umgesetzt. Das ePult eignet sich aufgrund seiner Konstruktion in einem Schülerpult sowohl für den Theorieunterricht (mit eingeklapptem Bildschirm), als auch für den Informatikeinsatz (mit aufgeklapptem Bildschirm). Dank integriertem Thin Client können die oben genannten Vorteile im Unterricht genutzt werden.

Abbildung 2: ePult im Unterrichtszimmer



Das ePult kann durch die Lehrkraft zentral gesteuert werden. Die Lernenden können nach der Freigabe durch die Lehrkraft den Bildschirm per Knopfdruck anheben und einschalten. Nach der Anmeldung kann das ePult wie ein normaler PC genutzt werden. Die Lernenden können während des Unterrichts via Class-Room-Management-Software optimal unterstützt, geführt und überwacht werden.

Das ePult stellt dank einfacher, standardisierter Bedienung und robuster Konstruktion einen auf die Unterrichtsbedürfnisse optimierten IT-Arbeitsplatz zur Verfügung. Weitere Vorteile sind der minimale notwendige Support im Klassenzimmer, sowie der energie- und ressourcenoptimierte Betrieb.

#### **Weiterführende Informationen**

- [www.cleantech.admin.ch](http://www.cleantech.admin.ch)
- [www.greenitplus.org](http://www.greenitplus.org)
- [workplace.gibbix.ch](http://workplace.gibbix.ch)

#### **Informationen zu den Autoren**

- Reto Sollberger, Vorsteher der Abteilung für Informations- und Energietechnik, Gewerblich-Industrielle Berufsschule Bern (gibb), [Reto.Sollberger@gibb.ch](mailto:Reto.Sollberger@gibb.ch)
- Martin Frieden, Leiter Berufsgruppe Informatiker, Gewerblich-Industrielle Berufsschule Bern (gibb), [Martin.Frieden@gibb.ch](mailto:Martin.Frieden@gibb.ch)



educa.ch

Schweizer Medieninstitut für Bildung und Kultur  
Erlachstrasse 21 | Postfach 612 | CH-3000 Bern 9

Telefon: +41 (0)31 300 55 00  
[info@educa.ch](mailto:info@educa.ch) | [www.educa.ch](http://www.educa.ch)