



Schweiz. Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften
Société Suisse d'Agronomie
Società Svizzera di Agronomia
Swiss Society of Agronomy

Bulletin 25

20. Jahrestagung der Schweiz. Gesellschaft für
Pflanzenbauwissenschaften (SGPW)
20^{ème} assemblée annuelle de la Société Suisse d'Agronomie (SSA)

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich
23. März 2012

Energieeffiziente Pflanzenproduktion

Production végétale et efficacité énergétique

Zusammenfassungen der Vorträge und der Poster
Resumés des conférences et des posters

Was will die Schweizerische Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (SGPW) ?

Mit dieser Gesellschaft soll der Gedankenaustausch zwischen Personen, die an der pflanzenbaulichen Forschung und an der Entwicklung des Pflanzenbaus im weitesten Sinne (also auch Spezialkulturen) interessiert sind, gefördert werden. Gleichzeitig soll diese Vereinigung die Zusammenarbeit zwischen Disziplinen und Institutionen stimulieren (z.B. mit der Gesellschaft für Phytomedizin, mit der Gesellschaft für Bodenkunde, mit der Gesellschaft für Pflanzenphysiologie).

Mit der Gründung dieser Gesellschaft haben wir in der Schweiz eine Organisation, die den Kontakt zur Europäischen Gesellschaft für Pflanzenbau sicherstellt. Die Gesellschaft soll Personen in Forschung, Unterricht auf allen Stufen und Beratung ansprechen.

Was bringt die Gesellschaft den Mitgliedern ?

Die Mitglieder der SGPW erhalten regelmässig die "Mitteilungen der SGPW" sowie die Einladungen zu den Fachtagungen. In den "Mitteilungen der SGPW" werden u. a. die wichtigsten laufenden und abgeschlossenen wissenschaftlichen Arbeiten der Mitglieder aufgelistet. Mitglieder der SGPW sind eingeladen, die SGPW laufend darüber zu orientieren.

Jahresbeitrag:

- Ord. Mitglieder:	Fr. 30.--
- Kollektivmitglieder:	Fr. 150.--
- Studenten (inkl. Doktoranden):	Fr. 15.--

Que veut la Société Suisse d'Agronomie (SSA)?

Cette société a pour but de favoriser les échanges d'idées entre les personnes dont l'activité professionnelle s'exerce dans la recherche et le développement des cultures végétales (y compris les cultures spéciales). Simultanément, cette association entend stimuler la collaboration entre différentes disciplines et institutions (par ex. avec la Société de phytomédecine, avec la Société de pédologie, avec la Société de physiologie végétale).

Avec la fondation de cette Société, la Suisse dispose d'une organisation qui assure les contacts avec la Société Européenne d'Agronomie. La SSA s'adresse aux chercheurs, aux enseignants des différents niveaux, ainsi qu'aux vulgarisateurs.

Qu'apporte cette Société à ses membres?

Les membres de la SSA reçoivent régulièrement les "Communications de la SSA" ainsi que les invitations aux journées d'étude. Les "Communications de la SSA" contiendront, entre autres, la liste des principaux travaux scientifiques terminés ou en voie de réalisation. Les membres sont invités à orienter régulièrement la SSA sur leurs activités

Cotisation annuelle

- Membres ordinaires :	Fr. 30.--
- Membres collectifs :	Fr. 150.--
- Etudiants et Doctorants :	Fr. 15.--

Anmeldung an: / *Inscription:*

SGPW / SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz

Rütti; 3052 Zollikofen

michel.gygax@vol.be.ch

www.sgpw.scnatweb.ch

Vorstand der SGPW / *Comité de la SSA*: 2012 - 2014

Präsident:

Dr. Andreas Keiser, Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittel (HAFL), 3052 Zollikofen (Tel. 031 910 21 50, Fax 031 910 22 99; e-mail: andreas.keiser@bfh.ch)

Vizepräsident:

Dr. Christoph Carlen, Agroscope Changins-Wädenswil, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey (Tel. 027 345 35 13, Fax 027 346 30 17; e-mail: christoph.carlen@acw.admin.ch)

Beisitzer:

Dr. Beat Boller, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Postfach, 8046 Zürich (Tel. 044 377 73 63, Fax 044 377 73 45; e-mail: beat.boller@art.admin.ch)

Sekretär (Protokoll):

Dr. Astrid Oberson, ETHZ Plant Nutrition, Eschikon 33, 8315 Lindau (Tel: 052 354 91 32, Fax 052 354 91 19; e-mail: astrid.oberson@usys.ethz.ch)

Geschäftsführer:

Dr. Michel Gyga, Fachstelle für Pflanzenschutz, Rütli, 3052 Zollikofen (Tel. 031 910 51 53, Fax 031 910 53 49; e-mail: michel.gygax@vol.be.ch)

Rechnungsrevisoren:

Dr. Raphaël Charles, Agroscope Changins-Wädenswil ACW (Tel. 022 363 46 59, Fax 022 363 13 25)

Dr. Jürg Hiltbrunner, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Postfach, 8046 Zürich (Tel. 044 377 73 57, Fax 044 377 72 01)

Postadresse:

SGPW / SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz; Rütli, CH-3052 Zollikofen
e-mail: michel.gygax@vol.be.ch www.sgpw.scnatweb.ch

Adressberichtigung bitte nach A1 Nr.552 melden

P.P.

3052 Zollikofen

SGPW / SSA
c/o Fachstelle für Pflanzenschutz
Rütti
CH 3052 Zollikofen

20. Jahrestagung der
Schweiz. Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (SGPW)
20^{ème} assemblée annuelle de la Société Suisse d'Agronomie (SSA)

Agroscope ART Reckenholz, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich
23. März 2012

Energieeffiziente Pflanzenproduktion
Production végétale et efficacité énergétique

Vorträge / Exposés

Hinweis:

*Beiträge in ausschliesslicher wissenschaftlicher Verantwortung der
jeweiligen Autoren.*

Les auteurs portent la responsabilité scientifique de leur contribution.

EINFÜHRUNGSVORTRÄGE

E-1	ENERGIE-BILANZEN IM PFLANZENBAU Thomas Nemecek.....	4
E-2	VERBESSERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ VON LANDWIRTSCHAFTSBETRIEBEN: EIN BEITRAG ZUM KLIMASCHUTZ -STAND DER ENTWICKLUNGEN IN DEUTSCHLAND- Carla Schied, Sabine Braun und Werner Schmid.....	5
E-3	APPROCHES POUR UNE ÉCONOMIE D'ÉNERGIE EN CULTURES SOUS SERRES Céline Gilli.....	7

VORTRÄGE

V-1	ENERGIESPARPOTENZIAL DER SYMBIOTISCHEN STICKSTOFFFIXIERUNG: WELCHE BESTÄNDE BRINGEN WIE VIEL? Andreas Lüscher und Olivier Huguenin-Elie.....	8
V-2	ENERGIEEFFIZIENTE AGRARTECHNIK FÜR DEN PFLANZENBAU Thomas Anken.....	9
V-3	ANALYSE DER BETRIEBLICHEN ENERGIESITUATION IM KONTEXT DER GESAMTBETRIEBLICHEN NACHHALTIGKEIT MIT DEM INSTRUMENT RISE Jan Grenz, Michael Schoch und Christian Thalmann.....	10
V-4	NACHHALTIGKEIT DER SCHWEIZER ZUCKERVERSORGUNG Andy Spörri und Roland W. Scholz.....	11
V-5	ROLLE DES SCHWEIZER PFLANZENBAUS IM KONTEXT GLOBALER ENERGIEVERKNAPPUNG Bruno Guggisberg.....	13
V-6	AGROCLEANTECH: DIE KÜNFTIGE ENERGIE- UND KLIMAAGENTUR DER LANDWIRTSCHAFT Martin Rufer.....	14

POSTER

P-1	COMPARAISON D'UN RÉGIME CLIMATIQUE STANDARD ET D'UN RÉGIME AVEC INTÉGRATION DE TEMPÉRATURE SUR 24 HEURES EN CULTURE DE PELARGONIUM C. Gilli.....	15
P-2	CAN MAIZE GENOTYPES BE CHARACTERIZED FOR LEAF GREENNESS USING REMOTELY SENSED VEGETATION INDEX VALUES? Frank Liebisch, David Schneider, Norbert Kirchgessner, Andreas Hund and Achim Walter.....	16
P-3	INVASIVE ALIEN INSECTS - PATHWAYS INTO EUROPE Steven Bacon.....	16
P-4	COMPARISON OF THREE DIFFERENT EVALUATION METHODS OF <i>MONILINIA LAXA</i> IMPACT ON APRICOT FLOWERS Danilo Christen, Loïc Motry and Gérard Devènes.....	17
P-5	WIDESPREAD EDAPHIC, HABITAT, AND SITE-SPECIFICITY IN ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGAL ASSEMBLAGES OF TEN GRASSLAND SITES IN SWITZERLAND; IMPLICATIONS FOR FUNGAL COMMUNITY ECOLOGY AND SYMBIOTIC FUNCTIONING IN AGRO-ECOSYSTEMS Manuela Krüger, Hannes A. Gamper.....	18
P-6	PLANT GROWTH PROMOTING MICROORGANISMS AND BIOCONTROL OF <i>PYTHIUM ULTIMUM</i> ON <i>EUPHORBIA PULCHERIMA</i> Pascal Sigg, Cédric Camps et Céline Gilli.....	19
P-7	EFFECT OF MICROORGANISMS ON <i>LISIANTHUS</i> QUALITY: EFFECT ON SEEDLINGS AND HARVESTED PLANTS Cédric Camps, Pascal Sigg and Céline Gilli.....	20
P-8	INFLUENCE OF TIME OF HARVESTING AND STORAGE ON CARBOHYDRATES AND ANTIOXIDANT CAPACITY IN MINI KIWI FRUIT Martina Hicketier, Eduardo Pérez, Achim Walter.....	20
P-9	PREDICTION OF THE PRE AND POSTHARVEST APRICOT QUALITY WITH DIFFERENT NIRs DEVICES Danilo Christen, Cédric Camps, André Summermatter, Séverine Gabioud Rebeaud and Daniel Baumgartner.....	21
P-10	AGRICULTURAL AND PHYTOCHEMICAL EVALUATION OF <i>ARTEMISIA ABSINTHIUM</i> L. HYBRIDS. X. Simonnet, E Capella, O. Panero, C. Carlen and I. Tonutti.....	21
P-11	APOLLON, A NEW <i>ARTEMISIA ANNUA</i> VARIETY WITH HIGH ARTEMISININ CONTENT. X. Simonnet, M. Quennoz and C. Carlen.....	22
P-12	IRRIGATION DÉFICITAIRE SUR LA POMME GALA Philippe Monney.....	22
P-13	POMMIER: VALEURS-SEUIL POUR LE PILOTAGE DE L'IRRIGATION DÉFICITAIRE (RDI) Philippe Monney.....	23
P-14	CHALLENGING CONTROL OF <i>SENECIO AQUATICUS</i> IN MANAGED GRASSLAND Matthias Suter and Andreas Lüscher.....	24
P-15	RENFORCER L'EFFICIENCE ÉNERGÉTIQUE DE LA PRODUCTION VÉGÉTALE: POTENTIEL POUR L'ÉNERGIE NON-RENOUVELABLE. A. Crole-Rees, D. Dubois et P. Mouron.....	25

POSTER VON MASTER STUDENTEN DER ETH ZÜRICH (OHNE KURZFASSUNG)

- P-16 FERTILIZATION OF DIOSCOREA ROTUNDATA WITH POULTRY MANURE: EFFECTS ON NUTRIENT DYNAMICS AND NUTRIENT USE EFFICIENCIES**
Christian Andres, andresc@student.ethz.ch
- P-17 EFFECT OF PLANT GROWTH STAGE AND LEAF POSITION ON OXYGEN ISOTOPES IN PHOSPHATE EXTRACTED FROM SOYBEANS**
Thilo Dürr-Auster, dthilo@student.ethz.ch
- P-18 WHAT AFFECTS THE CONTENT OF SOLUBLE CARBOHYDRATES IN PERENNIAL RYEGRASS (*LOLIUM PERENNE* L.)?**
Daniel Hofer, danielhofer@student.ethz.ch
- P-19 SOZIOÖKONOMISCHE ANALYSE DES SCHWEIZERISCHEN INDUSTRIEHANFMARKTES: "AUSGANGSLAGE UND PERSPEKTIVE"**
Bojan Scheurer, sbojan@student.ethz.ch
- P-20 DURABLE RESISTANCE AGAINST LEAF RUST IN WINTER WHEAT: AGRONOMICAL IMPACT OF THE QUANTITATIVE RESISTANCE GENE *LR34*.**
Raphaël Wittwer, rwittwer@student.ethz.ch

E-1 ENERGIE-BILANZEN IM PFLANZENBAU

Thomas Nemecek

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich

E-mail: thomas.nemecek@art.admin.ch

Seit der Ölkrise der 70er-Jahre sind die Energiebilanzen ein wichtiges Instrument, um Energieressourcen möglichst sparsam und effizient einzusetzen. In den letzten zwei Jahrzehnten wurde die Methodik zu einer alle Umweltbereiche abdeckenden Ökobilanz entwickelt.

Für die Erstellung von Energiebilanzen wird eine umfangreiche Datengrundlage benötigt. Die von der ART entwickelte Datenbank SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment) (Nemecek *et al.*, 2010) bietet Daten für landwirtschaftliche Prozesse und Produkte. Für die übrigen Wirtschaftssektoren liefert die ecoinvent-Datenbank (ecoinvent Centre, 2007) eine umfassende Grundlage.

Die wichtigsten Beiträge zum Energiebedarf im Pflanzenbau sind die Mineral-Dünger und der Maschineneinsatz (Pelletier *et al.*, 2011). Bei den Mineräldüngern ist insbesondere Stickstoff entscheidend, denn bei der Ammoniak-Synthese wird viel fossile Energie eingesetzt. Beim Maschineneinsatz dominiert der direkte Energieeinsatz in Form von Diesel oder Benzin. Der Beitrag der Energie für die Herstellung und den Unterhalt der Maschinen ist wesentlich geringer. Bodenbearbeitung und Feldbestellung sowie die Ernteprozesse sind die entscheidenden Beiträge zum Energiebedarf. Wird bewässert, so kann der dafür benötigte Energieeinsatz zu einem dominierenden Faktor werden. Muss das Erntegut getrocknet werden, so kann das ebenfalls den Energiebedarf deutlich erhöhen. Dies ist insbesondere bei der Trocknung von relativ feuchtem Erntegut wie Körnermais oder Trocknung von Gras oder Grünmais der Fall. Bei beheizten Gewächshäusern ist die Heizenergie ein sehr entscheidender Faktor. Weitere Beiträge zum Energiebedarf sind wesentlich geringer als die obgenannten oder nur in bestimmten Fällen von grösserer Bedeutung. Dies trifft beispielsweise auf das Saatgut zu, dessen Beitrag selten einige Prozente übersteigt. Ebenso ist die Energie für die Herstellung von Pflanzenschutzmitteln meist im niedrigen Prozentbereich. Ausnahmen davon sind Kulturen mit intensivem Pflanzenschutz und grossen Mengen an Pestiziden, wie Obst- und Weinbau oder Kartoffeln. Im Futterbau sind v.a. der Maschineneinsatz ausschlaggebend, gefolgt von Mineräldünger, falls solche eingesetzt werden.

Der Biolandbau zeichnet sich durch einen tieferen Energiebedarf pro Flächeneinheit und oft auch pro Produkteinheit aus, unter der Voraussetzung, dass die Erträge auf einem ansprechenden Niveau liegen (Nemecek *et al.*, 2011a). Dies ist hauptsächlich durch den Verzicht auf mineralische Dünger zu erklären. Bei der Extensivierung eines intensiven Anbaus lässt sich dessen Energie-Effizienz meist verbessern; die Intensität darf aber ein kritisches Niveau nicht unterschreiten (Nemecek *et al.*, 2011b). Die Analyse von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben zeigte, dass der direkte Energieeinsatz (Treibstoffe, Brennstoffe, Strom) nur ungefähr ein Drittel des Totals ausmachte. Ein weiteres Drittel war durch die zugekauften Betriebsmittel aus der Landwirtschaft bedingt (Futtermittel, Saatgut, Tiere) und ein Drittel durch die Gebäude, Maschinen und industriell hergestellte Inputs (Dünger, Pestizide) bedingt (Hersener *et al.*, 2011). Zudem zeigte sich, dass zwischen den Betrieben eine sehr grosse Variabilität im Energieeinsatz und in der Energie-Effizienz besteht. Diese lässt sich nur zum Teil durch die Höhenlage (höherer Energiebedarf im Berggebiet) oder den Betriebstyp erklären. Die Betriebstypen Ackerbau und Mutterkühe punkto Energieeinsatz zu den extensivsten gehörten. Verkehrsmilchbetriebe lagen im Mittelfeld; die höchsten Werte wurden bei den Veredelungsbetrieben gefunden. Die grosse Variabilität deutet darauf hin, dass noch ein beträchtliches Energieeinsparungspotenzial in der Landwirtschaft besteht.

Referenzen

- Ecoinvent Centre, 2007. ecoinvent Data - The Life Cycle Inventory Data. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, ISBN 3-905594-38-2 Available at <http://www.ecoinvent.org>.
- Hersener, J.-L., Baumgartner, D.U., Dux, D., Aeschbacher, U., Alig, M., Blaser, S., Gaillard, G., Glodé, M., Jan, P., Jenni, M., Mieleitner, J., Müller, G., Nemecek, T., Rötheli, E. & Schmid, D., 2011. Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe (ZA-ÖB) - Schlussbericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, 148 p.
- Nemecek, T., Freiermuth Knuchel, R., Alig, M. & Gaillard, G., 2010. The advantages of generic LCA tools for agriculture: examples SALCAcrop and SALCAfarm. In: 7th Int. Conf. on LCA in the Agri-Food Sector, Notarnicola, B. (eds.). Bari, Italy. 433-438.
- Nemecek, T., Huguenin, O., Dubois, D. & Gaillard, G., 2011a. Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agricultural Systems*, 104: 217-232.
- Nemecek, T., Huguenin, O., Dubois, D., Gaillard, G., Schaller, B. & Chervet, A., 2011b. Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural Systems*, 104: 233-245.
- Pelletier, N., Audsley, E., Brodt, S., Garnett, T., Henriksson, P., Kendall, A., Kramer, K.J., Murphy, D., Nemecek, T. & Troell, M., 2011. Energy Intensity of agriculture and food systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 36: 223-246.

E-2 VERBESSERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ VON LANDWIRTSCHAFTSBETRIEBEN: EIN BEITRAG ZUM KLIMASCHUTZ - STAND DER ENTWICKLUNGEN IN DEUTSCHLAND

Carla Schied, Sabine Braun und Werner Schmid
**Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der Ländlichen Räume,
Schwäbisch Gmünd, Baden-Württemberg (D)**

E-Mail: Werner.Schmid@lel.bwl.de

Der Einsatz fossiler Energieträger belastet zunehmend die Umwelt und wird auch immer teurer. Die Erhöhung der Energieproduktivität durch Steigerung der Energieeffizienz ist daher auch in der Landwirtschaft eine wichtige Zukunftsaufgabe, um den Herausforderungen des Klimaschutzes gerecht zu werden und um die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe zu stärken. Darüber hinaus bietet es sich in der Landwirtschaft hervorragend an, regenerative Energien zu nutzen und damit den Energiezukauf der Betriebe deutlich zu reduzieren.

Gute Beratung ist das A und O

Der Schlüssel zur Erhöhung der Energieeffizienz in den landwirtschaftlichen Betrieben liegt in einer soliden und fundierten Energieberatung. Erste Praxiserfahrungen im Rahmen von Modellberatungen in Baden-Württemberg als auch die Ergebnisse erster geförderter Beratungen haben gezeigt, dass in der Landwirtschaft Energie-, Kosten- und CO₂-Einsparpotentiale von 15-25% schlummern.

In vielen Betriebszweigen lassen sich „typische Energiefresser“ identifizieren, bei denen leicht Abhilfe geschaffen werden kann. So steht beispielsweise in der Milchviehhaltung das Thema Melken mit dem Energieverbrauch für die Vakuumpumpen, die Kühlung der Milch und dem Warmwasserbedarf für die Reinigung der Anlagen im Zentrum des Interesses. In der Schweinehaltung liegt das Augenmerk dagegen meist auf dem hohen Energieverbrauch durch die Klimatisierung und Lüftung der Ställe. Auch in der Außenwirtschaft lässt sich an vielen Stellschrauben der Energieaufwand pro Tonne Erntegut beeinflussen. Besondere Aufmerksamkeit ist hier vor allem dem Schlepper, den Arbeitsverfahren, aber auch der Flächenstruktur, dem Betriebsmitteleinsatz und den pflanzenbaulichen Maßnahmen zu schenken.

Schwieriger gestaltet sich dagegen die Suche nach Schwächen bei eher „verborgenen“ Energiefressern. In diesen Fällen stellt die Energieberatung in der Landwirtschaft hohe Anforderungen an das Wissen und das Können der Berater und Beraterinnen. Neben einem umfassenden Spezialwissen in Energiefragen ist hier auch eine profunde Kenntnis landwirtschaftlicher Produktionsabläufe erforderlich. Nur damit lässt sich eine detaillierte und fundierte Analyse des IST-Zustandes erstellen. Diese Analyse stellt im Zusammenspiel mit dem Wissen und Können des Beraters die Basis für die Erkennung und Hebung von Einsparpotentialen.

Stand der Energieberatung in der Landwirtschaft in Baden-Württemberg und Deutschland

Nach Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen hat Baden-Württemberg die Energieberatung in der Landwirtschaft im Jahr 2009 aktiv als Beratungsthema aufgegriffen. Seit 2010 wird die Dienstleistung „einzelbetriebliche Energieberatung in der Landwirtschaft“ in Baden-Württemberg gefördert. Landwirte erhalten, wenn Sie eine Energieberatung durch einen zugelassene/n Berater/in durchführen lassen einen Zuschuss von bis zu 70% des Beraterhonorars (max. 1.500,-€ Zuschuss je Fall). Baden-Württemberg ist damit nach Niedersachsen das 2. Bundesland in Deutschland, das die Energieberatung in der Landwirtschaft finanziell unterstützt. In weiteren Bundesländern wird derzeit über ähnliche Fördermodelle nachgedacht.

Voraussetzung für eine solide Beratung ist fundiertes Fachwissen, sowohl in Sachen Energie als auch in Sachen Produktionstechnik in landwirtschaftlichen Betrieben. Um in dieser relativ jungen Disziplin „Energieberatung in der Landwirtschaft“ von Beginn an möglichst gute Ergebnisse erzielen zu können wurden sowohl in Niedersachsen (2008, 2009) als auch in Baden-Württemberg (2010, 2011) Berater/innen geschult und in einem Anerkennungsverfahren für die geförderte Beratung zugelassen. Zwischenzeitlich erwacht auch das Interesse der Betriebe an einer Energieberatung, nachdem es immer wieder Phasen steigender Energiepreise gibt. In Niedersachsen liegt die Zahl der beantragten bzw. durchgeführten Beratungen jährlich bei ca. 6-800. In Baden-Württemberg liegt die Zahl mit knapp 100 Beratungen noch deutlich darunter. Hier ist die Förderung allerdings erst im 2. Halbjahr 2011 richtig angelaufen.

Das Thema Energieeffizienz ist sowohl auf EU- als auch auf bundesdeutscher Ebene zum TOP-Thema aufgestiegen. Im landwirtschaftlichen Bereich gibt es seit 2 Jahren eine Arbeitsgruppe des KTBL Darmstadt, welche sich mit der Erstellung von Kennzahlen für Modellbetriebe beschäftigt. Weitere Bundesländer wie z.B. Rheinland-Pfalz greifen das Thema zwischenzeitlich aktiv auf. An der LEL Schwäbisch Gmünd wurde eine 2-jähriges Projekt zum Thema Energieeffizienz in der Landwirtschaft eingerichtet mit den Zielen ein Beratungs-Werkzeug zu erstellen, eine Wissensbasis aufzubauen sowie ein Kennzahlensystem zu entwickeln, in welchem die Daten der durchgeführten Beratungen gesammelt, ausgewertet und anschließend der Praxis wieder zur Verfügung gestellt werden sollen. Begleitet wird dieses Projekt durch eine länderübergreifende Arbeitsgruppe.

Fazit

Energieberatung in der Landwirtschaft kann große Einsparpotentiale in den Betrieben aufzeigen. Das Thema Energie ist als klassisches Beratungsthema durch Spezialisten zu betrachten, da der Anteil der Energiekosten nur eine überschaubare Größe im Kostengefüge eines landwirtschaftlichen Betriebes darstellt. Hinzu kommt, dass der Landwirt bei der Vielfalt seiner produktionstechnischen, ökonomischen und nicht zuletzt administrativen Aufgaben in der Regel nicht die Zeit aufbringen kann, dieses Thema intensiv zu bearbeiten. Es muss auch festgehalten werden, dass die Energieberatung in der Landwirtschaft noch als junge Disziplin zu betrachten ist und es bislang nur an wenigen Stellen „Patentrezepte“ zur Behebung von Mängeln oder Schwachstellen gibt.

E-3 APPROCHES POUR UNE ÉCONOMIE D'ÉNERGIE EN CULTURES SOUS SERRES

Céline Gilli

Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1964 Contthey

E-Mail: celine.gilli@acw.admin.ch

La réduction de la consommation d'énergie en cultures sous serre demeure un thème de recherche important pour plusieurs raisons. D'une part, parce que l'augmentation du prix des énergies fossiles se répercute directement sur les coûts de chauffage et donc sur les coûts de production, et d'autre part parce qu'à cette situation économique s'ajoutent des réflexions environnementales par rapport aux gaz à effet de serre. Plusieurs axes permettent de réduire la consommation d'énergie: amélioration de la structure de la serre (isolation des parois, matériaux de couverture, écrans thermique etc.), de la production et de la distribution de chaleur (récupération de la chaleur sur les fumées de combustion, cogénération, stockage de chaleur, utilisation de déshumidificateurs, etc.) ou conduites climatiques innovatrices. Des essais d'intégration de températures et de conduite différenciée de l'écran thermique ont été menés ces dernières années par Agroscope Changins-Wädenswil ACW, en culture de tomates sur substrat.

Des essais d'intégration de températures (IT) ont montré qu'une économie d'énergie de 15 à 30% était possible. Deux années sur trois le rendement annuel n'a pas été influencé par les différentes conduites de températures. L'IT a légèrement réduit le rendement en première phase de culture, jusqu'à mi-juillet. Par contre, il a été plus élevé en deuxième phase grâce à des processus compensatoires, internes à la plante. En revanche, l'intégration de température n'a pas eu d'effet sur la qualité analytique des fruits, ni sur le développement des ravageurs, auxiliaires et maladies.

Des essais de conduite différenciée d'écran thermique ont aussi montré des résultats intéressants pour économiser de l'énergie. Ces études ont été réalisées dans deux serres similaires. Dans l'une, l'écran d'ombrage s'ouvre une demi-heure après le lever du soleil et l'écran thermique une heure après le lever du soleil si la température extérieure est supérieure à 5° C et si l'intensité lumineuse est supérieure à 3 Klux, sinon il reste fermé (conduite optimisée). Dans l'autre, les écrans s'ouvrent au lever du soleil (Témoin). La conduite optimisée a permis une économie d'énergie d'environ 15 %. Aucune incidence significative sur le rendement et sur la qualité analytique n'a été notée.

En conclusion, ces études confirment que l'IT et la gestion d'écran optimisée permettent des économies d'énergie sans impact négatif sur la quantité et la qualité de la production.

V-1 ENERGIESPARPOTENZIAL DER SYMBIOTISCHEN STICKSTOFFFIXIERUNG: WELCHE BESTÄNDE BRINGEN WIE VIEL?

Andreas Lüscher und Olivier Huguenin-Elie

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich

E-Mail: andreas.luescher@art.admin.ch

Die begrenzten Energieressourcen, die hohen Energiepreise und die Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion verlangen nach einer Verbesserung der Energieeffizienz auch in der Raufutterproduktion. Die eingesetzte Menge an Mineraldüngern spielt eine ganz wesentliche Rolle für den Energiebedarf der Wiesenfutter-Produktion. Werden Wiesen ausschliesslich mit Mineraldünger gedüngt, so ist der Energiebedarf für Düngerproduktion und -Transport grösser als der Energiebedarf für sämtliche anderen Bewirtschaftungsaktivitäten wie Pflegemassnahmen, Ernte und Konservierung des Futters zusammen (Nemecek *et al.*, 2011). Der Ersatz von Stickstoff-Mineraldünger durch symbiotisch fixierten Luftstickstoff ist also ein Schlüssel zu einer hohen Energieeffizienz in der Landwirtschaft. Im Futterbau gewonnener Symbiose-Stickstoff kann über die Hofdünger auch für die Düngung von Ackerkulturen eingesetzt werden.

Klee-Gras-Bestände sind extrem leistungsfähig in der Gewinnung von Symbiose-Stickstoff. In einer sehr produktiven Mischung mit einem hohen Kleeanteil kann die Menge an Symbiose-Stickstoff, die mit der Futtergewinnung geerntet wird bis über 300 kg N ha⁻¹ jährlich betragen (Nyfeler *et al.*, 2011; Lüscher *et al.*, 2011). Dabei hängt diese Menge wesentlich vom Kleeanteil in der Mischung ab. Hoch interessant ist das Ergebnis, dass die Menge an geerntetem Symbiose-Stickstoff nicht in Klee-Reinbeständen am höchsten war, sondern in Mischungen mit 60-80% Kleeanteil. Schon ein Kleeanteil im Bestand von 40-60% resultierten in gleichen Mengen an Symbiose-Stickstoff wie er mit Klee-Reinkulturen geerntet werden konnte. Die Klee- und Grasarten haben sich also gegenseitig zum Nutzen der Futterproduktion und Stickstoffgewinnung positiv beeinflusst (Nyfeler *et al.*, 2011). Auch in Beständen mit geringerem Kleeanteil können gegenüber von Beständen ohne Klee wesentliche Mengen an N-Dünger eingespart werden. Neue Untersuchungen aus dem DOK-Versuch zeigen, dass auch nach langjähriger biologischer Bewirtschaftung die Stickstofffixierung von Klee-Gras-Mischungen hervorragend zur Deckung des N-Bedarfes beiträgt (Lüscher *et al.*, 2012).

Literatur

- Lüscher A., Frossard E., Mayer J., Mäder P. and Oberson A. (2012) Symbiotic nitrogen fixation of grass-clover leys under organic and conventional cropping. *Grassland Science in Europe*, in press.
- Lüscher A., Soussana F. and Huguenin-Elie O. (2011) Role and impact of legumes in grasslands for high productivity and N gain from symbiotic N₂ fixation. In: Lemaire G., Hodgson J. and Chabbi A. (eds) *Grassland productivity and ecosystem services*, CAB International, Wallingford, UK, pp. 101-107.
- Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D., Gaillard G., Schaller B. and Chervet A. (2011) Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural Systems* 104, 233-245.
- Nyfeler D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E. and Lüscher A. (2011) Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140, 155-163.

V-2 ENERGIEEFFIZIENTE AGRARTECHNIK FÜR DEN PFLANZENBAU

Thomas Anken

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

E-Mail: thomas.anken@art.admin.ch

Die für den Pflanzenbau benötigte Energie setzt sich hauptsächlich aus der direkten Energie des Treibstoffs für die Fahrzeuge und aus der indirekten Energie enthalten in Dünger-, Pflanzenschutzmitteln und Landmaschinen zusammen. Neueste Berechnungen zeigen, dass die für die Herstellung der Landmaschinen benötigte Energie in der Schweiz umgerechnet pro Hektare und Jahr die Energiemenge an Treibstoff sogar übersteigt.

Direkte Energie

Der Treibstoffverbrauch im Ackerbau wird sehr stark durch das Bestellverfahren geprägt. Während für Pflügen, Eggen und Säen zirka 50 Liter je Hektare benötigt werden, genügen für eine Direktsaat ohne Bodenbearbeitung 5-10 Liter Diesel pro Hektare. Für das Dreschen werden rund 20 Liter benötigt; Düngen und Pflanzenschutz fallen mit je 1.5 Litern pro Hektare weniger ins Gewicht. Schweizweit verbraucht die Landwirtschaft rund 150 Liter Diesel pro Hektare landwirtschaftliche Nutzfläche und Jahr. Darin sind sämtliche weitere Arbeiten wie Transporte, Forstarbeiten und Hofarbeiten eingeschlossen.

Um den Treibstoffverbrauch pro Hektare tief zu halten, ist es wichtig, einen an die Arbeit angepassten Traktor zu wählen und diesen optimal zu betreiben. Den besten Wirkungsgrad hat ein Dieselmotor im Bereich von 70 % der Nenndrehzahl und 70 % Motorbelastung. Durch die Reduktion der Drehzahl und Erhöhung des Drehmoments lassen sich bei gleicher Leistung somit über 10 % Diesel einsparen. Der Faktor Mensch spielt dabei eine wichtige Rolle. Untersuchungen der BLT in Wieselburg (AT) zeigten, dass zwischen unterschiedlichen Fahrern für dieselbe Transportarbeit Differenzen von bis zu 30 % auftreten.

Einstellung und Wartung der Geräte beeinflussen den Treibstoffbedarf ebenfalls. Gegenüber einem optimal eingestellten Pflug benötigt ein schlecht eingestellter hauptsächlich auf Grund erhöhter Reibungskräfte rund 20-30 % mehr Zugkraft während stumpfe Klingen eines Mähwerks zirka 10 % mehr Energie als scharfe benötigen. Reduzierter Reifendruck auf dem Feld vermag über 10 % Treibstoff einzusparen. Es bieten sich also eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Reduktion des Treibstoffverbrauches an.

Indirekte Energie

Bei Praktikern und in der öffentlichen Diskussion wird der indirekten Energie wenig Beachtung geschenkt. Während die in den Pflanzenschutzmitteln enthaltene indirekte Energie keinen wesentlichen Anteil ausmacht, fallen die Stickstoffdünger stark ins Gewicht. Für die Herstellung eines Kilogramms Reinstickstoff (N) werden gemäss Ecoinvent-Datenbank zirka 1.6 lt Heizöl-äquivalent benötigt. Damit entsteht bei einer angenommenen Düngung von 125 kg N/ha ein Energiebedarf von 200 l Heizöläquivalent/ha, was den Bedarf an Diesel-Treibstoff deutlich übersteigt.

Gemäss unseren Berechnungen übersteigt die für den Bau in den Landmaschinen enthaltene indirekte oder graue Energie den Treibstoffbedarf pro Hektare ebenfalls. Die hohe Maschinendichte und vergleichsweise tiefe Auslastung führen also nicht nur zu hohen Kosten, sondern schlagen sich auch in der Energiebilanz der Landwirtschaft nieder.

V-3 ANALYSE DER BETRIEBLICHEN ENERGIESITUATION IM KONTEXT DER GESAMTBETRIEBLICHEN NACHHALTIGKEIT MIT DEM INSTRUMENT RISE

Jan Grenz, Michael Schoch und Christian Thalmann
Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissen-
schaft, CH-3052 Zollikofen

E-Mail: jan.grenz@bfh.ch

Das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung ist in Landwirtschaftsgesetz und Bundesverfassung verankert. Für die Umsetzung dieses Leitbildes auf Betriebsebene, samt Erfolgskontrolle, liegt noch keine Standardlösung vor. Neben öffentlichen (ÖLN) und privaten (Bio, IP, SwissGAP) Produktionsstandards mit je eigenen Kontrollsystemen, die Teilbereiche der nachhaltigen Entwicklung behandeln, existieren managementorientierte und analytische Ansätze, z.B. die Methoden SALCA, REPRO, IDEA und RISE. RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation) ist eine seit 1999 an der HAFL entwickelte indikatorbasierte Methode zur Bewertung der Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion auf Betriebsebene. Mit früheren RISE-Versionen wurden 638 Betriebe im In- und Ausland analysiert. Mit der von 2009 bis 2011 entwickelten neuen Version RISE 2.0, sind es bisher 43 Betriebe in der Schweiz und 130 im Ausland.

Mit RISE wird erfasst und bewertet, welchen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung der Betrieb leistet und in welchem Mass die Produktionsweise dem Nachhaltigkeitsprinzip entspricht. Gegenstand der Analyse ist die landwirtschaftliche Produktion auf Betriebsebene in einem Kalender- oder Wirtschaftsjahr. Die Systemgrenze ist in den Bereichen Biodiversität, Wasser, Klima und Wirtschaftlichkeit der Einfluss- und Abhängigkeitssphäre des Betriebs angepasst. Der RISE-Indikator „Energie und Klima“ umfasst die Aspekte (1) Energiemanagement, (2) Energieintensität, (3) Anteil nachhaltiger Energieträger und (4) Treibhausgasbilanz. Für jeden Parameter ist als Basis der Bewertung ein Ziel definiert: (1) Die Nachhaltigkeit der Energienutzung auf dem Betrieb wird bewusst erhöht; (2) Die energetische Abhängigkeit der Agrarproduktion und die durch Energienutzung verursachten Schäden werden vermindert; (3) Die Energieversorgung des Betriebs erfolgt vollständig aus nachhaltigen Energiequellen; (4) Der Betrieb trägt dazu bei, dass die weltweiten Treibhausgasemissionen die Aufnahmekapazität und Belastbarkeit der Atmosphäre nicht überschreiten.

Die Bewertung der Nachhaltigkeit der Energienutzung ist mit besonderen Herausforderungen verbunden. Energienutzung ist nicht per se schädlich, sondern durch ihre Auswirkungen, v.a. auf die Knappheit von Ressourcen und den Zustand der Ökosysteme. Auch die Frage des Einbezugs der zur Herstellung und Bereitstellung von Produktionsmitteln und Investitionsgütern genutzten „grauen“ Energie wird kontrovers diskutiert. Zudem ist zu entscheiden, ob Energieeffizienz (relativ), Energienutzung und deren Auswirkungen (absolut) oder eine Kombination von beidem betrachtet wird. Zu den praktischen Herausforderungen zählen das Fehlen getrennter Stromzähler für Haushalt und Betrieb, Energieimporte und -exporte durch Lohnarbeiten sowie die Tatsache, dass eine zunehmende Zahl landwirtschaftlicher Betriebe zwar erneuerbare Energien bereitstellt, diese aber nicht selber nutzt.

In RISE werden die Energieintensität der Produktion (je ha) und die Flächenproduktivität (in kg Produkt/ha) getrennt berechnet, aber nicht in eine Kennzahl verrechnet. RISE wendet keinen „life cycle approach“ an. Graue Energie wird nicht in die Analyse einbezogen, um die Perspektive und den Handlungsbereich der Betriebsleitung, zu dem das Energiemanagement z.B. in der Düngemittelfabrik nicht gehört, möglichst gut abzubilden. Die Analyseresultate und Feedbackdiskussionen mit den besuchten Landwirten weisen die Energienutzung als einen Bereich aus, in dem auf den meisten Betrieben erhebliche Nachhaltigkeitsdefizite bestehen. Diese Defizite haben oft strukturelle Ursachen ausserhalb des Betriebs und wären hauptsächlich über die Förderung der Erzeugung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz zu beheben.

V-4 NACHHALTIGKEITSANALYSE DER SCHWEIZER ZUCKERVERSORGUNG

Andy Spörri & Roland W. Scholz, Institut für Umweltentscheidungen, ETH Zürich, CH-8092 Zürich

E-Mail: andy.spoerri@env.ethz.ch

In der Schweiz steht die Zuckerproduktion (insbesondere der landwirtschaftliche Rübenanbau) im Spannungsfeld verschiedener gesellschaftlicher Ansprüche an die Landwirtschaft, die in Artikel 104 der Schweizerischen Bundesverfassung und in der laufend aktualisierten Agrarpolitik festgehalten sind. Bis in die 1970er bzw. 1980er Jahre stand die Versorgungssicherheit der Schweizer Bevölkerung auf Basis von inländisch produzierten Agrargütern im Vordergrund. Infolge der zunehmenden Liberalisierung der Märkte für landwirtschaftliche Produkte seit den 90er Jahren und der Globalisierung des Handels steht Schweizer Zucker heute in verstärkter Konkurrenz zu ausländischem Rohrzucker aus Übersee, wodurch der öffentliche Druck auf die staatlich gestützte, inländische Zuckerproduktion massiv zunahm.

Bis anhin gibt es jedoch keine umfassenden, vergleichenden Bewertungen zwischen der einheimischen Produktion von Rübenzucker und entsprechenden alternativen Rohrzuckerproduktionen in Übersee, welche Informationen zur Nachhaltigkeit der einheimischen Zuckerproduktion im Vergleich zum Import von Übersee-Zucker liefern und zur Unterstützung von agrarpolitischen Entscheidungen herangezogen werden können. Aus diesem Hintergrund war es für die vorliegende Studie zentral, dass (i) „äquivalent“ produzierte Zucker aus unterschiedlichen Gebieten, die potentiell auch einen bedeutenden Anteil zur Deckung der Schweizerischen Nachfrage ausmachen (d.h. umfangreiche, industrielle Produktion), (ii) neben Energieverbrauch und klimawirksamen Emissionen die Gesamtumweltbelastungen sowie weitere wesentliche Bewertungsdimensionen der Nachhaltigkeit, und (iii) in der Bewertung sowohl Datenunsicherheiten wie auch Sensitivitäten gegenüber unterschiedlich auslegbaren methodischen Annahmen berücksichtigt werden.

Für die Bewertung der Zuckerproduktion wurde auf das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit zurückgegriffen, dass von der Vorstellung ausgeht, dass nachhaltige Entwicklung nur durch das gleichzeitige und gleichberechtigte Umsetzen von umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Zielen erreicht werden kann. Jede dieser Nachhaltigkeitssäulen wurde separat unter Anwendung einer spezifischen Methodik bewertet, wobei die Auswirkungen der Zuckerversorgung (d.h. cradle-to-gate) jeweils aus einer Lebenszyklus-Perspektive analysiert wurden. Die ökologische Bewertung erfolgte anhand der Ökobilanz, einer international standardisierten Methodik zur Modellierung und Bewertung aller mit einem Produkt (bzw. Prozess, Dienstleistung) verbundenen Umweltbeeinträchtigungen. Dabei wurden neben Datenunsicherheiten und verschiedenen Allokationsansätzen für die Fabrik-Nebenprodukte auch unterschiedliche Bewertungsfoki (d.h. Gesamtumweltbelastungen; kumulierter Energieaufwand, KEA; "Global Warming Potential 100, GWP) berücksichtigt. Die wirtschaftliche Bewertung basierte auf der Lebenszykluskosten-Analyse (bzw. Life Cycle Costing, LCC), welche die wirtschaftlichen Aufwendungen und Erträge für alle Prozesse der Versorgungskette erfasst und im Rahmen einer Vollkostenrechnung bilanziert. Für den Vergleich der beiden Zuckerversorgungsketten wurden die Bilanzen in eine Reihe von wirtschaftlichen Kennzahlen zu den einzelnen Prozessen bzw. für die gesamte Versorgungskette überführt. Für die Bewertung der sozialen Nachhaltigkeitsdimension wurde auf die Kriterien aus den aktuellsten Leitlinien für soziale Lebenszyklus-Analysen der Vereinten Nationen zurückgegriffen, die soziale Aspekte für die fünf wichtigsten Anspruchsgruppen abdecken.

Der Schweizer Rübenzucker weist – unabhängig von den gewählten methodischen Annahmen – eine tendenziell bessere Gesamtumweltbilanz auf als der Brasilianische Rohrzucker. Aller-

dings sind beide Bewertungen (vor allem aber im Brasilianischen Fall) mit erheblichen Unsicherheiten verbunden, welche die Eindeutigkeit dieser Aussage relativieren.

Die bedeutendsten Umweltbeeinträchtigungen der Zuckerversorgungsketten in beiden Ländern rühren aus dem Anbau der Rüben (ca. 85%) bzw. des Rohrs (ca. 55%) her. Auf der Inputseite sind dabei vor allem die ins Feld eingebrachten Mengen an Düngemittel- und Pflanzenschutzmittel entscheidend, deren Herstellung – insbesondere bei den Mineraldüngern – mit erheblichen energetischen und materiellen Aufwendungen wie auch Umweltemissionen verbunden ist. Die grössten Umweltbelastungen im Rübenbau rühren aber her aus den direkten und indirekten Feldemissionen (z.B. NH_3 , N_2O in die Luft; Schwermetalle und Pestizide in den Boden und Gewässer) in die verschiedenen Umweltkompartimente (Boden, Grund- und Oberflächengewässer, Luft), die direkt mit den vorgängig erwähnten Inputs in Verbindung stehen. Im Vergleich zur Schweiz spielt in Brasilien neben der Zuckerfabrik (ca. 20%) auch die Distribution des Zuckers (ca. 20%) eine wesentliche Rolle.

Betrachtet man die Bewertung in Bezug auf den KEA, so fällt das Ergebnis ebenfalls relativ klar zu Gunsten des Schweizer Rübenzuckers aus. Auch der Beitrag des Zuckerrübenanbaus am Gesamtergebnis ist mit ca. 80% vergleichbar mit den Gesamtumweltbelastungen. In Brasilien liegt der Anteil des Rohranbaus mit rund 85% vergleichsweise bedeutend höher als wenn das gesamte Spektrum an Umweltauswirkungen berücksichtigt wird. Demgegenüber schneidet der Brasilianische Rohrzucker hinsichtlich des GWP leicht besser ab als der Schweizer Rübenzucker, obwohl nach wie vor etwa 2/3 der Rohrfelder vor der Ernte abgefackelt werden und der Rohrzucker noch knapp 10'000 km in die Schweiz transportiert wird. Die Hauptursachen liegen einerseits in den beträchtlichen Luftemissionen (z.B. N_2O) im Zuckerrübenbau und im hohen Anteil an fossiler Energie (d.h. Erdgas) in der Bereitstellung von Prozessenergie für die Zuckerfabrik. Die Brasilianische Rohrzuckerfabrik ist demgegenüber energieautark und beruht auf erneuerbarer Biomasseenergie (Bagasseverwertung) und die Emissionen aus den Rohrfeldern (v.a. N_2O) sind aufgrund der anderen Düngungsform (keine Hofdünger) sehr viel geringer. Dafür wird in der Schweiz weniger Energie für die Produktion der Mineraldünger benötigt, was sich beim KEA im Vergleich zu Brasilien positiv niederschlägt.

Hinsichtlich der wirtschaftlichen Nachhaltigkeitsdimension ist der Brasilianische Rohrzucker dem Schweizerischen Rübenzucker hinsichtlich aller betriebs- und volkswirtschaftlichen Kennzahlen (d.h. Produktionskosten, Steueraufkommen, BIP-Anteil, Arbeitsplätze) eindeutig überlegen. Einzig bei der Bruttowertschöpfung und der Umsatzrentabilität sieht die Situation (aber nur) aufgrund der umfangreichen Schweizerischen Staatsbeiträge im Rübenanbau grundlegend anders aus.

Bezogen auf die Sozialverträglichkeit der beiden Zuckerproduktionen schneidet der Rübenzucker bezogen auf den westlichen Konsumentenstandard weitaus besser ab. Hauptursachen sind die nach wie vor miserablen Bedingungen für die Feldarbeiter in Brasilien und die negativen Auswirkungen auf die lokale Bevölkerung die mit der Anbauweise bzw. der Ausdehnung von Anbauflächen verbunden sind.

Die Studie hat generell gezeigt, dass in der Schweiz produzierter Rübenzucker gegenüber importiertem Brasilianischem Rohrzucker aus einer Nachhaltigkeitsperspektive wettbewerbsfähig ist. Dabei ist der landwirtschaftliche Anbau der Rüben bzw. des Rohrs die Bewertung dominierende und damit entscheidende Phase in der Zuckerversorgungskette. Die bedeutenden Tradeoffs zwischen den Nachhaltigkeitsdimensionen bzw. unterschiedlichen Bewertungsfoki in der Ökobilanz (Gesamtumweltbelastung, KEA, GWP100) legen weiter nahe, dass die Priorisierung des einen Zuckers gegenüber dem anderen letztlich von der Gewichtung der verschiedenen, eingangs erwähnten Anforderungen an die Schweizer Landwirtschaft abhängt, welche schlussendlich von der Schweizerischen Agrarpolitik und den Konsumenten bzw. der Bevölkerung vorgenommen werden muss.

V-5 ROLLE DES SCHWEIZER PFLANZENBAUS IM KONTEXT GLOBALER ENERGIEVERKNAPPUNG

Bruno Guggisberg
Bundesamt für Energie, 3003 Bern

E-Mail: Bruno.Guggisberg@bfe.admin.ch

Die Weltgemeinschaft steht vor grossen Herausforderungen: Die ständig wachsende Bevölkerung muss mit Nahrungsmitteln und sauberem Trinkwasser versorgt werden. Gleichzeitig schwinden die nicht erneuerbaren Rohstoff- und Energieressourcen. Die natürlichen Ökosysteme und die biologische Vielfalt kommen durch den zunehmenden Flächenbedarf, die Schadstoffemissionen und die Klimaänderung unter Druck. Allein im Energiebereich geht die IEA in ihrem World Energy Outlook 2011 davon aus, dass der globale Energiebedarf bis 2035 um einen Drittel bezogen auf 2010 zunehmen wird. Der Biomasse kommt nicht nur aus Sicht der Nahrungsmittelproduktion eine zentrale Bedeutung zu, sie ist auch im heutigen Primärenergiemix die wichtigste erneuerbare Energieressource. Auch in Zukunft wird die Biomasse einen wichtigen Beitrag leisten können, denn das weltweite nachhaltige Biomassepotenzial (2050) wird auf 200 bis 500 EJ geschätzt (zum Vergleich: der Weltenergiebedarf lag 2008 bei rund 500 EJ).

Grössere Herausforderungen stehen aber auch im Inland an: der Selbstversorgungsgrad an Nahrungsmitteln liegt bei gut 50% und soll trotz Bevölkerungszunahme und Landverlust gehalten werden. Die Auslandsabhängigkeit im Energiebereich liegt bei knapp 80% und der Anteil der erneuerbaren Energien ist bezogen auf den Endenergieverbrauch mit rund 20% noch viel zu bescheiden. Zudem hat der Bundesrat am 25. Mai 2011 im Rahmen der neuen Energiestrategie den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. Die im Rahmen der Energieperspektiven unterstellten Entwicklungen, wie beispielsweise eine Bevölkerungszunahme auf 9 Mio. Einwohner per 2050, haben Auswirkungen auf den Bedarf an Nahrungsmitteln, Wohnfläche, Energie, Mobilität etc. Um all diese Herausforderungen bewältigen zu können, sind einschneidende Veränderungen nötig. Es müssen nicht nur in allen Sektoren konsequent die effizientesten Technologien eingesetzt und die erneuerbaren Energiepotenziale erschlossen werden, sondern auch über weiter gehende Verhaltensänderungen diskutiert werden.

Auch die Landwirtschaft muss ihren Beitrag dazu leisten. Während der flächenbezogene Energieverbrauch aufgrund der zunehmenden Produktion stets gestiegen ist, bleibt die Energieeffizienz seit Jahren ungefähr konstant. Es sind Massnahmen in den verschiedensten Bereichen denkbar: Beispielsweise sollen nur noch die effizientesten Geräte und Maschinen eingesetzt, Prozesse optimiert und Transporte minimiert werden. Ein hoher energetischer Standard für (landwirtschaftliche) Gebäude muss ebenso selbstverständlich sein, wie die Optimierung der landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf die Wahl der Sorten und Anbaumethoden (z.B. trockenheitsresistente Sorten, Direktsaat, reduzierter Einsatz von Mineraldünger). Zudem sind die Potenziale zur Produktion und Nutzung von erneuerbaren Energien in der Landwirtschaft konsequent zu erschliessen. Wärme kann aus Holz, Solarenergie oder Umgebungswärme und Strom mittels Fotovoltaik, aus Biogas oder Windenergie gewonnen werden. Die Studie REAL (Hersener/Meritec 2001) lässt auf ein beträchtliches Potenzial im Bereich Effizienz und erneuerbare Energien in der Landwirtschaft schliessen. Im Rahmen einer neuen Arbeit (AgroCleanTech 2012) sollen die „grossen Hebel“ in der Landwirtschaft identifiziert werden, um entsprechende Massnahmen bei der Effizienz, den Erneuerbaren und im Klimaschutz umzusetzen.

Mit der Vision einer nachhaltigen und optimalen Biomasseproduktion, -verarbeitung und -nutzung befasst sich auch die Biomassestrategie Schweiz, die von den vier Bundesämtern für Energie, Landwirtschaft, Raumentwicklung und Umwelt entwickelt wurde.

V-6 AGROCLEANTECH: DIE KÜNFTIGE ENERGIE- UND KLIMAAGENTUR DER LANDWIRTSCHAFT

Martin Rufer

AgroCleanTech, Schweizerischer Bauernverband, 5201 Brugg

E-Mail: martin.rufer@sbv-usp.ch

Die Neuausrichtung der Energiepolitik, die ambitionösen Zielsetzungen in der Klimapolitik und die zunehmende Ressourcenknappheit sind für die Landwirtschaft eine grosse Herausforderung. Zunehmend erwarten Politik und Gesellschaft, dass die Landwirtschaft in den genannten Themenbereichen zusätzliche Leistungen erbringt. Diese Entwicklung ist aber nicht nur eine Herausforderung für die Landwirtschaft, sondern auch eine Chance. Die Landwirtschaft hat in der Produktion von erneuerbaren Energien, bei der Energieeffizienz und beim Klima- und Ressourcenschutz grosse Potentiale. Wenn diese in Übereinstimmung mit wirtschaftlichen Grundsätzen mobilisiert werden können, ergeben sich für die Landwirtschaft neue Perspektiven. Neben der prioritären Funktion als Nahrungsmittelerzeuger können sich die Landwirtinnen und Landwirte als "Energie- und Klimawirte" neue Möglichkeiten erarbeiten. Wenn Landwirte Energie verkaufen, den Energiebedarf reduzieren, CO₂- Reduktionszertifikate auf den Markt bringen oder gebündelt Strom zu vorteilhaften Konditionen kaufen können, dann ergeben sich echte Chancen.

Um diese Chancen aktiv anzugehen, wurde im Jahr 2011 die Gesellschaft AgroCleanTech (ACT) gegründet. An ACT sind der Schweizerische Bauernverband, Ökostrom Schweiz, Agridea und Ernst Basler und Partner beteiligt. Die vier Gesellschaften bringen ganz spezifische und für die Realisierung der Ziele notwendige Kompetenzen in die Gesellschaft ein. Bereits heute existieren etliche erfolgreiche Initiativen und Aktivitäten in den Themengebieten von ACT. ACT will die bestehenden Initiativen und Aktivitäten nicht konkurrenzieren oder ersetzen. ACT soll aber die heutigen Initiativen vernetzen. ACT folgt einem integralen Ansatz: Der Betrieb wird als Gesamtsystem angegangen und die Potentiale der Betriebe im Bereich Energie, Klima und Ressourcen sollen koordiniert mobilisiert werden. ACT sucht die Zusammenarbeit mit Partnern, seien es Organisationen, kommerzielle Unternehmen, Verwaltungseinheiten oder Forschungsinstitutionen.

In einer ersten Phase ergründet ACT die Potentiale der Landwirtschaft im Bereich der Produktion von erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz und des Klimaschutzes. Parallel dazu werden die bestehenden Förderinstrumente zur Mobilisierung der Potentiale sowie die Marktopportunitäten systematisch analysiert. Als Output davon wird sich zeigen, wo die Landwirtschaft die grössten Potentiale hat und mit welchen bestehenden Massnahmen sie diese angehen kann.

Die zweite Phase startet im Frühjahr 2012. Es wird eine Methode bzw. ein Instrument erarbeitet, mit dem auf den Landwirtschaftsbetrieben systematisch die Potentiale bestimmt werden können. Möglichst viele Betriebe sollen über die bestehenden Beratungswege einem Klima- und Energiecheck unterzogen werden. Den Betrieben soll aufgezeigt werden, welche Massnahmen in den Bereichen Energieproduktion, Energieeffizienz und Klimaschutz am meisten Sinn machen. Ziel ist es, dass über diese Vorgehensweise möglichst rasch auf breiter Front Wirkung auf den Landwirtschaftsbetrieben erzielt werden kann.

P-1 COMPARAISON D'UN RÉGIME CLIMATIQUE STANDARD ET D'UN RÉGIME AVEC INTÉGRATION DE TEMPÉRATURE SUR 24 HEURES EN CULTURE DE PELARGONIUM

C. Gilli

Agroscope Changins-Wädenswil (ACW)

E-Mail: celine.gilli@acw.admin.ch

Le potentiel d'économie d'énergie sur des cultures courtes, peu exigeantes en température, telles que le pélargonium paraît faible. Cependant, comme la production se déroule entre février et mai, la période est propice à l'intégration de température (IT). La station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW a mis en place des essais entre 2009 et 2011 pour évaluer le potentiel d'économie d'énergie et mesurer l'impact sur les plantes.

L'IT est basée sur la capacité des plantes à tolérer des variations autour d'une température optimale. Il s'agit donc d'utiliser l'énergie solaire pendant les jours ensoleillés est de diminuer d'autant la température de consigne de nuit. L'intégration de température s'applique pendant les périodes avec chauffage, donc en hiver, au début du printemps et éventuellement en automne.

Les essais ont été conduits dans deux serres identiques de 90 m², situées à Conthey (VS). Une serre est conduite de façon classique (serre témoin) et l'autre avec intégration des températures sur vingt-quatre heures (serre IT). L'intégration de température a été effective 10 à 15 jours après l'empotage. Dans la serre IT, la consigne d'aération de jour est augmentée au maximum de 5 °C en fonction du rayonnement instantané (entre 20 et 50 klux). La température de nuit est abaissée au maximum de 8 °C selon le rayonnement global de la journée. Les contrôles ont porté sur la longueur de la tige principale tout au long de la culture, le nombre de fleurs ouvertes, le poids frais et le poids sec de la partie aérienne au stade vente. La consommation d'énergie a été suivie dans les deux serres grâce à des compteurs de chaleur.

Au niveau du climat, l'objectif d'une moyenne identique sur 24 h a été atteint avec une déviation de 0,1 à 0,3 °C en faveur de la serre IT. En 2009, l'économie d'énergie réalisée dans la serre IT par rapport à la serre témoin est très faible (2,5%). Cela est dû, en partie, à la montée en température le matin. Tout le bénéfice de la nuit est perdu lorsqu'il faut réchauffer la serre le matin. Pour éviter cela, la vitesse de montée des températures a été réduite dans la serre IT à 1 °C/h (contre 6 °C/h dans la serre témoin). Cette modification et l'intégration de température ont permis d'économiser 32% d'énergie en 2010 et 40% en 2011. Les pourcentages d'économie sont élevés mais cela représente peu de kWh/m² (environ 10 kWh/m², soit à peu près 90 cts/m²).

Selon les années et les variétés, l'intégration de température a eu un effet significatif sur la longueur de la tige principale. L'élongation est alors plus importante dans la serre IT. Globalement, les tiges sont plus longues. L'application d'un régulateur de croissance pour palier à cet allongement ne serait pas économiquement intéressant, puisque l'économie d'énergie réalisée est d'environ 90 cts/m². L'allongement de 4 cm maximum sur les pélargoniums lierres et de 1,2 cm sur pélargoniums zonal est commercialement acceptable. L'intégration de température n'a pas eu d'effet ni sur la floribondité, ni sur les poids frais et secs.

L'intégration de température sur vingt-quatre heures a permis de réaliser des économies d'énergie d'environ 35% par rapport à une conduite témoin. Ce qui est relativement bas (environ 10 kWh/m²) étant donné la faible consommation d'énergie de cette culture. Cette conduite est intéressante si le producteur accepte des plantes légèrement plus allongées.

P-2 CAN MAIZE GENOTYPES BE CHARACTERIZED FOR LEAF GREENNESS USING REMOTELY SENSED VEGETATION INDEX VALUES?

Frank Liebisch, David Schneider, Norbert Kirchgessner, Andreas Hund and Achim Walter

Institute of Agricultural Sciences, Group of Crop Science, ETH Zürich

E-Mail: frank.liebisch@usys.ethz.ch

Remote sensing holds great promise for phenotyping of plant traits on a per plot basis in field macroarrays. The quality of such remotely acquired data is strongly affected by the altitude of the camera above the field, the camera's sensor resolution and the size of the field plots. In row crops, such as maize (*Zea mays* L.), the signal collected from a plots may be affected by overlapping leaves of neighboring plants and by the developmental stage.

We investigate the normalized difference vegetation index (NDVI) derived from aerial images as dependent on plot size, growth stage and genotype. A set of 16 maize genotypes was grown in 1, 2, 3 and 4 row plots in a split-plot design with 4 replications. Aerial images were taken on 10 dates throughout the growing season from a Zeppelin hovering approximately 300 m above the field. Simultaneously, SPAD measurements were taken on defined leaves to estimate leaf greenness of the different genotypes in the field.

Our preliminary results presented in this poster show genotypic differences for SPAD and NDVI. The influence of plot size on NDVI values was small indicating that one-row plots were precise enough to characterize genotypes. The changes of NDVI values throughout the season and their relationship to the SPAD values taken on the ground will be discussed.

P-3 INVASIVE ALIEN INSECTS - PATHWAYS INTO EUROPE

Steven Bacon

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

E-Mail: steven.bacon@art.admin.ch

Invasive alien species are regarded as one of the biggest threats to native biodiversity, and include many of the most economically important pests of agriculture and forestry. These insects travel as hitch hikers, contaminants or stowaways with human transport movements (trade and tourism) - an ever increasing pathway in the current era of globalization. Surprisingly, however, this initial dispersal stage has received little attention in comparison to the establishment and spread stages of the invasion process.

The aim of my research is to identify the key pathways of insect invasions in Europe, considering factors such as the mode of transport, type of goods and the origin of goods traded. This will be done using a harmful organism interception database for Europe, and by conducting an insect trapping case study around the freight terminals of Zürich airport, the largest international transport hub in Switzerland. For selected species, climate modelling software will be used to predict their potential range in Europe.

The harmful organism interception database includes some 20,000 harmful organism interception records that have occurred in Europe since 1993. Insects account for 80% of these records, of which the majority belong to the order *Diptera* (35%), arrive from Asia (51%), are transported

by air (86%), and are found on fruit and vegetables (44%). Preliminary analysis of the Europhyt data versus global trade routes, volumes and commodities indicates that it could be possible to highlight the riskiest invasion pathways in Europe.

Insect trapping at Zürich airport consist of 50 pheromone traps, which have yielded a wide range of insects, representing 8 orders and 26 families, the majority being *Diptera*, since their installation in the summer 2009. Phytosanitary inspectors at the airport predominantly record interceptions of harmful insects from the families *Thripidae*, *Aleyrodidae*, *Agromyzidae* and *Tephritidae*. The results of the insect trapping will be discussed.

P-4 COMPARISON OF THREE DIFFERENT EVALUATION METHODS OF *MONILINIA LAXA* IMPACT ON APRICOT FLOWERS

Danilo Christen, Loïc Motry and Gérard Devènes
Agroscope Changins-Wädenswil Research Station ACW, Contthey, Switzerland

E-Mail: danilo.christen@acw.admin.ch

Monilinia laxa is one of the main concern for apricot cultivation, particularly for organic production. Depending on the climatic conditions, the symptoms of *Monilinia* on flowers are different. For example, the presence of spores on the flower receptacle was never observed in Switzerland. Therefore, the aim of this study was to compare different disease evaluation methods, such as weight of all infested branches, evaluation of the percentage of necrotic lesions on 5 branches or visual assessment of the disease impact on the whole tree using a scale from 1 to 4 (1= disease, 4=ee totally infested). These methods were evaluated in order to determine the most precise and rapid one. An orchard with 76 different cultivars was artificially inoculated with mummy fruits. From the beginning of the flowering, trees were sprayed 6 times with water (1'600L/ha) in an interval of 3 days to increase the disease pressure.

The more precise evaluation method was the weighing of infested branches. However this method was highly time consuming. The second method (percentage of infected branches) was a good alternative to the first one and gave satisfactory results. However, the results have to be expressed relatively to the trunk cross section area. The third method (visual assessment) was not precise enough and a further analysis of this evaluation way revealed a good correlation with the infections on 1-year old wood, but not on the infections on the whole tree.

Such results illustrate the difficulty of evaluation of *Monilinia* incidence on apricot and propose a reliable method for the comparison of susceptibility of different cultivars.

P-5 WIDESPREAD EDAPHIC, HABITAT, AND SITE-SPECIFICITY IN ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGAL ASSEMBLAGES OF TEN GRASSLAND SITES IN SWITZERLAND; IMPLICATIONS FOR FUNGAL COMMUNITY ECOLOGY AND SYMBIOTIC FUNCTIONING IN AGRO-ECOSYSTEMS

Manuela Krüger, Hannes A. Gamper

Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETHZ), Institute of Agricultural Sciences (IAS), Group of Plant Nutrition, Eschikon 33, CH-8315 Lindau

E-Mail: hannes.gamper@usys.ethz.ch

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF, *phylum Glomeromycota*) are abundant and widespread mutualistic symbionts of roots and responsible for most of the uptake of poorly plant-available mineral nutrients, such as phosphate (P), zinc, but also growth-limiting nitrogen. Rising costs for mineral fertilizer, due to dwindling P reserves and increasing energy prices, fuel the promotion of AMF inoculation technology with the promise to better exploit locked nutrients from soils.

A survey of the AMF assemblages at ten distant grassland sites in Switzerland revealed many unique nuclear rDNA sequence types and phylogenetically distinctive community compositions. It remains, however, unclear whether the AMF assemblage members are site- or ecological specialists and what triggers ubiquity of certain taxa. To this end, a community (re-)assembly trial has been running for two years at eight of the ten investigated sites with experimental plots to which topsoil samples had been added from all other seven sites, challenging site-adapted resident with foreign members of natural AMF assemblages. The relative importance of stochastic versus deterministic community assembly processes will be determined via analysis of relative phylogenetic relatedness, based on an rDNA, and sequence divergence of a molecular genetic trait indicator of those AMF colonizing roots of a homogenous population of bioassay plants. These analyses will provide clues on the roles of dispersal limitation, environmental filtering and/or interactions of foreign and resident assemblage members; all virtually unexplored ecological mechanisms. Universally applicable predictors for successful establishment of foreign AMF among resident ones, as well as, knowledge about the most important drivers in community assembly and for co-existence, will help in managing these omnipresent symbiotic fungi of most crop plants in the field.

P-6 PLANT GROWTH PROMOTING MICROORGANISMS AND BIOCONTROL OF *PYTHIUM ULTIMUM* ON *EUPHORBIA PULCHERIMA*

**Pascal Sigg, Cédric Camps et Céline Gilli
Agroscope Changins-Wädenswil (ACW)**

E-Mail: celine.gilli@acw.admin.ch

The aim of the present study was to evaluate the effect of 4 microorganisms on: 1) the vegetative growth (PGP) and 2) the bio-control of the pathogenic fungus *Pythium ultimum* on *Euphorbia pulcherima* 'Mars Improved'.

Plant growth promoting assay. Plants were inoculated with the microorganisms at planting and the vegetative development of plants was compared to a control non-inoculated. The vegetative growth was evaluated by measuring the stem length, the stem diameter, the total area of all the red-colored bracts, the fresh weight, the dried weight, Root fresh weight and root dried weight.

Bio-control assay. Two strategies were carried out concerning the inoculation of microorganisms: (1) the curative and (2) the preventive strategies. The curative strategy consisted in infested plants with *P. ultimum* some days before inoculating the bio-control microorganisms. The preventive strategy consisted in infested plants with *P. ultimum* two weeks after inoculation of the bio-control microorganisms. The same parameters as described before were measured. The microorganisms inoculated were *Gliocladium catenulatum*, *Trichoderma harzianum* (T-22), *Glomus intraradices*, *Pseudomonas fluorescens* (Pf 153) and *Bacillus amyloliquefaciens*.

Plant growth promoting assay. Plants inoculated with *G. catenulatum* and *G. intraradices* showed the most important PGP effect. The inoculation of *G. catenulatum* allowed obtaining plants with longest stems and higher values of fresh weight than control plants. The inoculation of *G. intraradices* allowed obtaining plants with higher values of root fresh weight, root dried weight and stem diameter.

Bio-control assay. Plants infested with *P. ultimum* in the curative strategy were more impacted than these infested in the preventive effect. The preventive strategy showed positive effect of *G. catenulatum* and *G. intraradices* on vegetative development compared to control plants. As described in PGP results, *G. intraradices* positively acted on root part and *G. catenulatum* on aerial part of *Euphorbia*.

P-7 EFFECT OF MICROORGANISMS ON LISIANTHUS QUALITY: EFFECT ON SEEDLINGS AND HARVESTED PLANTS

Cédric Camps, Pascal Sigg and Céline Gilli
Agroscope Changins-Wädenswil (ACW)

E-Mail: celine.gilli@acw.admin.ch

The aim of the present study was measuring the affect of microorganisms on the seedling quality of *Lisianthus* sp. at planting. Thus, the effect of different "plant growth promoting microorganisms" (PGPM) has been studied. The following microorganisms were used: *Gliocladium catenulatum*, *Trichoderma harzianum* (T-22), *Glomus intraradices* and *Bacillus amyloliquefaciens*. Three varieties of *lisianthus* were tested: Eustoma Texas Purple (1-4), Eustoma ABC F1 Blue (3-4) and Eustoma ABC F1 Rose (3-4).

The average germination rate was higher for plants inoculated with *G. catenulatum* than these treated with others microorganisms.

At planting, plantlets inoculated with *G. catenulatum* presented the highest values of fresh weight, dry weight and total foliar area than the other ones.

At harvest, plants inoculated with *G. catenulatum* and *G. intraradices* presented a higher commercial quality than all the other ones. *G. catenulatum* allowed to obtain the longest stems, that is one of the two quality parameters for *lisianthus* quality on market. *G. intraradices* allowed obtaining plants with a most important amount of flowers buds, that is the second parameter of *lisianthus* quality on market.

P-8 INFLUENCE OF TIME OF HARVESTING AND STORAGE ON CARBOHYDRATES AND ANTIOXIDANT CAPACITY IN MINI KIWI FRUIT

Martina Hickethier, Eduardo Pérez, Achim Walter
Group of Crop Science, ETH Zurich, Universitaetstrasse 2, 8092 Zürich, Switzerland.

E-Mail: eduardo.perez@usys.ethz.ch

Mini kiwi (*Actinidia arguta*) is a fruit recently introduced to the Swiss market and a close relative of the kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). Due to its organoleptic properties, small size, edible skin and high content of bioactives, this fruit is an excellent candidate for development and commercialization. However, little information is known about its physiology and agronomic management, limiting its cultivation to a bigger scale. Additionally, variable fruit quality and short shelf-life constitute important obstacles that hinder its expansion worldwide. In order to gain insight into these issues, carbohydrates and antioxidants were measured in mini kiwi (var. Ambrosia) at the beginning, middle and end of the harvesting season and throughout storage at 4 °C. Antioxidant capacity (ORAC) and total polyphenol content were higher in the skin compared to the flesh and remained relatively stable across different harvesting and storage times. On the contrary, carbohydrates such as fructose, sucrose and glucose, increased 2 to 3 fold throughout storage with maximum values between 14 and 28 days after harvesting. Improving time-frame selection to maximize antioxidant capacity and sugar content may lead to a better management and commercialization of this fruit. In time, a reduction of variability among cultivation practices, harvesting times and storage conditions between different farms in Switzerland will be fundamental to improve preservation of health promoting traits in this fruit and increase its marketability.

P-9 PREDICTION OF THE PRE AND POSTHARVEST APRICOT QUALITY WITH DIFFERENT NIRs DEVICES

Danilo Christen¹, Cédric Camps¹, André Summermatter¹, Séverine Gabioud Rebeaud² and Daniel Baumgartner²

¹Agroscope Changins-Wädenswil Research Station ACW, ¹Conthey and ²Wädenswil, Switzerland

E-Mail: danilo.christen@acw.admin.ch

The aim of this study was to determine the quality of several apricot varieties by non-destructive NIR spectroscopy using different devices. In order to determine non-destructively the soluble solids content (SSC), total acidity, firmness and ground colour values of apricot, NIRs spectra and data obtained from destructive tests were subjected to PLS regressions (Partial Least Square Regression).

In a first approach, a portable device was used in order to predict and to follow-up the fruit quality and maturity on tree for the cultivar Orangered®. Calibration models allowing the determination of soluble solids content (SSC), total acidity, firmness and ground colour were carried out with high precision. SSC was determined with a root mean square error of cross-validation (RMSECV) of 0.59 % Brix, total acidity was determined with RMSECV of 0.09 g malic acid/kg, firmness with RMSECV of 6.3 DI and ground colour intensity with RMSECV of 2.4 (a*). R-values were situated between 0.49 and 0.66. External validation of the models gave similar level of precision.

In a second approach, three devices were tested for the prediction of the post-harvest quality of 40 apricot varieties. Global models combining 40 varieties were carried out with high precision for the non-destructive determination of SSC and firmness in post-harvest. Depending on the device used, SSC was determined with RMSECV comprised between 0.38 and 0.76 % Brix and R-values between 0.43 and 0.86 and firmness with RMSECV comprised between 4.5 and 5.6 DI and R-values between 0.62 and 0.75.

Such results show the potential for developing a NIR technology as a non-destructive tool for measuring apricot quality and for the follow-up of this quality from the orchard and along the whole production chain.

P-10 AGRICULTURAL AND PHYTOCHEMICAL EVALUATION OF *ARTEMISIA ABSINTHIUM* L. HYBRIDS

X. Simonnet¹, E Capella², O. Panero², C. Carlen³ and I. Tonutti²

¹Médiplant, Research Centre, 1964 Conthey, Switzerland

²Tradall SA, Bacardi Group, 1217 Meyrin, Switzerland

³Agroscope Changins Wädenswil, 1964 Conthey, Switzerland

E-Mail: christoph.carlen@acw.admin.ch

Artemisia absinthium L., commonly known as wormwood, is a perennial plant widespread in Eurasia. Bitter extracts from flowering tops are commonly used in alcoholic beverages. A breeding program initiated in 2002 in Switzerland allowed the selection of 3 interesting genotypes that were used in various crossings. Five varieties were tested in 2007 and 2008 in two sites in Switzerland and one in Italy. The new varieties created, a cis-epoxyocymene chemotype, show a good productivity with a flowering stage starting from the first year and a stable phytochemical profile independently from the growing site and the year.

P-11 APOLLON, A NEW *ARTEMISIA ANNUA* VARIETY WITH HIGH ARTEMISININ CONTENT.

X. Simonnet¹, M. Quennoz¹ and C. Carlen²

¹Médiplant, 1964 Conthey, Switzerland

²Agroscope Changins Wädenswil, 1964 Conthey, Switzerland

E-Mail: christoph.carlen@acw.admin.ch

Artemisinin, a sesquiterpene lactone endoperoxide isolated from the herb *Artemisia annua* L. (*Asteraceae*), is a highly potent antimalarial compound, which is efficient against multidrug-resistant strains of *Plasmodium falciparum*. The promotion of artemisinin-based combination therapies (ACTs) by the WHO during the past years lead to a strong pressure on the world market of artemisinin. The artemisinin world market is volatile and therefore efforts to improve performance of this culture are often limited. The use of varieties with high artemisinin content is a key factor for the development of such cultures. This should secure the supply of artemisinin, lower its cost of production and improve the competitiveness of this new culture with other commercial crops. After the variety Artemis, Médiplant launches a new variety called Apollon with about 20% yield increase. Performances of this new hybrid, with artemisinin content nearing 1.6%, are being presented.

P-12 IRRIGATION DÉFICITAIRE SUR LA POMME GALA

Philippe Monney

Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1964 Conthey

E-Mail: philippe.monney@acw.admin.ch

L'utilisation économe des ressources en eau est d'ores et déjà un défi à l'échelle de la planète. Avec la perspective des changements climatiques, la demande pour l'irrigation va certainement augmenter très sensiblement au cours des années qui viennent. Au niveau politique, le postulat du conseiller national Walter¹ a d'ailleurs déjà lancé le débat sur la nécessité d'une coordination entre les principaux groupes d'utilisateurs, soulignant l'existence de conflits potentiels entre l'agriculture et les autres usagers.

Agroscope ACW conduit un projet de recherche visant à améliorer la gestion de l'irrigation des vergers fruitiers commerciaux. Les études en cours portent principalement sur la RDI (Regulated Deficit Irrigation). Développée dans les pays producteurs de fruits de l'hémisphère Sud, cette stratégie représente l'une des pistes les plus intéressantes en vue de l'économie d'eau. Une irrigation inférieure aux besoins de confort, si elle est correctement régulée, influence prioritairement la croissance végétative. Une limitation raisonnable, n'affecterait donc en principe ni le rendement, ni la qualité, si elle est appliquée durant la 2^e phase de développement du fruit (P2 = période allant de la fin de la division cellulaire à environ 4 semaines de la récolte présumée). Celle-ci concerne la période allant de 40 jours après la pleine floraison (en moyenne début juin) à environ 4 semaines avant la date de récolte présumée.

Cette étude est en cours depuis 2 ans sur la pomme Gala. Elle est conduite sur un verger expérimental d'une dizaine d'années à Conthey (VS). L'irrigation est distribuée au goutte à goutte, au moyen de tubes enterrés à 25 cm de profondeur, technique qui par sa conception assure la meilleure efficacité de l'eau. Les arrosages sont déclenchés automatiquement selon un programme ajusté hebdomadairement. Au cours des saisons 2010 et 2011, 3 groupes d'arbres ont été soumis à des régimes d'irrigation différents. 1. Irrigation normale durant les 3 phases de développement du fruit; 2. RDI, avec des apports journaliers réduits en P2; 3. Témoin non-irrigué.

La méthode la plus commune pour déterminer la fréquence et la quantité des irrigations consiste à mesurer régulièrement l'humidité du sol dans la zone influencée par les goutteurs. Des seuils standards sont appliqués pour définir un régime non contraignant pour les plantes. Ceux-ci varient généralement entre -60 et -30 kPa. Dans ces conditions, aucune réduction de la croissance végétative, du rendement et du calibre des fruits ne sont à craindre.

Durant la période de restriction, le procédé RDI a reçu environ 3 fois moins d'eau que le témoin normalement irrigué. Ce régime a permis de stabiliser le potentiel matriciel entre -100 et -120 kPa. A ce niveau d'humidité, la réponse des sondes à la réhumectation du sol en P3 est rapide et fiable. Elle permet de réajuster les irrigations au niveau de confort hydrique optimal pour cette phase de développement du fruit.

Les résultats ont montré que sur l'ensemble de la saison, la RDI permet d'économiser environ 50% d'eau par rapport à une irrigation normale. L'économie est particulièrement importante durant la période estivale (P2) où l'écart atteint environ 70%. Sur les 2 années d'observation, aucune différence significative de rendement et de qualité des fruits n'a été observée entre les procédés "normal" et RDI, alors qu'une baisse de 30% de la part de fruits commercialisables en 1^{er} choix était constatée sur le procédé non-irrigué.

¹http://www.parlament.ch/f/suche/pages/geschaefte.aspx?gesch_id=20103533

P-13 POMMIER: VALEURS-SEUIL POUR LE PILOTAGE DE L'IRRIGATION DÉFICITAIRE (RDI)

Philippe Monney

Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1964 Contthey

E-Mail: philippe.monney@acw.admin.ch

L'irrigation des vergers à l'aide du goutte à goutte permet d'importantes économies d'eau par rapport aux autres systèmes. Le pilotage s'effectue classiquement par monitoring de l'humidité du sol à l'aide de sondes mesurant le potentiel matriciel. Selon le type de sol, les seuils recommandés varient entre -30 et -60 kPa. Une humidité plus basse serait sans doute tolérable pour la culture, mais l'établissement d'un seuil applicable dans la pratique se heurte à 2 difficultés :

- Les valeurs seuil sont susceptibles de varier en fonction de la nature, de la profondeur du sol ainsi que de la position des sondes
- L'effet d'un régime d'irrigation déficitaire sur la plante devrait pouvoir être mesuré avec une fréquence suffisante pour permettre les ajustements nécessaires à une alimentation régulière

L'indicateur de stress hydrique le plus couramment utilisé pour mesurer l'effet d'un régime d'irrigation sur la plante est le **potentiel hydrique de la plante (Ψ tige)**. Quelques références bibliographiques indiquent des valeurs repère pour différentes espèces cultivées. Concernant le pommier, il n'existe à l'heure actuelle que peu de données applicables à la conduite de la RDI. Selon les résultats obtenus par Naor *et al.* (2008)¹, il existe une relation étroite entre le Ψ tige et le calibre des fruits, élément déterminant pour la qualité commerciale dans une problématique d'irrigation. La relation avec la proportion de fruits atteignant le calibre commercial minimum, montre un net fléchissement à partir de -1.2 mPa (-12 bar).

Un des buts de ce projet a été de vérifier que cette valeur-seuil peut être appliquée à la conduite de la RDI dans nos conditions. Durant la période de restriction (P2 = période allant de la fin de la division cellulaire à environ 4 semaines de la récolte présumée), l'évolution du calibre des fruits ainsi que l'humidité du sol ont été enregistrés régulièrement en parallèle avec le Ψ tige. En 2010, dès que les valeurs de Ψ tige ont atteint -1.2 mPa (à ce stade: -1.0 mPa pour l'irrigation normale) et qu'il a pu être vérifié que la croissance hebdomadaire des fruits n'était pas affectée,

le Ψ tige et l'humidité du sol ont été utilisés conjointement comme éléments d'ajustement de l'irrigation. En post-récolte, le triage commercial et l'analyse physico-chimique des fruits ont démontré l'absence de différence significative entre l'irrigation normale et la RDI.

Un procédé d'irrigation plus sévère a montré qu'à -1.4 mPa, le calibre des fruits diminuait de manière significative. Des résultats comparables ont été obtenus en 2011. Dès que la relation entre le Ψ tige et le potentiel matriciel du sol (ou une mesure de teneur en eau du sol par sonde capacitive) est établie pour un type de sol donné, la RDI peut être pilotée à l'aide "d'indicateurs sol" uniquement.

Cette expérimentation démontre la possibilité d'utiliser des seuils de potentiel matriciel plus bas que ceux actuellement recommandés. Cependant, en l'absence de données établissant la relation entre statut sol et plante spécifique pour d'autres vergers, ou à défaut au moins pour quelques cas représentatifs, il est encore prématuré pour émettre des recommandations.

¹Naor A., Naschitz S., Peres M. and Gal Y., 2008. Responses of apple fruit size to tree water status and crop load. **Tree Physiology** 28, 1255-1261.

P-14 CHALLENGING CONTROL OF *SENECIO AQUATICUS* IN MANAGED GRASSLAND

Matthias Suter and Andreas Lüscher
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

E-Mail: matthias.suter@art.admin.ch

This study aimed at identifying an optimal combination of measures for the control of *Senecio aquaticus*, a poisonous species in agricultural grassland in Central Europe. A detailed field experiment was set-up at five sites in Switzerland to test for six treatments: ploughing followed by re-sowing with a ley mixture, harrowing followed by re-sowing, herbicide application, pulling or digging of individuals, mowing once a year, and a control without any manipulation. In addition, the soil seed bank of *S. aquaticus* was recorded prior to the study.

In the short-term, herbicide application ($P < 0.001$) and mowing once a year ($P < 0.01$) reduced the number of individuals of *S. aquaticus* most efficiently by up to 88%, but no clear effects were observed for the remaining control measures. Three years following the application, the measures that were most effective in the short-term still performed best, but hardly any significant reduction in *S. aquaticus* was achieved compared to pre-treatments conditions. *Senecio aquaticus* formed large seed banks of more than 1000 germinable seeds m⁻², which contributed to the failure of the treatments, because any elimination of *S. aquaticus* individuals resulted in germination and replacement with new seedlings.

We conclude that, owing to its seed bank, the control of established populations of *S. aquaticus* remains a challenge, requiring control measures over several years. Any measures that hinder the formation of populations of *S. aquaticus* and its seed bank in agricultural grassland will be the most efficient for its control.

P-15 RENFORCER L'EFFICIENCE ÉNERGÉTIQUE DE LA PRODUCTION VÉGÉTALE: POTENTIEL POUR L'ÉNERGIE NON-RENOUVELABLE

A. Crole-Rees¹, D. Dubois et P. Mouron²

¹Agroscope Changins-Wädenswil ACW

²Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

E-Mail: anna.crole-rees@acw.admin.ch

La consommation d'énergie (directe) de l'agriculture Suisse est estimée à environ 2% de la consommation d'énergie primaire. Le dernier rapport de l'Office Fédéral de l'Agriculture de 2011 indique que le ratio d'efficacité énergétique moyen de l'agriculture 2007/2009 est similaire à celui du début des années 90.

L'efficacité énergétique reste un élément critique de la durabilité et de la compétitivité de la production végétale. La demande en produits moins énergivores augmente et les conditions économiques exigent la poursuite des efforts pour renforcer l'efficacité énergétique, autant au niveau de la production que de la recherche. Au niveau de l'ensemble de l'agriculture, la consommation de carburant par hectare représente environ 33% en moyenne et représente donc un fort potentiel d'économie.

Il est reconnu que les consommations énergétiques de la production végétale dépendent de plusieurs facteurs et varient fortement selon les régions, les cultures, les modes de production et le mode d'utilisation des équipements. Les économies potentielles d'énergie non renouvelable en agriculture peuvent se classer en deux grands groupes : (1) les actions sur le système de production et (2) les actions sur les pratiques agricoles et les équipements. Le programme de recherche Agroscope ProfiCrops travaille en ce sens avec plusieurs projets dans les deux groupes. Les résultats montrent des potentiels prometteurs.

Les techniques culturales sans labour (TSL) font l'objet d'essais longue durée. Les gains énergétiques peuvent varier entre 25 et 40% du carburant. Avec la diminution des prix des systèmes de conduite par satellite, les techniques du « controlled traffic farming » prennent de l'ampleur en Suisse. Leurs potentiels d'économie énergétique comme d'augmentation de la productivité sont intéressants et en cours d'analyse. L'optimisation de la liaison tracteur-outil est aussi à l'étude. La gestion des serres avec l'utilisation d'écrans thermiques et de l'intégration de température (IT) montre des potentiels d'économie d'énergie prometteurs, 25% et 15 à 30% respectivement. Les investissements sont moindres pour les écrans thermiques. En effet, le procédé est relativement simple à mettre en place. L'IT exige l'acquisition d'un programme spécifique et des connaissances pour sa gestion. Toutes ces mesures et actions ne peuvent se mettre en place simultanément au niveau des exploitations. La hiérarchisation des différentes actions devront encore faire l'objet d'évaluation.

La comparaison des bilans énergétiques permet aussi de mieux différencier les produits d'origine suisse. Cette différenciation objective est aussi un objectif de ProfiCrops.

www.proficrops.ch

ZUSÄTZLICHE EXEMPLARE DER BULLETINS KÖNNEN SOLANGE VORRAT BESTELLT WERDEN

(Preis incl. Versand: Fr. 10.--)

Bulletin der SGPW / SSA

- Nummer 5: Les métabolites secondaires des plantes et leur importance en agriculture (1995)
- Nummer 6: Les nouvelles technologies dans l'agriculture / Neue Technologien für den Pflanzenbau (1996)
- Nummer 7: Wheat (proceedings of the workshop „Wheat“, March 1996)
- Nummer 8: The molecular basis of agronomically important traits in crop plants: consequences for plant production (1997)
- Nummer 9: Ernährungssicherung und Nachhaltigkeit weltweit: Beitrag der Pflanzenbauwissenschaften (1998)
- Nummer 10: Le pâturage boisé: quel avenir? (Die Waldweide von Morgen) (1998)
- Nummer 11: Medizinalpflanzen (Zusammenfassungen der Vorträge) (1998)
- Nummer 12: Nutrition des plantes et qualité des produits / Pflanzenernährung und Qualität der Produkte (1999)
- Nummer 13: Welche Zukunft hat die pflanzenbauliche Forschung in der Schweiz? (2000)
- Nummer 14: Mycorrhiza and root research in Switzerland (2000)
- Nummer 15: Die Pflanzenbauwissenschaften an der Schwelle des 21. Jahrhunderts / Les sciences des plantes au seuil du 21ème siècle (2001)
- Nummer 16: Pflanzenbauliche Forschung für den Biolandbau / Recherche en production végétale pour l'agriculture biologique (2002)
- Nummer 17: Stickstoff im Pflanzenbau: Effizienz, Umweltauswirkungen, Proteinversorgung / L'azote en production végétale: efficacité, effet sur l'environnement, approvisionnement en protéines (2003)
- Nummer 18: Anpassung der Pflanzen an die Umwelt / Adaptation des plantes à leur environnement (2004)
- Nummer 19: Qualität landwirtschaftlicher Produkte und Ernährung / Qualité des produits agricoles et alimentation (2005)
- Nummer 20: Beitrag des Pflanzenbaus zur Diversität und Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft / Contribution de la production végétale à la diversité et à la flexibilité de l'agriculture (2006)
- Nummer 21: Forschung für die Landwirtschaft / Agriculture et recherche (2007)
- Nummer 22: Wasser für die Landwirtschaft / L'eau pour l'agriculture (2009)
- Nummer 23: Innovation im Pflanzenbau: von der Idee zur Umsetzung / *L'innovation en production végétale: de l'idée à sa réalisation* (2010)
- Nummer 24: Phenomics: Innovative Methoden zur Erfassung von Pflanzeigenschaften für Züchtung und Anbau / *Phenomics: nouvelles méthodes d'évaluation des propriétés des plantes pour la sélection et la production* (2011)

Anmeldung als Mitglied der Schweizerischen Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (SGPW)

Herr Frau Institution/Organisation/Firma

Name: Vorname:

Beruf/Titel:

Institution/Abteilung:

Arbeitsgebiet:

Postadresse:

PLZ: Ort:

E-mail:

Student oder Doktorand
Universität/Institut/IFachhochschule:

Datum: Unterschrift:

Anmeldung bitte an folgende Adresse zustellen:
SGPW/SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz, Rütli, 3052 Zollikofen
E-Mail: michel.gygax@vol.be.ch

Bulletin d'inscription à la Société Suisse d'Agronomie (SSA)

Monsieur Madame Institution/Organisation/Firme

Nom : Prénom :

Profession/Titre :

Institution/Département :

Domaine d'activité:

Adresse postale :

NPC : Lieu :

E-mail:

Etudiant ou Doctorant

Université/Institut/Haute Ecole:

Date : Signature :

Envoyer ce bulletin à l'adresse suivante :
SGPW/SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz, Rütli, 3052 Zollikofen
E-Mail: michel.gygax@vol.be.ch