



[www.ecomatik.de](http://www.ecomatik.de)

- 植物生长
- 树干茎流
- 土壤水势

地址: **ECOMATIK**  
**Münchner Str. 22**  
**D-85221 Dachau**  
德国, 慕尼黑

电话: **+49 8131 260 738**  
传真: **+49 8131 274 434**  
网址: **www.ecomatik.de**  
信箱: **info@ecomatik.de**



**植物生长测量仪 (Dendrometer)** ..... 1-8

用于高精度，连续测量植物生长，植物对环境的反应。可测量植物茎秆的周长，直径，半径变化，也可测量水果，蔬菜，根系，水下植物的直径变化

**茎流仪 (Sap Flow Sensor)** ..... 9-11

四针式，高精度茎流仪 (SF-L)  
两针式茎流仪 (SF-G)

**土壤水势仪 (Equitensiometer)** ..... 12-15

全世界第一个用于实地测量，覆盖植物生存全部范围的，高精度的土壤水势仪

**主要客户** ..... 16-17

# 植物生长测量仪 \*

www.ecomatik.de

## 植物生长测量仪的用途

在与植物有关的研究工作中，一个很重要的任务就是了解植物生长，产量和环境因素的关系。为此我们一方面需要有关环境因素的数据（气象，水分，营养等等），另一方面我们也需要有关植物生理，生长方面的数据。

目前，有关植物方面的数据都是不连续的，如年轮宽度，产量，生物量等，这些指标一般都是多种环境因素在一个生长季里累计作用的结果。究竟哪个环境因素，什么时间对这些植物指标起决定性的作用，一般很难客观确定。譬如，某一年的年轮宽度小于往年，你很难说清其成因，是由于春节霜冻，夏季干旱，还是由于秋季低温，等等。

生长测量仪正是为了解决这个问题而开发生产的。生长测量仪连续测定生长率，即时反应环境因素变化及人为措施给生长带来得影响。在实际使用中，完全可以将生长和气象因素同步观测，这样不但可以准确认定影响生长的关键因素，而且也给数据处理带来极大方便。

## 应用范围

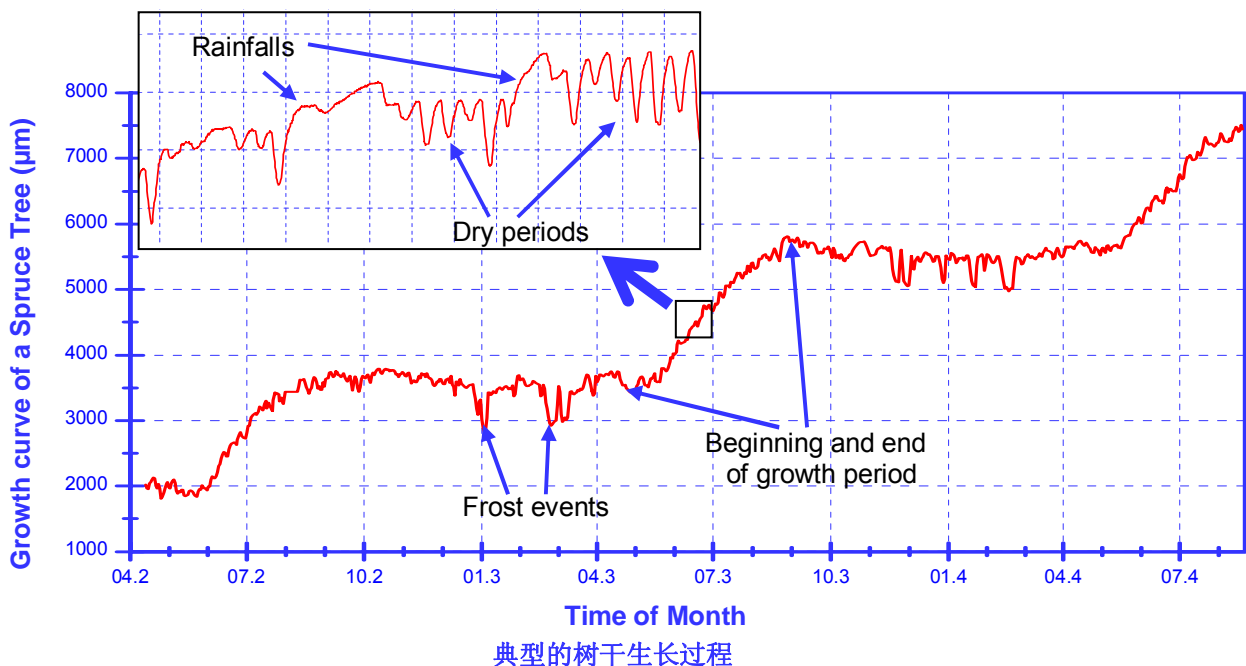
- 监测植物生长过程
- 监测植物的水分状况
- 研究环境因素和植物生长的关系
- 精确测定生长季的开始和结束
- 精确测定霜冻事件的始末
- 间接测算植物体的含水量  
(这些数据与Sap Flow 结合可连续测定蒸腾)
- 研究冬天树干破裂的原因
- 控制灌溉
- 监测，判断公园名贵树木，行道树树干，树枝的稳定性

## ECOMATIK公司Dendrometer的特点

- 通过多项专利保护
- 耗电少，比如用DL15 数采，一个内置普通电池可连续记录一年以上的数据
- 有15年全球不同地带成功使用的经验（极地地区，热带，高山，沙漠）
- 分辨率高达0.2微米（取决于数采的分辨率）
- 探头温度补偿
- 种类齐全，满足不同测量要求：半径，直径，周长，水果，蔬菜，根系，水下植物，纵向变化
- 与所有常用数采兼容，如Delta-T Logger, Campbell Logger

## 可选型号

名称	简称	适于植物直径
半径生长测量仪	DR	>8 cm
小型直径生长测量仪	DD-S	0-5 cm
大型直径生长测量仪	DD-L	3-30 cm
周长生长测量仪1 型	DC1	5-30 cm
周长生长测量仪2 型	DC2	>5 cm
周长生长测量仪3 型	DC3	>5 cm
根系，水下植物生长测量仪	DRO	0-2 cm
水果，蔬菜生长测量仪	DF	0-11 cm
纵向变化测量仪	DV	>8 cm



## DR 半径生长测量仪

www.ecomatik.de



传感器用两个特殊螺丝固定在树干的心材中。心材以外厚度的变化等于半径生长量。这种设置可确保长期，高稳定性的测量。

### 优点

- 可抗拒风，雪，下跌树枝和果实的影响，保证稳定测量
- 适合于大树（直径 > 8厘米）
- 对测点压力极小
- 非常适合野外长期无人监护的测量

### 缺点

- 损伤树干（可涂抹树脂减少伤害）
- 只适用于较大的树木（直径 > 8厘米）

### 标准配置

- 全套DR半径生长测量仪, 带5米电缆

### 选项/订购信息

- 延长电缆（请注明多少米，最多100米）
- 安装工具（保护树脂，手钻）
- 数采

### 技术参数

名称	半径生长测量仪 (DR)
适用于树干直径	直径 > 8 cm
传感器测量范围	11 mm
复调测量范围	无上限
准确度	$\pm 1.5 \mu\text{m} \pm 0.12\%$ (CR1000数采)
分辨率	0.2-2.6 $\mu\text{m}$ (取决于使用的数采)
线性系数	<1%
传感器的温度系数	<0.1 $\mu\text{m}/\text{K}$
工作条件	温度: -30 到 40° C, 湿度: 0 到 100%

## DD-S 小型直径生长测量仪



DD-S是专门用于农作物，小乔木，灌木和树枝的直径生长测量。适合直径小于5厘米的植物。独特的安装技术保证非常稳定的测量结果。

### 优点

- 适用于小树和农作物
- 植物不一定承担DD-S的自重
- 测量直径变化
- 对植物无损伤
- 对测点压力极小
- 可抗拒风，雪，下跌小树枝和小果实的影响，保证稳定测量
- 可按植物的大小订购

### 缺点

- 不适用于直径大于5厘米的植物 (如果大于5厘米，请选用DD-L)

### 标准配置

- 全套DD-S小型直径生长测量仪, 带5米电缆
- 安装工具

### 选项/订购信息

- 延长电缆（请注明多少米，最多100米）
- 特别尺寸（请注明植物直径）
- 数采

### 技术参数

名称	小型直径生长测量仪 (DD-S)
适用于树干直径	0-5 cm
传感器测量范围	11 mm
准确度	$\pm 1.5 \mu\text{m} \pm 0.12\%$ (CR1000数采)
分辨率	0.2-2.6 $\mu\text{m}$ (取决于使用的数采)
线性系数	<1%
传感器的温度系数	<0.1 $\mu\text{m}/\text{K}$
工作条件	温度: -30 到 40° C, 湿度: 0 到 100%

## DD-L 大型直半径生长测量仪

www.ecomatik.de



传感器通过专利技术安装在植物上，保持稳定测量，对测点压力小。适于直径为3-30厘米的植物。

### 优点

- 适用于直径为3-30厘米
- 测量直径变化
- 对植物无损伤
- 对测点压力极小
- 可抗拒风，雪，下跌小树枝和小果实的影响，保证稳定测量
- 可按植物的大小订购

### 缺点

- 不适合直径大于30厘米的植物

### 标准配置

- 全套DD-L大型直径生长测量仪带2米电缆
- 安装工具

### 选项/订购信息

- 延长电缆（请注明多少米，最多100米）
- 特别尺寸（请注明最大植物直径）
- 数采

### 技术参数

名称	大型直径生长测量仪 (DD-L)
适用于树杆直径	3 - 30 cm (可特订直径小于30cm的)
传感器测量范围	11 mm
准确度	$\pm 1.5 \mu\text{m} \pm 0.12\%$ (CR1000数采)
分辨率	0.2-2.6 $\mu\text{m}$ (取决于使用的数采)
线性系数	<1%
传感器的温度系数	<0.1 $\mu\text{m}/\text{K}$
工作条件	温度: -30 到 40° C, 湿度: 0 到100%

## DC1 周长生长测量仪1型



DC1是测量植物周长变化的简单版本。传感器通过一个由热膨胀系数最低的合金制成的钢丝绳固定在树上。用小塑料环减少钢丝绳对树的压力，并减少摩擦阻力，大大提高灵敏度。

### 优点

- 适用于直径为5-30厘米
- 对植物无损伤
- 易于安装
- 可抗拒风，雪，下跌小树枝和小果实的影响，保证稳定测量
- 测量结果直接反应周长变化

### 缺点

- 由于DC1是通过切向拉力固定，钢丝绳对树的压力取决于树的大小。树越小，压越大。因此，如果树径差异大，测量结果之间则可比性差。在这中情况下，可考虑用DC2或DC3
- 不拟用于太大的树

### 标准配置

- 全套DC1型周长生长测量仪，带5米电缆，1 m 钢丝绳

### 选项/订购信息

- 延长电缆（请注明多少米，最多100米）
- 延长钢丝绳（请注明多少米）
- 数采

### 技术参数

名称	周长生长测量仪1型 (DC1)
适用于树杆直径	5 到 30 cm
传感器测量范围	11 mm
准确度	$\pm 1.5 \mu\text{m} \pm 0.12\%$ (CR1000数采)
分辨率	0.2-2.6 $\mu\text{m}$ (取决于使用的数采)
线性系数	<1%
传感器的温度系数	<0.1 $\mu\text{m}/\text{K}$
钢丝绳热膨胀系数	$<1.4 \times 10^{-6}/\text{K}$
工作条件	温度: -30 到 40° C, 湿度: 0 到100%



## DC2 周长生长测量仪2型

[www.ecomatik.de](http://www.ecomatik.de)


DC2和DC3是C1改进版本。钢丝绳的拉力改为径向设置。这样钢丝绳对树的压力和树径无关，不同树径的测量结果可直接比较。传感器通过一个由热膨胀系数最低的合金制成的钢丝绳固定在树上。用小塑料环减少钢丝绳对树的压力，并减少摩擦阻力，大大提高灵敏度。

### 优点

- 适合于所有直径大于>5厘米的树
- 钢丝绳对树的压力和树径无关，不同树径的测量结果可直接比较
- 钢丝绳的拉力根据树径自动调整，反应敏感
- 对植物无损伤
- 可抗拒风，雪，下跌小树枝和小果实的影响，保证稳定测量
- 易于安装
- 用花兰螺丝简化复调

### 缺点

- 数据必须经过换算才能取得周长变化（免费提供EXCEL计算程序）
- 测量的树干必须接近圆形

### 标准配置

- 全套DC2型周长生长测量仪，带5米电缆，1m钢丝绳

### 选项/订购信息

- 延长电缆（请注明多少米，最多100米）
- 延长钢丝绳（请注明多少米）
- 进行数据转换的免费 EXCEL程序
- 数采

### 技术参数

名称	周长生长测量仪2型 (DC2)	
适用于树杆直径	直径 > 5 cm	
传感器测量范围	15 mm	
复调测量范围	无限	
一次测量范围	树径 (cm)	树径测量范围 (mm)
	10	9.9
	50	6.6
	100	5.2
准确度	±2 μm ±0.12% (CR1000数采)	
分辨率	0.3 - 3.6 μm (取决于使用的数采)	
线性系数	2%	
传感器的温度系数	<0.1 μm/K	
钢丝绳热膨胀系数	<1.4 × 10 <sup>-6</sup> /K	
工作条件	温度: -30 到 40° C, 湿度: 0 到100%	

## DC3 周长生长测量仪3型



DC3 的结构和DC2完全相同。只是DC3的测量范围大于DC2，因此更实用于长得快的树种（见左表）

优点，缺点，标准配置，选项/订购信息和DC2相同。

### 技术参数

名称	周长生长测量仪3型 (DC3)	
适用于树杆直径	直径 > 5 cm	
传感器测量范围	25 mm	
复调测量范围	无限	
一次测量范围	树径 (cm)	树径测量范围 (mm)
	10	16.2
	50	11.3
	100	9.0
准确度	±3.3μm ±0.12% ((CR1000数采)	
分辨率	0.4 - 6.0 μm (取决于使用的数采)	
线性系数	0.7%	
其他参数和DC2相同		

## DF 水果，蔬菜生长测量仪

www.ecomatik.de



DF是专门用来测量圆形植物体的版本。探头通过一种特殊方法固定在果实，蔬菜上，对测量对象没有压力，不影响其生长。

### 优点

- 适用于直径为0-11厘米的果实，蔬菜（可扩大）
- 测量对象不承担探头自重
- 测量直径变化
- 对植物无损伤
- 对测点压力极小
- 可抗拒风，雪，下跌小树枝和小果实的影响，保证稳定测量
- 可按植物的大小订购

### 缺点

- 不适合非常柔软的水果和蔬菜，如成熟西红柿等

### 标准配置

- 全套DF水果，蔬菜生长测量仪，带5米电缆
- 安装工具

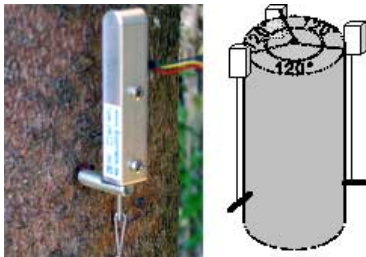
### 选项/订购信息

- 延长电缆（请注明多少米，最多100米）
- 特别尺寸（请注明植物直径）
- 数采

### 技术参数

名称	水果，蔬菜生长测量仪（DF）
适用于树杆直径	0 -11 cm (可订做更大，或更小的)
传感器测量范围	15 mm
准确度	$\pm 2 \mu\text{m} \pm 0.12\%$ (CR1000数采)
分辨率	0.3 - 3.6 $\mu\text{m}$ (取决于使用的数采)
线性系数	2%
传感器的温度系数	$< 0.1 \mu\text{m}/\text{K}$
工作条件	温度: -30 到 40° C, 湿度: 0 到100%

## DV 茎杆纵向变化测量仪



DV是专门用来连续测量树干纵向变化（不是生长）的。树干的长度因其含水量，风和弯曲而发生变化，因此树干纵向变化是一个可以用来判断树木含水量（干旱程度），竞争压力和机械压力的参数。一般同时用三个DV，这样可把纵向变化的原因（水分状况，弯曲）区分开来。

### 优点

- 适合于大树（直径>8厘米）
- 可抗拒风，雪，下跌树枝和果实的影响，保证稳定测量

### 缺点

- 损伤树干（可涂抹树脂减少伤害）
- 只适用于较大的树木（直径>8厘米）

### 标准配置

- 全套DV茎杆纵向变化测量仪，带5米电缆，1米钢丝绳

### 选项/订购信息

- 延长电缆（请注明多少米，最多100米）
- 安装工具（保护树脂，手钻）
- 数采

### 技术参数

名称	茎杆纵向变化测量仪（DV）
适用于树杆直径	>8 cm
传感器测量范围	11 mm
准确度	$\pm 1.5 \mu\text{m} \pm 0.12\%$ (CR1000数采)
分辨率	0.2 - 2.6 $\mu\text{m}$ (取决于使用的数采)
线性系数	<1%
传感器的温度系数	$< 0.1 \mu\text{m}/\text{K}$
钢丝绳热膨胀系数	$< 1.4 \times 10^{-6}/\text{K}$
工作条件	温度: -30 到 40° C, 湿度: 0 到100%



## DRO 根径生长测量仪

www.ecomatik.de



DRO是专门为连续测量根径，水生植物，匍匐植物的生长而设计的。整个仪器防水。活动部分用耐光的柔软塑料保护。上部用铝板保护，以减少土壤的压力。整个仪器的比重接近于水，如果用于水生植物，对植物的压力很小。容易安装，无需特殊保护措施。

## 优点

- 防水，适用于土中，水中，地表，雪中
- 对测点压力很小
- 适于长器，定点，无人监护的观测

## 缺点

- 只适用于直径小于2 cm的植物

## 标准配置

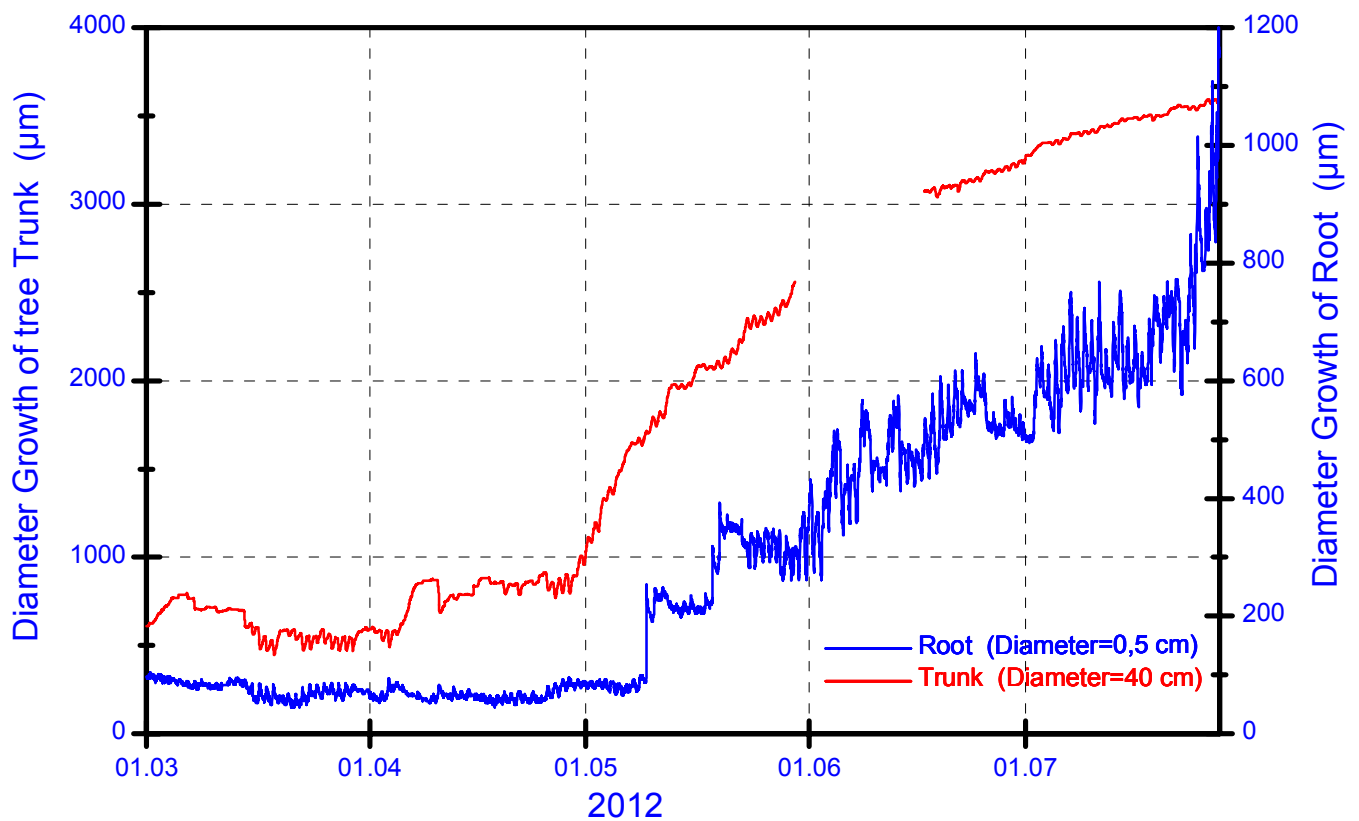
- 全套DRO根径生长测量仪带5米电缆

## 选项/订购信息

- 延长电缆（请注明多少米，最多100米）
- 数采

## 技术参数

名称	根径生长测量仪 (DRO)
适用根直径	<2 cm
传感器测量范围	11 mm
准确度	$\pm 1.5 \mu\text{m} \pm 0.12\%$ (CR1000 数采)
分辨率	0.2-2.6 $\mu\text{m}$ (取决于使用的数采)
线性系数	<1%
传感器的温度系数	<0.1 $\mu\text{m}/\text{K}$
工作条件	温度: -30 到 40° C, 湿度: 0 到100%



## 实地测量结果

Growth curves of trunk and root of a Norway spruce tree, measured with circumference Dendrometer (DC1) and a root Dendrometer (DRO) in Kranzberger Forst, a study plot of TUM

## 数采和数据传输

[www.ecomatik.de](http://www.ecomatik.de)

ECOMATIK 生长测量仪器几乎可以和所有常用数采连用。譬如 Campbell (CR1000, CR800), Delta-T (D12e)。无论用户用什么数采, 我们都提供技术支持。ECOMATIK提供专用于生长测量仪的Dendrometer Data Logger DL15 和无线数据传输数采。

无线数据传输数采将采集的数据即时传输到计算机。传输距离约30 m。特别实于集约观测的苗圃, 温室等。

### 生长测量仪数采 (DL15)



DL15数采由一个内含普通纽扣电池供电, 防水, 4个通道(接4个生长测量仪)。一个电池最少管一年测量。

### 技术参数

名称	生长测量仪数采 (DL15)
内存	64 Kb (43 000 数据) 如果连接4个生长测量仪, 测量间隔 30 分钟, 内存可存 $43000/48/5= 179$ 天的数据
分辨率	2.6 $\mu\text{m}$ 如果连接 DD-L, DD-S, DC1, DR, DV, DRO生长测量仪 3.6 $\mu\text{m}$ 如果连接DC2, DF 生长测量仪 6 $\mu\text{m}$ 如果连接DC3生长测量仪
准确度	$\pm 1\%$ , 温度补偿
接口	USB
通道	4, 接4个生长测量仪
测量间隔	1 秒到 18小时
电源	一个3伏纽扣电池CR-2032 Lithium, 如果测量间隔大于1分钟, 一个电池最少够用一年
使用环境	适于户外使用。 测量温度: $-20^{\circ}$ 到 $70^{\circ}$ C, 和计算机连接温度: $0^{\circ}$ 到 $50^{\circ}$ C, 湿度: 0-95%, 无凝结水

## 我们生长测量仪的用户遍布全球40多个国家

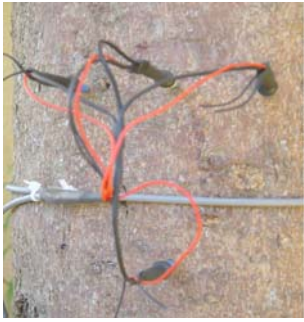
Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona  
 Chinese Academy of Forestry, Beijing  
 Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape, Birmensdorf  
 Universität Bonn, Dendroökologisches Labor, Bonn  
 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn  
 DBIO-APNA, Brussels  
 Vrije Universiteit Brussel, Brussels  
 INRA-EPHYSE, CESTAS Cedex  
 Brandenburgische Technische Universität, Cottbus  
 Debrecen University, Debrecen  
 Johann Heinrich von Thünen-Institut, Eberswalde  
 University of Erlangen-Nuremberg, Erlangen  
 University Duisburg-Essen, Essen  
 Technische Universität München, Freising  
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising  
 Justus-Liebig Universität, Gießen  
 Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, Gotha  
 Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald  
 Universität Hamburg, Hamburg  
 Leibniz Universität, Hannover  
 Universität Innsbruck, Innsbruck  
 BFW, Innsbruck

Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena  
 University of Western Ontario, London  
 Lund University, Lund  
 Johannes Gutenberg University Mainz, Mainz  
 Ludwig-Maximilians-University Munich, München  
 Helmholtz Zentrum München, Neuherberg  
 Tulane University, New Orleans  
 Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia, New York  
 USDA Forest Service, Olympia  
 Norwegian Univ of Life Sciences, Oslo  
 University of Oxford, Oxford  
 Helmholtz-Zentrum Potsdam, Potsdam  
 Beuth Hochschule für Technik Berlin, Potsdam-Bornim  
 CSIR Natural Resources and the Environment, Pretoria  
 Direction de la recherche forestière, Québec  
 McGill University, Québec  
 O3HP, St Paul-lez-Durance  
 National Taiwan University, Taipei  
 Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Teisendorf  
 Technische Universität Dresden, Tharandt  
 University of Aarhus, Tjele  
 University of Arizona, Tucson

- Otieno DO, Kurz-Besson C, Liu J, Schmidt MWT, Vale-Lobodo R, David TS, Siegwolf R, Pereira JS and Tenhunen JD: Seasonal Variations in Soil and Plant Water Status in a *Quercus suber* L. Stand: Roots as Determinants of Tree Productivity and Survival in the Mediterranean-type Ecosystem. *Plant and Soil*, 283, 119-135, 2006
- Otieno DO: Coordinated Tree Response to Drought – Vulnerability and Sustainable Production: Hypotheses on Arid Ecosystem Adjustments to Limitation in Water Resources. Doctoral Thesis, University Bayreuth, Germany, 2004
- Braeuning, A., Burchardt, I. (2006): Detection of growth dynamics in tree species of a tropical mountain rain forest in southern Ecuador, TRACE- Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Vol. 4: Proceedings of the DEDROSYMPOSIUM 2005, Fribourg 127-131
- Leander W, Lesnino G, Rannertshäuser J and Sturm A (2006): Süddeutscher Großversuch zu abiotischen Baumschäden an jungen Alleebäumen. <http://baum-expert.de/infos/stammschaedenartikelhp.pdf>
- Beeck C, Pude, R., Baab, G. und M. M. Blanke: Wie wirken Grünschnitt-Kompost und Miscanthusmulch auf die Bodenfeuchte, das Bodenleben sowie vegetatives und generatives Wachstum junger Apfelbäume? *Erwerbs-Obstbau*, im Druck, 2006
- Liu J.C., Firsching B.M., Payer H.D. (1995): Untersuchungen zur Wirkung von Stoffeinträgen, Trockenheit, Ernährung und Ozon auf die Fichtenerkrankung am Wank in den Kalkalpen. *GSF-Bericht* 18/95, 236 S.
- Liu J.C. (1995): Eine Methode zur Messung des vom Wassereffekt bereinigten Dickenzuwachses. *Forstliche Forschungsberichte München*, 153, 40-44.
- Liu J.C., Häberle K.H., Loris K. (1994): Untersuchungen zum Einfluß des Matrix-potentials auf Stammdickenänderungen von Fichten (*Picea abies* (L.) Karst.). *Pflanzenern. Bodenk.*, 158, 231-234.
- Found at <http://scholar.google.de/>**
- L Wilhelm, G Lesnino, J Rannertshäuser: Süddeutscher Großversuch zu abiotischen Stammschäden an jungen Alleebäumen
- MG Mameli, L De Pau, D Satta, L Zucca: Preliminary Results on the Effects of Partial Rootzone Drying, Regulated Deficit Irrigation and Sustained Deficit Irrigation on 'Vermentino' Grapevine in Sardinia (Italy)
- F Volland-Voigt, A Bräuning, O Ganzhi: Radial stem variations of *Tabebuia chrysantha* (Bignoniaceae) in different tropical forest ecosystems of southern Ecuador. *Trees-Structure and ...*, 2011 - Springer
- J Krepkowski, A Bräuning, A Gebrekirstos: Cambial growth dynamics and climatic control of different tree life forms in tropical mountain forest in Ethiopia *Trees-Structure and ...*, 2011 - Springer
- I MÉSZÁROS, P KANALAS, A FENYVESI, J KIS... - *Acta Silv. Lign: Diurnal and Seasonal Changes in Stem Radius Increment and Sap Flow Density Indicate Different Responses of Two Co-existing Oak Species to Drought* .
- C Liu, S Kang, F Li, S Li, T Du: Relationship between environmental factor and maximum daily stem shrinkage in apple tree in arid region of northwest China. *Scientia Horticulturae*, 2011 - Elsevier
- W Xiong, Y Wang, P Yu, H Liu, Z Shi: Growth in stem diameter of *Larix principis-rupprechtii* and its response to meteorological factors in the south of Liupan Mountain, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2007 - Elsevier
- C Liu, T Du, F Li, S Kang, S Li: Trunk sap flow characteristics during two growth stages of apple tree and its relationships with affecting factors in an arid region of northwest China. *Agricultural Water Management*, 2011 - Elsevier
- MA RIPOLL, MN JIMÉNEZ... - *MANAGED: EFFECTS OF DIFFERENT THINNING INTENSITIES ON DIGITAL DENDROMETRIC DATA RECORDED IN A SEMI-ARID ALEPPO PINE AFFORESTATION IN SE ...*
- M Baumgarten, A Kühn, HP Dietrich: Ozonaufnahme als Preis der Transpiration? *LWF aktuell*, 2012
- WD Devine... - *Agricultural and Forest Meteorology: Factors affecting diurnal stem contraction in young Douglas-fir* 2011 - Elsevier
- D Mantovani, M Veste: How much water is used by a black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) short-rotation plantation on degraded soil? 2011 - [eprints.dbges.de](http://eprints.dbges.de)
- 朱建刚, 余新晓: 预测植物瞬态液流的 BP 神经网络模型. *林业科学*, 2010
- J Miralles-Crespo, MJ Sánchez-Blanco: Comparison of stem diameter variations in three small ornamental shrubs under water stress. 2010 - [hortsci.ashspublications.org](http://hortsci.ashspublications.org)
- DO Otieno, C Kurz-Besson, J Liu, MWT Schmidt: Seasonal variations in soil and plant water status in a *Quercus suber* L. stand: roots as determinants of tree productivity and survival in the Mediterranean-type. *Plant and Soil*, 2006 - Springer
- 李秧秧, 石辉, 张安邦: 黄土丘陵区几种林木茎干径向生长的日变化及其对环境因素的响应. ... - *水土保持学报*, 2007
- 熊伟, 王彦辉, 于澎涛, 刘海龙, 时忠杰: 六盘山南坡华北落叶松 (*Larix principis-rupprechtii*) 树干直径生长及其对气象因子的响应. *生态学报*, 2007 - [ecologica.cn](http://ecologica.cn)
- D Otieno: Coordinated Tree Responses to Drought-Vulnerability and Sustainable Production: Hypotheses on Arid Ecosystem Adjustments to Limitations in Water. 2004 - [opus.ub.uni-bayreuth.de](http://opus.ub.uni-bayreuth.de)
- 江源: 芦芽山林线白与华北落叶松径向生长特征比较. *应用生态学报*, 2009

# SF-L 茎流传感器\*

www.ecomatik.de



SF-L茎流传感器是经过改进的Granier插针式茎流传感器，(Granier Sensor, thermal dissipation probe, TDP)，其优点在于：

- 测量精度大大提高
- 改变了第一代TDP不能测量夜间茎流的状况，可准确测量夜间茎流
- 数据处理大大简化
- 探头可重复使用

## 茎流传感器介绍

Granier(1985)发明的插针式茎流传感器(SF-G, 也称 thermal dissipation probe, TDP), 因其实用简单, 在植物研究中得到广泛使用。但实践证明, 此传感器有两个很严重缺陷:

1) SF-G茎流传感器把夜间的茎流假设为零。此假设实际上不成立。因为一般植物的夜间蒸腾量不为零。此外, 植物夜间吸收水分, 用来补偿白天体内水分的损失。这种水分补充可以从植物水势和植物直径的昼夜变化明显看到。若夜间茎流为零, 那么夜间蒸腾, 水势升高, 直径增加都是不可能的(Granier1987; Liu et al. 1995; Do and Rocheteau, 2002)。

2) SF-G传感器通过测量树干纵向温度梯度来计算茎流的, 其前提是, 树干本身没有温度梯度。所测到的温度差都是来源于茎流。图1显示的是SF-G传感器在没有加热的情况下所测得的两探针之间的温差, 也就是树干本身的温度梯度, 其变化幅度达 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。造成树干本身的温度梯度的原因主要是: 空气温度梯度; 土壤中的水分一般比空气冷, 在树干中上升时, 逐渐升温, 造成上下温差。很明显, SF-G探头测量的前提实际上不成立。SF-G传感器测量结果反映的不单是茎流, 而是茎流和植物体内温度梯度的叠加。

由于以上两点缺陷, SF-G传感器的测量精度受到严重制约。由此带来的测量误差在夜间或中午可达80% (图3)。

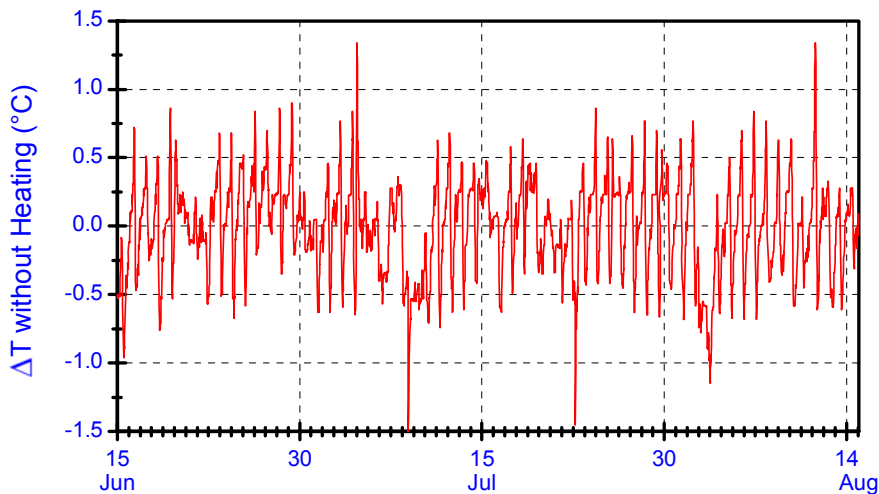


图 1, 一棵40年生欧洲云杉树干本身的纵向温度梯度。此数据是用SF-G传感器在没有加温的情况下测得的。

## SF-L茎流传感器

SF-L茎流传感器主要从两个方面对SF-G传感器进行了改进(图 2):

- 1) 用4针茎流传感器。两个热电偶连续测量树干纵向温度梯度( $\Delta T_{R1}$ ,  $\Delta T_{R2}$ ), 用以直接修正测量值( $\Delta T$ )。
- 2) 用茎杆变化传感器监测树干直径变化, 用来确定茎流的零点。茎流为零必须满足两个条件:
  - a. 空气湿度为100%, 植物停止蒸腾。
  - b. 植物体含水量饱和, 表现为直径不再增加。

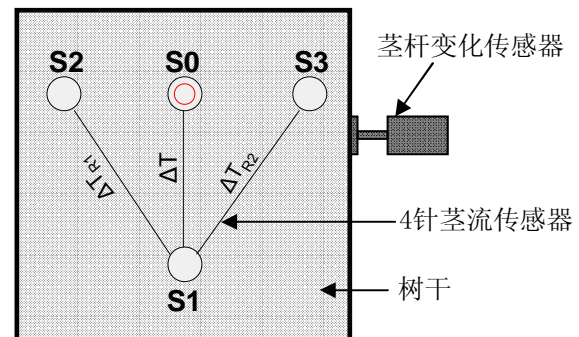


图 2 SF-L茎流传感器的组成:  
1个4针茎流传感器  
1个茎杆变化传感器

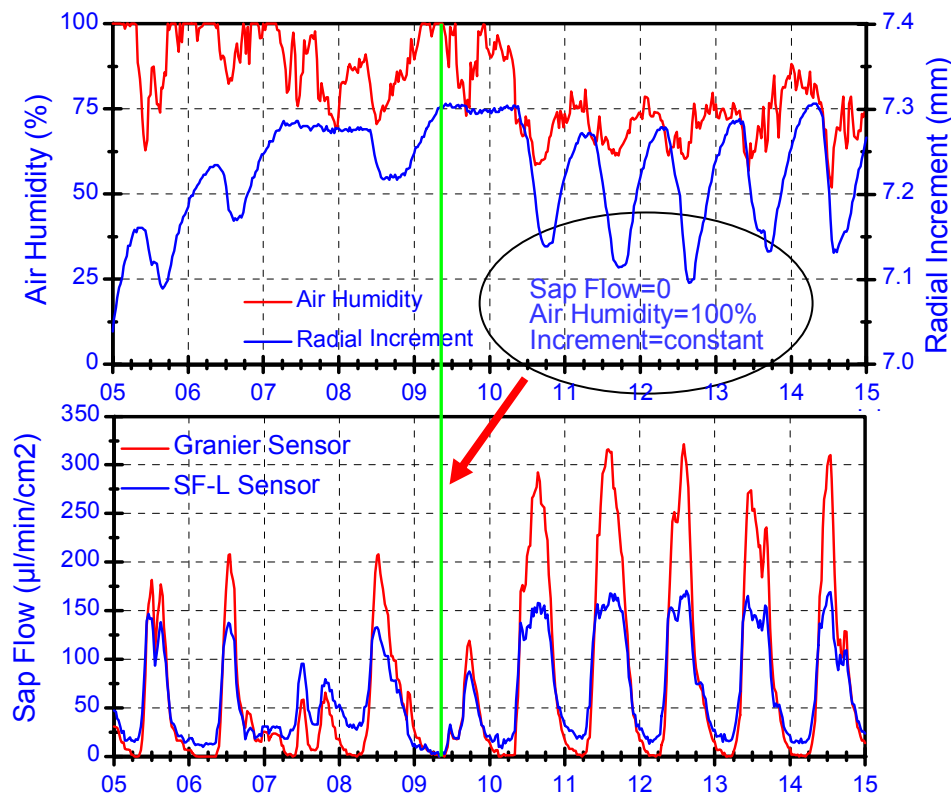


图 3 在一棵40年生的欧洲云杉上用SF-L传感器和植物生长测量仪连续测量三个月。其结果分别用SF-L和SF-G方法进行计算。用两种方法取得的结果差异很大。SF-G测量的结果白天高于SF-L，夜间均为零。SF-L的夜间值一般不为零，在三个月的测量中，只出现过三次零值。

上： 相对空气湿度（红线）和树杆半径的变化（蓝线）。

下： 用SF-L传感器（蓝线）和SF-G传感器（红线）在同一棵40年生欧洲云杉上测量的结果

技术参数

探头组成	1个4针茎流传感器 1个茎杆变化传感器
4针茎流传感器 针长/加热丝长	SF-L 33: 33 mm/20 mm SF-L 43: 43 mm/20 mm SF-L 63: 63 mm/20 mm 直径 1.5 mm
电缆长度	5 m, 可延长到 20 m
适合树杆直径	>15 cm
输出	-100 到 1000 微伏
需要数采通道	3个差分通道
电源	CCS, 1个CCS可供应1到3传感器, 消耗1瓦 (12伏x84毫安)

参考文献

Granier A (1985): Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres, Ann. Sci. For., 1985, 42 (2), 193-200.

Granier A (1987): Mesure du flux de sève brute dans le tronc du Douglas par une nouvelle méthode thermique. Ann. Sc. For., Seichamps, 44.

Liu J C, Firsching B M, Payer H D (1995): Untersuchungen zur Wirkung von Stoffeinträgen, Trockenheit, Ernährung und Ozon auf die Fichtenerkrankung am Wank in den Kalkalpen. GSF-Bericht 18/95, 236 S.

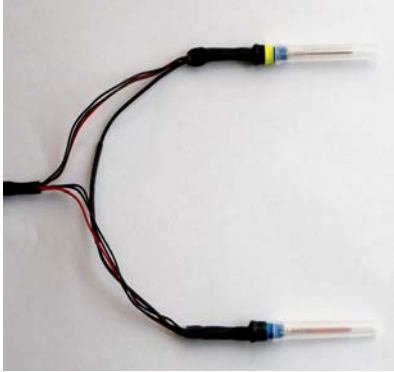
Do F and Rocheteau A (2002): Influence of natural temperature gradients on measurements of xylem sap flow with thermal dissipation probes. 1. Field observations and possible remedies. Tree Physiology 22, 641-648.

Do F and Rocheteau A (2002): Influence of natural temperature gradients on measurements of xylem sap flow with thermal dissipation probes. 2. Advantages and calibration of a non continuous heating system. Tree Physiology 22, 649-654.

Pearcy R W, Ehleringer J, Mooney H A and Rundel P W (1989): Plant Physiological Ecology – Field Methods and Instrumentation. Chapman and Hall.



# SF-G 茎流传感器

[www.ecomatik.de](http://www.ecomatik.de)


SF-G茎流传感器是传统式的Granier探头，由二针组成。使用时二针上下插入树干，间距约15cm 上部针用衡流电源加热，两针之间的温差用数采连续记录。此温差直接和茎流相关，可用给定的经验公式直接换算成茎流速度。

## 技术参数

探头组成	2针
针长/加热丝长	SF-G33: 33 mm/20 mm SF-G43: 43 mm/20 mm SF-G63: 63 mm/20 mm 直径 1.5 mm
电缆长度	5 m, 可延长到 20 m
适合树杆直径	>5 cm
输出	0 到 1000 微伏
需要数采通道	3个差分通道
电源	CCS, 1个CCS可供应1到3传感器, 消耗1瓦 (12伏x84毫安)



# Equitensiometer\*

www.ecomatik.de



**EQ15/Adapter型:** 带有螺纹接头，可连接一个管子，将探头安装在深层土壤

世界上第一个精确测量土壤水势的仪器，已取得包括中国，美国在内的多国专利

- 保证长期使用的稳定性
- 覆盖全部对植物生长有意义的水势范围 (0 到 -15 巴)
- 每台仪器都通过专门标定
- 户外使用无需保护和维修措施，超越测量范围不影响使用功能
- 在所有非盐碱性土壤中，测量结果不受土壤理化性质和土壤种类的影响
- 低耗能（可用一般电池带动）
- 易安装
- 测量结果可用普通数采纪录或用万用表显示
- 以有10年以上的实地使用经验

## 什么是土壤水势？

土壤中水分状况可以用两种方法表述：含水量和水势。含水量是指单位体积或单位重量土壤中的水分。土壤水势是指从土壤中提取（吸取）单位水分所需要的能量。美国土壤学会对基质水势的定义是（1987）：Matric potential ( $\psi_m$ ), defined as the amount of work that must be done per unit quantity of water in order to transport unit quantity of water reversibly and isothermally an infinitesimal quantity of water, identical in composition to the soil water, from a pool at the elevation and the external gas pressure the point under consideration, to the soil water. 水势也称负压，其计算单位和压强相同：巴斯卡（Pa）或毫巴（mbar）。

$$1 \text{ mbar} = 1 \text{ cm 水柱} = 100 \text{ Pa}$$

因为提取水分要消耗能量，所以土壤水势一般取负值。负值越大，土壤越干旱。一般植物生存的范围是：0 到 -15000 mbar (0 到 -15 巴) 或 0 到 -1500 000 Pa (0 到 1500 kPa)

基质水势是全部水势的主要组成部分，在非盐碱土壤中，全部水势等于基质水势。

基质水势起因于土壤中毛细现象。在土壤含水量相同的情况下，土壤越粘细，水势越低。

## 为什么需要测量土壤水势？

### 1 判断土壤水分的有效性（土壤的干旱程度）

在关于植物和水分，及土壤中水分运动的研究中，我们需要知道土壤中水分的有效性。水分的有效性和含水量的关系可用以下公式表述：

$$\begin{aligned} \text{土壤的干旱度} &= \text{土壤水分的有效性} = \text{土壤水势} \\ &= f(\text{土壤含水量, 土壤性质}) \end{aligned}$$

土壤的干旱度，土壤水分的有效性，其含义和土壤水势完全一致，都是指从土壤中提取（吸取）单位水分所需要的能量。如前面的公式所示，它们直接和土壤含水量及土壤性质相关。但并不等于土壤含水量。单纯用土壤含水

量无法判断土壤水分的有效性。比如，一块土地的含水量为10%，你无法判断在这块土地上小麦是否可以生长。如果是沙土，小麦可以茂盛生长，如果是粘土，在这块土地上可能寸草不生。

### 2 测定植物的对土壤水分的要求 - 耐旱能力

每一种植物对其适生环境都有特定要求。通过科研和实践经验，人们对每一种植物适生的温度，空气湿度，光照都有详细的了解。但对植物对土壤湿度的要求人们则知道地很少。

某一植物在某一土壤土壤环境条件下否可以生长，生长的好坏，往往通过多年的实地栽培试验也难以取得确切答案。费时费力，结果极不可靠。问题的关键是我们没有判断植物对土壤水分要求的定量指标。

植物对土壤水分要求的定量指标也就是植物从土壤中吸取水分的能力，也就是植物能克服的最低水势。所以测定植物的对土壤水分的要求（耐旱能力）实际上就是测量土壤水势。

### 3 将科研成果应用到实际生产的关键技术

数十年来，每年大概有数千篇关于植物和土壤水分的关系的科研论文。今天如果有一个农民要问，“我家麦地灌多少水最合适？”这个简单的问题几乎谁也回答不了。原因是，好多科研人员用土壤含水量代替水势。这种土壤含水量和植物的关系只对于参与试验的土壤有效，对其他土壤不一定有效，无法推广到其他土壤类型。某某专家发现小麦在土壤含水20%时生长最好。某农民用此数值灌溉他的麦地。其结果很可能是超灌，或者是欠灌。因为在不同土壤中同一含水量形成的水势完全不同。可以看出，这种以土壤含水量为基础的研究工作和实际应用脱节，是对人力，物力，水资源的一种很大的浪费。

解决这个问题的唯一的方法就是以水势为基础，进行植物和水分关系的研究。建立在水势基础上的研究成果和土壤性质无关，具有普遍性，可以应用到任何土壤类型，任何国家。

## 和已知测量土壤水势的方法的比较

目前市场上测量土壤水分的仪器很多，其中绝大部分，如 TDR、FDR 等等，都是用于测含水量的，用于测水势的寥寥无几。用土壤水势表述土壤水分有效性的设想于1907年问世(E. Buckingham)。以后逐步被科学家认可。一百多年

来，科学家和工程师们一直探索测量水势的方法，试图制造测量土壤水势的仪器。到现在为止，一共有六种可用于实地的测量的仪器。

### 现有六种（类）土壤水势实地测量方法的比较

仪器 / 技术	测量范围 (kPa)	优点	缺点
石膏块	-100 到 -700	1. 廉价	1. 用户需要进行标定工作 2. 精度很低 3. 只用于简的水势估计
干湿球计 Psychrometer	-200 到 -10000	1. 适用于干旱土壤 2. 测量全部水势	1. 不适于湿土 2. 测量结果受土壤温度变化影响很大 3. 价格昂贵 4. 不适于户外使用
普通张力仪 Tensiometer	0 到 -85	1. 高精度	1. 不适于较干旱的土壤 2. 保护和维修的工作量特别大 3. 不适合用于研究植物和干旱的关系
pF-Meter Heat Dissipation Sensor	0 到 -100000	1. 测量范围大 2. 不受土壤酸碱度影响	1. 用热脉冲原理，测量结果受土壤导热率影响 2. 用陶土探头，反应慢，严重滞后 3. 和一般数采不能连用
土壤水势仪 Equitensiometer	0 到 -1500	1. 精度高 2. 含盖全部植物生长的水势范围 3. 无需保护和维修措施 4. 可同一般数采连用	1. 非线性输出

## 各国科研人员用EQ15土壤水势仪从事的主要研究课题

### ● 环境监测

▶ 连续监测土壤水势，了解土壤水势在自然条件下的变化过程，为土地利用，土壤改良提供科学依据。

### ● 土壤学研究

▶ 研究不同土壤使用，经营方式和土壤水势的关系。  
▶ 不同水势对土壤理化性质的影响。

### ● 自动控制节水灌溉

▶ 用Equitensiometer直接控制灌溉系统。

### ● 生理，生态，植物学研究

▶ 研究植物的耐旱性（探讨植物的生理指标和土壤水势的关系）。

▶ 研究药理植物质量和土壤水势的关系。

▶ 确定植物生长的最佳土壤水势。

▶ 引种试验，通过测量土壤水势和植物耐旱性，探讨植物在某种环境下生长的可能性。

▶ 探讨最佳生理灌溉方式，最佳经济灌溉方式。

▶ 研究根系提水功能（Hydraulic Lift）。

### ● 水文，气象

▶ 测量土壤水势，计算土壤蒸发量。

▶ 通过测量土壤水势，计算土壤水分的运动。

### ● 土力学，建筑

▶ 土力学研究，（坡面稳定性，地基稳定性，水坝稳定性）

## EQ15土壤水势仪使用中常见问题

### ● 测量精度和测量范围

出厂以前，我们对每台仪器进行单独标定，每台仪器都带有一份标定纪录。这种生产方式全面保证仪器的测量精度。

EQ15土壤水势仪的测量范围为0到负1500 kPa (0 到 -15 bar)。如客户有特殊要求，EQ15土壤水势仪的测量范围可以扩展到0到-2500kPa。如果土壤水势超出EQ15测量范围，

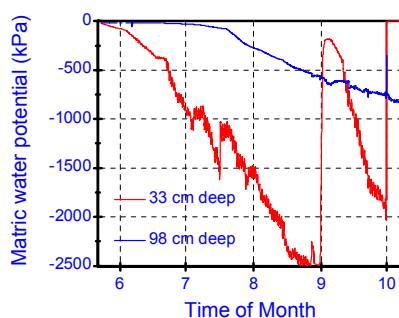


图 1 葡萄牙橡树林 (Quercus suber) 下土壤水势的变化

其工作性能不受影响。土壤转湿时，水势仪自动恢复工作。无需任何维修措施。

### ● 土壤性质对测量结果没有影响

和土壤含水量不同，土壤水势是一绝对物理量，不同土壤中的同一水势值的物理意义完全相同。来自不同土壤的水势值可以直接相互比较。不同土壤性质，诸如比重，石砾含量，粘粒含量，有机质含量等等，对EQ15土壤水势仪的工作以及测量结果的评价没有任何影响。

EQ15土壤水势仪是通测量参照体内的含水量来测定土壤水势的。这和石膏块的工作原理完全不同。石膏块是通过测量电导率来测定土壤水势的。因土壤电导率不单取决于含水量，而且在很大程度上取决土壤的化学性质，土壤的pH值。EQ15土壤水势仪是在测量含水量的基础上测定水势的，土壤化学性质，诸如电导率，pH值对其测量结果没有影响。只是在盐碱土壤中，当电导率大于1 mS/cm时，测的水势值会偏低(图 2)。

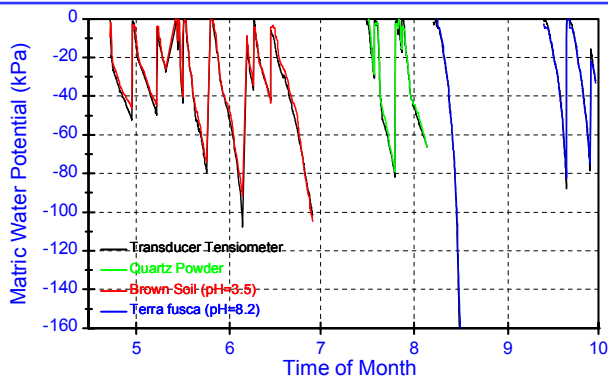


图 2 EQ15土壤水势仪（黑线）和电子张力仪在不同土壤中测量结果的比较。4月20日到6月28日：褐土，pH 3.5（红线），7月15日到8月8日：石英粉（绿线），8月8日到9月30日：碳酸盐土壤Terra fusca，pH 8.2（蓝线）。可以看出，pH值从3.5到8.2的变化对EQ15土壤水势仪的测量结果没有影响。

● 反应滞后问题

EQ15水势仪完全适用野外定点长期观测。EQ15水势仪中的水势平衡体的导水性能大于任何自然土壤。在自然条件下EQ15水势仪可以无滞后测量任何土壤的水势变化(图3)。

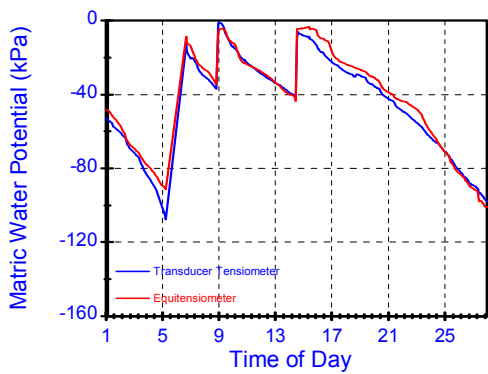


图 3 EQ15土壤水势仪（红线）和电子张力仪（蓝线）的比较测量。两探头插入同一土壤，然后循环灌溉，干燥。无论是灌溉阶段还是干燥阶段，和电子张力仪相比，EQ15土壤水势仪无明显滞后。

● 长期定位测量

图5是用EQ15水势仪同时在山毛榉和欧洲云杉林地中测量结果。在近三年的测量期间，没有任何维修保护措施。

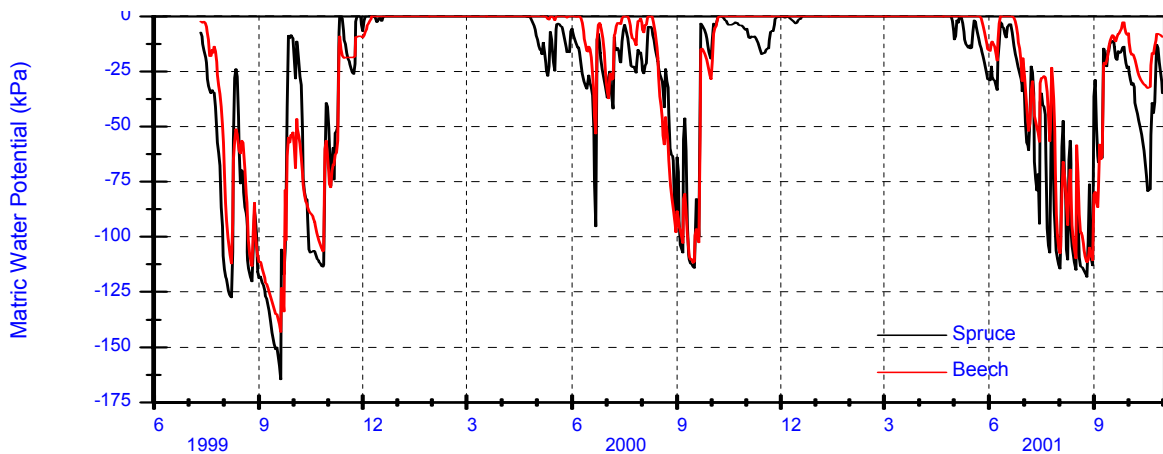


图 5 德国巴伐利亚两块毗邻的山毛榉和欧洲云杉林地中的土壤水势的变化。此观测结果同两树种蒸腾特性完全吻合。在初春和晚秋云杉林地较山毛榉林地明显干旱。

● 安装

EQ15土壤水势仪的安装相当简单。先在土壤中打一个洞，将探头插入预定深度，然后将石英粉浆灌入，回填土即可。安装过程中，土壤原始状态被破坏，这并不影响测量结果。

● 数据采集和处理

EQ15土壤水势仪的输出0.1-1.0伏的电压信号。如果进行连续测量，须用数采纪录数据。一般数采都可以联用。ECOMATIK提供多种配套数采。如进行非连续测量，可使用ECOMATIK的EQ15读数表，也可使用一般电压表直接读取。

每台仪器都带一份标定曲线（见图4），此曲线给出EQ15输出的电压信号和水势自之间的关系。一般数采和EQ15读数表都接受此标定曲线的数值，将测得的电压值直接转换成水势值以kPa为单位输出。如果数采没有这种转换功能，采集的数据为电压值也可以用计算机（如EXCEL）轻易换算成水势值（kPa）。

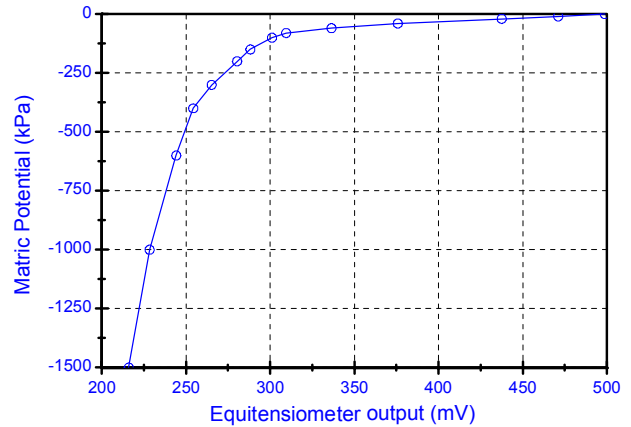


图 4 典型的EQ15土壤水势仪标定曲线



## 技术参数

测量指标	土壤基质水势
测量范围	0 到 -1500 kPa (0 到 -15 巴)
精度	0 kPa 到 -100 kPa: $\pm 10$ kPa -100 kPa 到 -1500 kPa: 10%
滞后	很小, 在自然条件下可以如实反应各种速度的土壤水势变化
应用范围	用于土壤水文, 植物生态, 生理研究及节水灌溉的控制
使用条件	除过电导率大于 1 mS/cm的盐碱土外, 可用于所有土壤
输入输出	输入: 5-15 V 直流电压, 最大 23 mA, 输出: 100 -1000 mV 直流电压
外壳	不锈钢
尺寸重量	长 $\times$ 宽 $\times$ 厚 = 17 cm $\times$ 4 cm $\times$ 2 cm, 标准电缆 长度: 5 m, 最大长度: 100 m, 重量: 350 g

## 配件及数采

EQ10	基本型, 适应较浅层的土壤
EQ20	带螺纹接头, 可连接延展管, 插入深层次土壤使用
EQ30	1 m 延展管
EQ40	2 m 延展管
EQ50	石英粉, 用于改善探头和土壤的接触
EQ60	延长电缆, 最大100 m
数采	详见数采部分

## 应用EQ15水势仪产生的或与EQ15水势仪相关的论文

- Booth D: Incubation of rigid-shelled turtle eggs: do hydric conditions matter? *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*. 172 (7), 627-633, 2002
- Scanlon BR, Andraski, BJ and Bilskie : Miscellaneous Methods for Measuring Matrix or Water Potential. In: J. Dane and C. Topp [eds.]. *Methods of soil analysis*. Madison, WI: ASA and SSSA, 643-670, 2002
- Bartelheimer M, Steinlein T and Beyschlag W: Aggregative Root Placement: A Feature During Interspecific Competition in Inland Sand-Dune Habitats. *Plant and Soil*, 280, 101-114, 2006.
- Hoepfner U, Neudert A und Paul M: Lysimeteruntersuchungen zum Wasserhaushalt von Endabdeckungen zur Sanierung von Tailings des Uranerzbergbaus in Sachsen.
- Kanoun O, Tetyuev A und Tränkler HR: Bodenfeuchtemessung mittels Impedanzspektroskopie (Soil Moisture Measurement with Impedance Spectroscopy). *tm - Technisches Messen*. 9, 475-485, 2004
- Kurz-Besson C, Otieno D et al.: Hydraulic Lift in Cork Oak Trees in a Savannah-Type Mediterranean Ecosystem and its Contribution to the Local Water Balance. *Plant and Soil* 282 1573-5036, 2006
- Noborio K, Horton R and Tan C S: Time Domain Reflectometry Probe for Simultaneous Measurement of Soil Matrix Potential and Water Content. *Soil Science Society of America Journal* 63:1500-1505, 1999
- Otieno DO, Kurz-Besson C, Liu J, Schmidt MWT, Vale-Lobodo R, David TS, Siegwolf R, Pereira JS and Tenhunen JD: Seasonal Variations in Soil and Plant Water Status in a *Quercus suber* L. Stand: Roots as Determinants of Tree Productivity and Survival in the Mediterranean-type Ecosystem. *Plant and Soil*, 283, 119-135, 2006
- Otieno DO: Coordinated Tree Response to Drought – Vulnerability and Sustainable Production: Hypotheses on Arid Ecosystem Adjustments to Limitation in Water Resources. Doctoral Thesis, University Bayreuth, Germany, 2004
- Reyes A, Christian P, Valle J and Williams T: Derivation and verification of soil hydrodynamic parameters in cinnamon soil. *BioControl* 49 (4), 2004
- Roberts J, Rosier P: The impact of broadleaved woodland on water resources in lowland UK: I. Soil water changes below beech woodland and grass on chalk sites in Hampshire. *Hydrology and Earth System Sciences*, 2005, 9 (6), 596-606
- Schäfer K, Oren R, Lai CT and Katul G: Hydrologic balance in an intact temperate forest ecosystem under ambient and elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. *Global Change Biology*, 885-911, 2002
- Schütz M: Untersuchungen zum Wachstum und Gaswechsel von Weizenbeständen unter globalen Klimaveränderungen unter besonderer Berücksichtigung von Veränderungen der atmosphärischen CO<sub>2</sub> Konzentration und des Wasserhaushalts. Dissertation Universität Gießen, 2002.
- Stampfli A and Zeiter M: Plant regeneration directs changes in grassland composition after extreme drought: a 13-year study in southern Switzerland. *Journal of Ecology* 92 (4), 568-576, 2004
- Thomas V: Effects of Simultaneous Ozone and Nitrogen Exposure on two Tree Species: *Fagus SYLVATICA* (L.) AND *Picea ABIES* (L.) Karst.. Inauguraldissertation, University Basel, 2005
- Voltas J, Serrano L, Hernández M and Pemán J: Carbon Isotope Discrimination, Gas Exchange and Stem Growth of Four Euramerican Hybrid Poplars under Different Watering Regimes. *New Forests* 31 (3), 435-451, 2006.
- Wie C Y, Liu X Z and Kang L L: Derivation and verification of soil hydrodynamic parameters in cinnamon soil. *JOURNAL OF HYDRAULIC ENGINEERING*, 2004 No.3 P.81-86.
- Werner C, Unger S, Pereira J, Maia R, David TS, Cathy Kurz-Besson C, David JS and Máguas C: Importance of short-term dynamics in carbon isotope ratios of ecosystem respiration ( $\delta^{13}C_R$ ) in a Mediterranean oak woodland and linkage to environmental factors. *New Phytologist* 172(2) 330-346, 2006
- Wieser G, Gigele T and Pausch H: The carbon budget of an adult *Pinus cembra* tree at the alpine timberline in the Central Austrian Alps. *European Journal of Forest Research*. 124 (1), 1-8, 2005

# 我们主要的客户

[www.ecomatik.de](http://www.ecomatik.de)

## Argentina

CONICET-INTA EEA Bariloche, Grupo de Ecología Foresta, Bariloche

IANIGLA-CONICET, Mendoza

## Australia

PlantSensors, Nakara

## Austria

Universität Innsbruck, Institut für Botanik, Innsbruck

BFW, Abt Ökophysiologie der Alpenen Waldgrenze, Innsbruck

Universität Wien, Department of Geography and Regional Research UZA II, Wien

Pessl Instruments GmbH, Weiz

## Belgium

Vrije Universiteit Brussel, WE-DBIO-APNA, Brussels

Vrije Universiteit Brussel, Toegepaste Ecologie & Milieubiologie, Gent

Vrije Universiteit Brussel, ETRO Department Building Ke, room Ke.3.22, Brussels

Laboratory for Wood Biology and Xylarium, Royal Museum for Central Africa, Tervuren

## Brasil

Fundacao de Desenvolvimento Cientifico E Cultural-Fundec, Campus da Univesidade Federal de Lavras

## Bulgaria

DANS PHARMA, Sofia

## Canada

Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec

McGill University, Department of Natural Resource Sciences, Québec

University of Western Ontario, Department of Geography, London

Macdonald Campus of McGill University, Department of Natural Resource Sciences, Québec

## Chile

MorpH2O SA Latinoamerica S.A, Buin

## China

LICA United Technology Limited Beijing

Beijing Channel Scientific Instruments Co., Ltd. Beijing

Chinese Academy of Forestry, Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Beijing

Xishuangbanna Tropical Botanical Garden (CAS), Yunnan

## Colombia

Departamento Administrativo.Cali - Valle del Cauca

## Denmark

University of Aarhus, Faculty of Agricultural Sciences, Dept. of Agroecology and Environment, Tjele

## Ecuador

Sistemas Tecnológicos, Quito

## France

Agriscopelunel

O3HP St Michel l'Observatoire

INRA-EPHYSE, Site de Recherches Forêt Bois de Pierroton, CESTAS Cedex

## Germany

Universität Bochum, Geographisches Institut, Bochum

Universität Cottbus, Institut für Rekultivierung

Universität der Bundeswehr München, Institut für Tiefbau, Neubiberg

Universität Freiburg, Institut für Forstbotanik und Baumphysiologie, Freiburg

Universität Freiburg, Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre, Freiburg

Universität Freiburg, Institut für Waldwachstum, Freiburg

University of Freiburg, Meteorological Institute, Freiburg

Universität Göttingen, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

Universität Köln, Institut für Geophysik und Meteorologie, Köln

University of Bayreuth, Department of Plant Ecology, Bayreuth

University of Stuttgart, Institute of Geography, Stuttgart

Urania Agrochem GmbH, Hamburg

UP Umweltanalytische Produkte GmbH Cottbus

Technische Universität München, Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen, Freising

University of Erlangen-Nuremberg, Institute of Geography, Erlangen

Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Tharandt

Universität Bonn, Dendroökologisches Labor, Geographisches Institut, Bonn

Feingerätebau K.Fischer GmbH, Drebach

Justus-Liebig Universität, Institut für Pflanzenökologie, Interdisziplinäres Forschungszentrum für Umweltsicherung (IFZ), Gießen

Imtech Telecom GmbH, Potsdam

Heiko Meier Nachrichtentechnik Zwönitz

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Inst. für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Freising

Ludwig-Maximilians-University Munich, Department of Geography, München

Beuth Hochschule für Technik Berlin, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim

Leibniz Universität, Institut für Botanik, Hannover

Theodor Friedrichs & Co. GmbH, Schenefeld

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, Schadenweilerhof, Rottenburg am Neckar

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Freising

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Eberswalde

University Duisburg-Essen, Dep. of Applied Botany, Essen

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), Potsdam

Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Freising

Johannes Gutenberg University Mainz, Department of Geography, Mainz

University of Bonn, Department of Geography, Bonn

Degersheim Heidenheim

Helmholtz Zentrum München, Institut für Bodenökologie, Neuherberg

Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, Referat Waldzustandsüberwachung, Gotha

Umwelt-Geräte-Technik GmbH, Müncheberg

Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Hamburg

Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Sachgebiet 3, Teisendorf

Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Holzkirchen

University of Bonn, INRES Gartenbauwissenschaft, Bonn

Universität Bonn, Institut für Landtechnik, Bonn

Brandenburgische Technische Universität, Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung, Cottbus

Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Institut für Holzbiologie, Hamburg

Deutsche Forschungsgemeinschaft Bonn

Max-Planck-Institut für Biogeochemie Jena

Johannes Gutenberg University Mainz, Department of Geography, Mainz

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches

GeoForschungsZentrum (GFZ), Potsdam

Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ,

Department of Ecological Modelling, Leipzig

# 我们主要的客户

[www.ecomatik.de](http://www.ecomatik.de)

CEBra - Centre for Energy Technology Brandenburg e.V., Cottbus

Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Greifswald

TU Dresden, Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Dresden

TU Dresden, Forstbotanik. AG molekulare Gehölzphysiologie, Tharandt

Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Greifswald

Technische Universität Dresden, Institute of Soil Science & Site Ecology Faculty of Forest, Geo & Hydro Sciences, Tharandt

## Hungary

University of Debrecen, Department of Botany, Debrecen

University of Debrecen, Centre of arts, humanities and sciences, Debrecen

## India

Miras Instruments and equipments, Chennai

SHAILRON TECHNOLOGY PVT. LTD, NEW DELHI

KARTHIKEYA OVERSEASB, Bhopal

## Iran

Tajhiz Fanavaran Zangan Co., Tehran

## Israel

Ag-sense Ltd Ramat-Yshay

## Italy

Lombard & Marozzini srl, Rome

SIMACO di Resti Raffaello, Arezzo

Università di Padova, Anfodillo-Laboratorio IDEA, Legnaro (PD)

Vivaio Forestale E.R.S.A.F., Curno (BG)

Magazzino Azienda Special, Per Regolamentazione Dei Corsi D'Acqua, Prato Isarco (BZ),

UNIVERSITA' DI TRENTO, DIVISIONE INGEGNERIA, 38050 POVO (TN)

## Japan

TERRA-TECH, INC. Tokyo

KAIYO DENSHI Co., Ltd. Saitama

Meiwafosis Co., Ltd., Osaka

## Malaysia

Universiti Malaysia Perlis, Jejawi

## Marocco

Green solutions sarl AGADIR

Sté. Phyto Consulting sarl. Ait Melloul

## Mexico

Celeritas Trading & Consulting S.A. de C.V., Naucalpan de Juárez

## New Zealand

Agfirst BOP ltd Katikati

AgFirst Technical Services Manager, Motueka

## Netherlands

Institute of Agricultural and Environmental Engineering (IMAG-DLO), Wageningen

GLOWA Volta Project Water Management, Civil Engineering & Geosciences TU Delft

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO), Sector Fruit, Zetten

## Norway

Norwegian Univ of Life Sciences, Agresso fakturasentral, Oslo

## Peru

HIGH TECH SERVICE S.A.C., Proyectos & Servicios, Miraflores- Lima

## Portugal

Mezão Telecomunicações e Electrónica, Lda. PORTO SALVO

Dept. Botanica e Eng. Biologica, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa

## Romania

Bessona Company SRL Bacau

S.C. FEDERAL EXPERT S.R.L, Bucuresti

AMEX Import Export SRL, Bucuresti

SC Eltex Echipamente Electronice Industriale srl, Bucharest

EUROPANDA S.R.L

Forest Research and Management Institute (ICAS), Voluntari Ilfov

EUROPANDA S.R.L, Campulung Moldovenesc, SUCEAVA

## Russia

FITO Ltd. Moscow

## South Africa

Natural Resources and the Environment, CSIR, Ecosystem Processes and Dynamics, Pretoria

## South Korea

Encosys CO., LTD., Room 232, 8 Dong, Anyang Kyungki-Do

## Spain

Equipos Instrumentacion y Control SL Algente, Madrid

PROQUILAB, S.A. CARTAGENA (MURCIA)

Adm Juver, sI Santo Angel, Murcia

TSC (Techno-Sciences Consulting), Sevilla

Urbiotica S.L., h, La Roca del Valles

Universitat Politècnica de Catalunya, ns, Barcelona

Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L., Zaragoza

Government of Aragon, Agricultural Research and Technology

Centre (CITA) Forest Resources Unit, Zaragoza

Fundación Instituto Tecnológico de Galicia, A Coruña

GEONATURA S.L., Madrid

## Sweden

Lund University, Earth and Ecosystem Sciences, Lund

## Switzerland

Institut für Angewandte Pflanzenbiologie, Schönebuch

Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape,

Research WSL, Birmensdorf

Universität Basel, Botanisches Institut, Basel

University of Applied Sciences of Central Switzerland, Institute of Electronics, Horw

Stump For Tec AG, Abt. Messtechnik, Naenikon

ETH Zürich, Institut für Geotechnik, Zürich

## Taiwan

National Taiwan University, School of Forestry & Resource Conservation, Taipei

Jauntering International Corp., Taipei

Ming-Guan Instruments Co., Ltd., CHANGHUA CITY

## Thailand

Mahidol University, Faculty of Environment and Resource Studies, Nakhon Pathom

## UK

Delta-T Devices Ltd Cambridge

University of Oxford, School of Geography and the

Environment, Oxford

Wolfson College Oxford

## USA

Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia, Tree-Ring Laboratory, New York

Department of Biological Sciences, University of Alabama, Tuscaloosa

IAB Toolik 757000 Fairbanks

Tulane University, Ecology and Evolutionary Biology, New Orleans

USDA Forest Service, Olympia Forestry Sciences Laboratory, Olympia

University of Arizona, Natural Resources and Environment, Tucson

Utah State University, Ecology Center UMC 5205, Logan

UC Davis, Land, Air and Water Resources Plant and

Environmental Sciences, Davis

Tree Consulting, Arizona

U.S. Department of Agriculture, Forest Service Pacific

Northwest Research Station,

U.S. Department of Agriculture, Forest Service Pacific

Southwest Research Station



### **Ordering Information**

Details regarding ordering information, accessories, consumables and spares for our instruments can be found in our prices lists, available on request.

### **Payment**

Our normal terms are payment in advance of shipment, or by irrevocable letter of credit. Details are available on request.

### **Guarantee and Service**

ECOMATIK guarantees its products against defects in manufacture or material for a period of 24 months from the date of delivery. Full details of the guarantee, terms and condition of sale, and arrangements for servicing and recalibration are available on request.

ECOMATIK  
Muenchner Str. 22  
D-85221 Dachau/Munich  
Germany  
Tel: +49 8131 260738  
Fax: +49 8131 274434  
website: [www.ecomatik.de](http://www.ecomatik.de)  
e-mail: [info@ecomatik.de](mailto:info@ecomatik.de)