

Medische toepassingen laser foto-akoestiek



Optics & Photonics News

June 1999 Vol. 10 No. 6

About the Cover: An array of optical, biomedical images. Clockwise from upper right: Thermo-acoustic computed tomography (TCT) image of a human breast; Optical coherence tomography (OCT) images of *Xenopus laevis* heart, *Xenopus laevis* eye, and human trachea; TCT image of lamb kidney; and OCT image of *Xenopus laevis* brain. TCT images courtesy of OptoSonics, Inc., Indianapolis, IN (<http://optosonics.com>); OCT images courtesy of Coherent Diagnostic Technology, LLC, Concord, MA (www.octimaging.com). (See this month's features on pages 22, 27, and 33.)

features

Therapeutic Lasers and Optical Diagnostic Technology in Dentistry /22
By Daniel Fried

Laser Opto-acoustic Imaging: Let There Be Light that Sounds! /27
By Howard Nathel

Optical Tools Offer Minimally Invasive Medical Diagnostics /33
By Yvonne Carts-Powell

OSA 1999 Fellows /12

CLEO®/Pacific Rim '99 Technical Preview /15

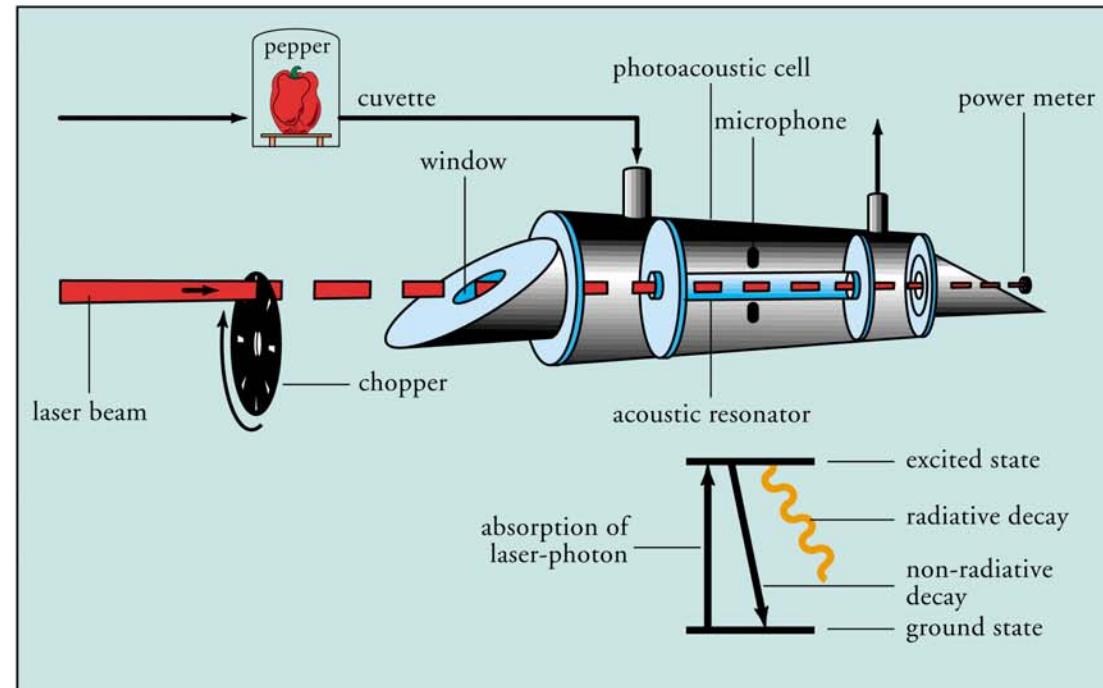
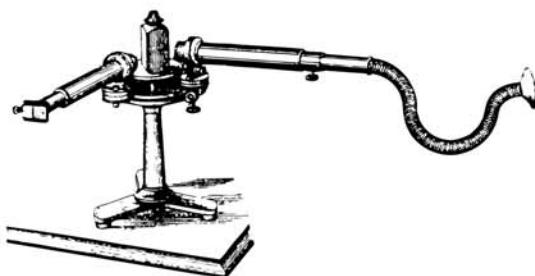


33

Foto-akoestiek

■ Licht → geluid → concentratie

- Hogere concentratie → sterker geluid
- Sterkere absorptie → sterker geluid

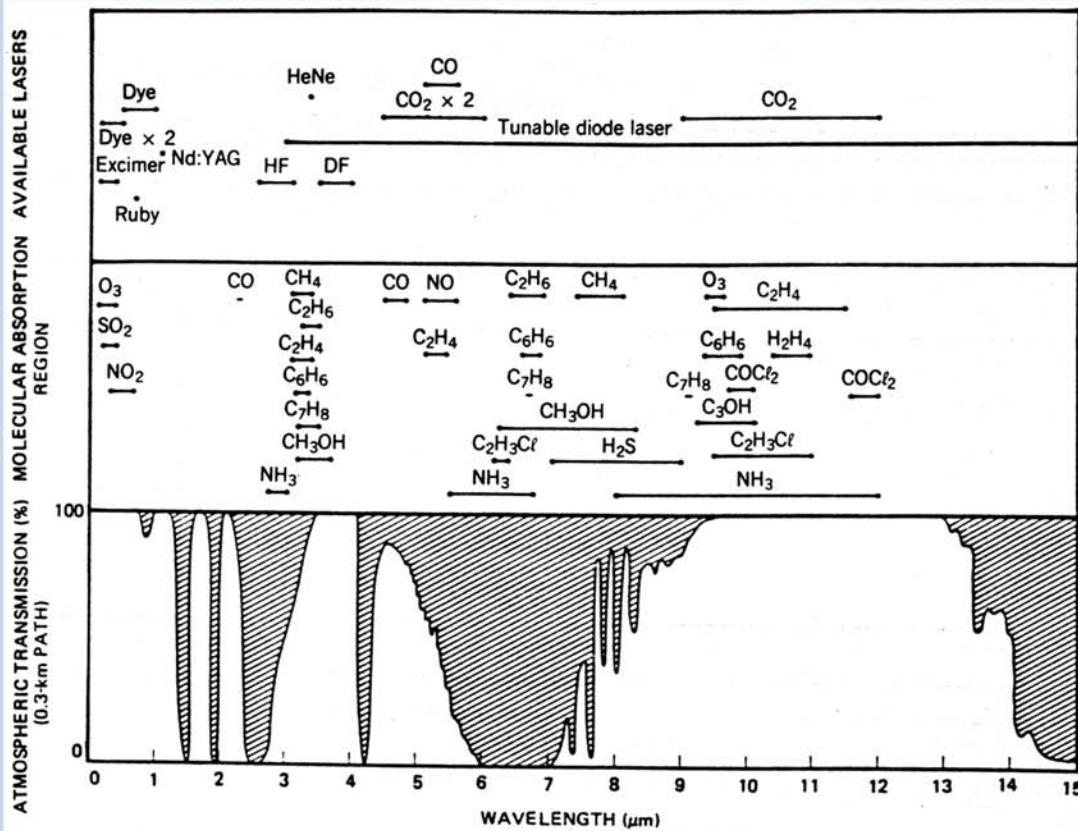


absorption of
laser-photon



excited state
radiative decay
non-radiative decay
ground state

Specifieke lichtabsorptie → Vingerafdruk



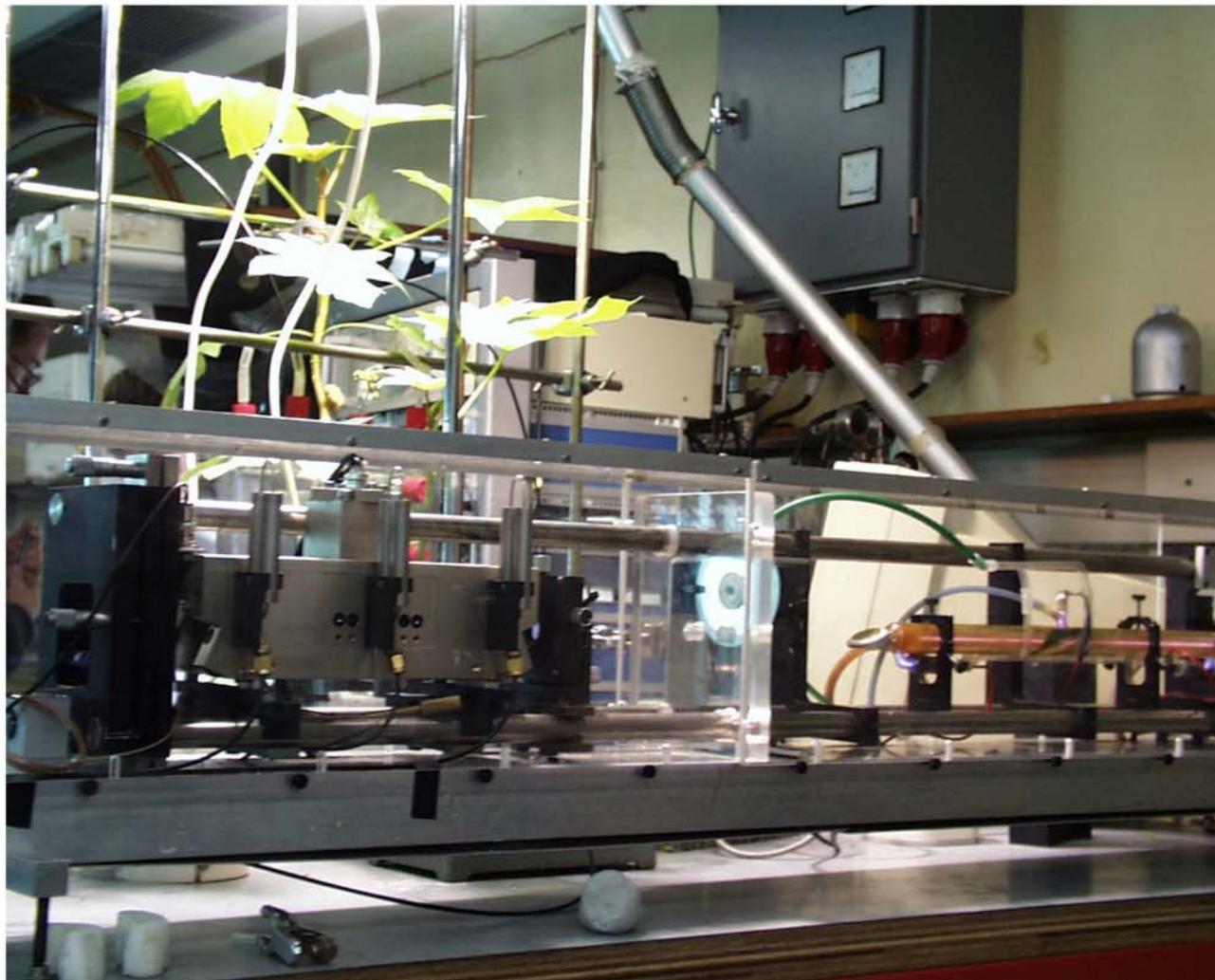
Kenmerken foto-akoestische detectie

- Sporengas detectie op ppb niveau ($1 \text{ ppp} = 10^{-9}$)
- 100 - 1000 keer gevoeliger dan commercieel verkrijgbare apparatuur
- grote gevoeligheid maakt *on-line* volgen van dynamische processen mogelijk

Detectie limieten van 22 biologisch relevante gassen

GAS	concentration	GAS	concentration
Methane	1 ppb	Water	0.1 ppb
Acetylene	1 ppb	Nitrous oxide	1 ppb
Ethene	0.006 ppb	Nitric oxide	0.3 ppb
Ethane	1 ppb	Nitrogen dioxide	0.1 ppb
Ethanol	3 ppb	Ammonia	0.25 ppb
Acetaldehyde	0.1 ppb	Carbon dioxide	1000 ppb
Pentane	3 ppb	Carbon monoxide	1000 ppb
Dimethyl sulphide	3 ppb	Sulphur dioxide	0,1 ppb
Methanethiol	3 ppb	Carbon disulphide	0,01 ppb
Trimethyl amine	1 ppb	Hydrogen sulphide	100 ppb
Ozone	0.06 ppb	Carbonyl sulphide	1 ppb

Gas detectie met CO₂ - laser



Planten onderzoek

■ Verbeteren van overstroomings-tolerantie bij rijst

- *ethanol, acetaldehyde, koolzuurgas, methaan*

■ Levensvatbaarheid en kieming van zaden na bewaring

- *ethaan, pentaan , acetaldehyde, etheen*

■ Verwelken van bloemen

- *ethaan, etheen*



Fruit-bewaring

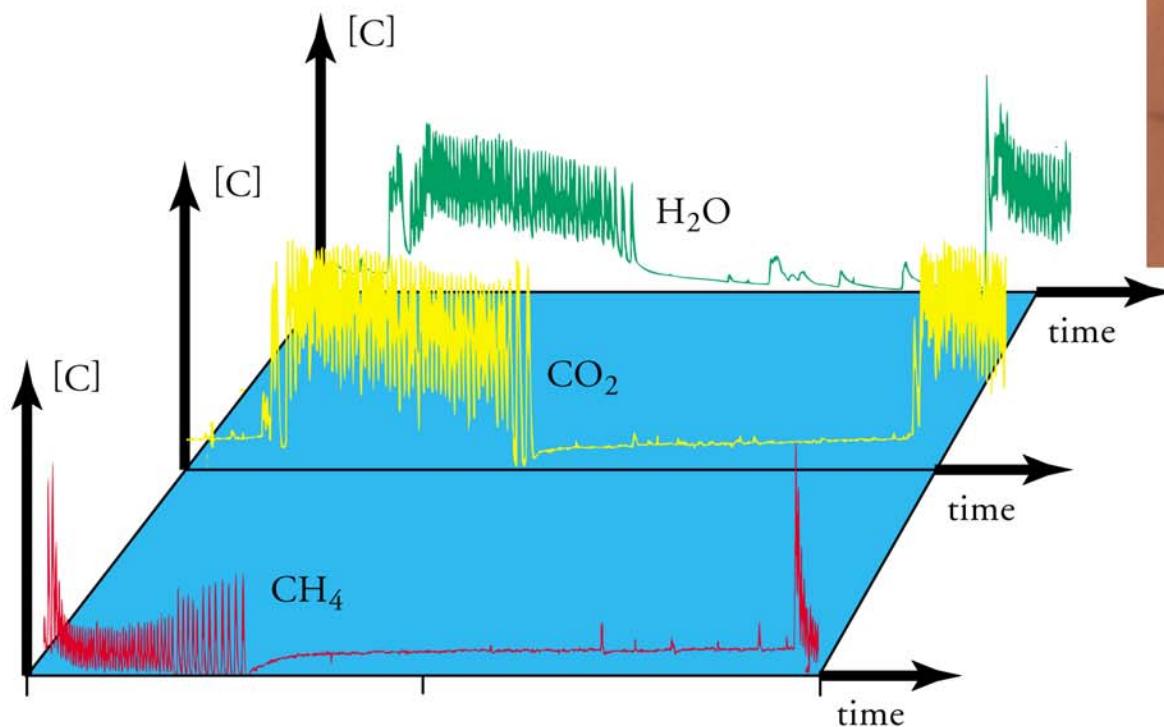
- Dynamische controle over fermentatie-processen bij opslag van fruit onder gecontroleerde atmosfeer

► *ethanol, acetaldehyde, ethaan, etheen*



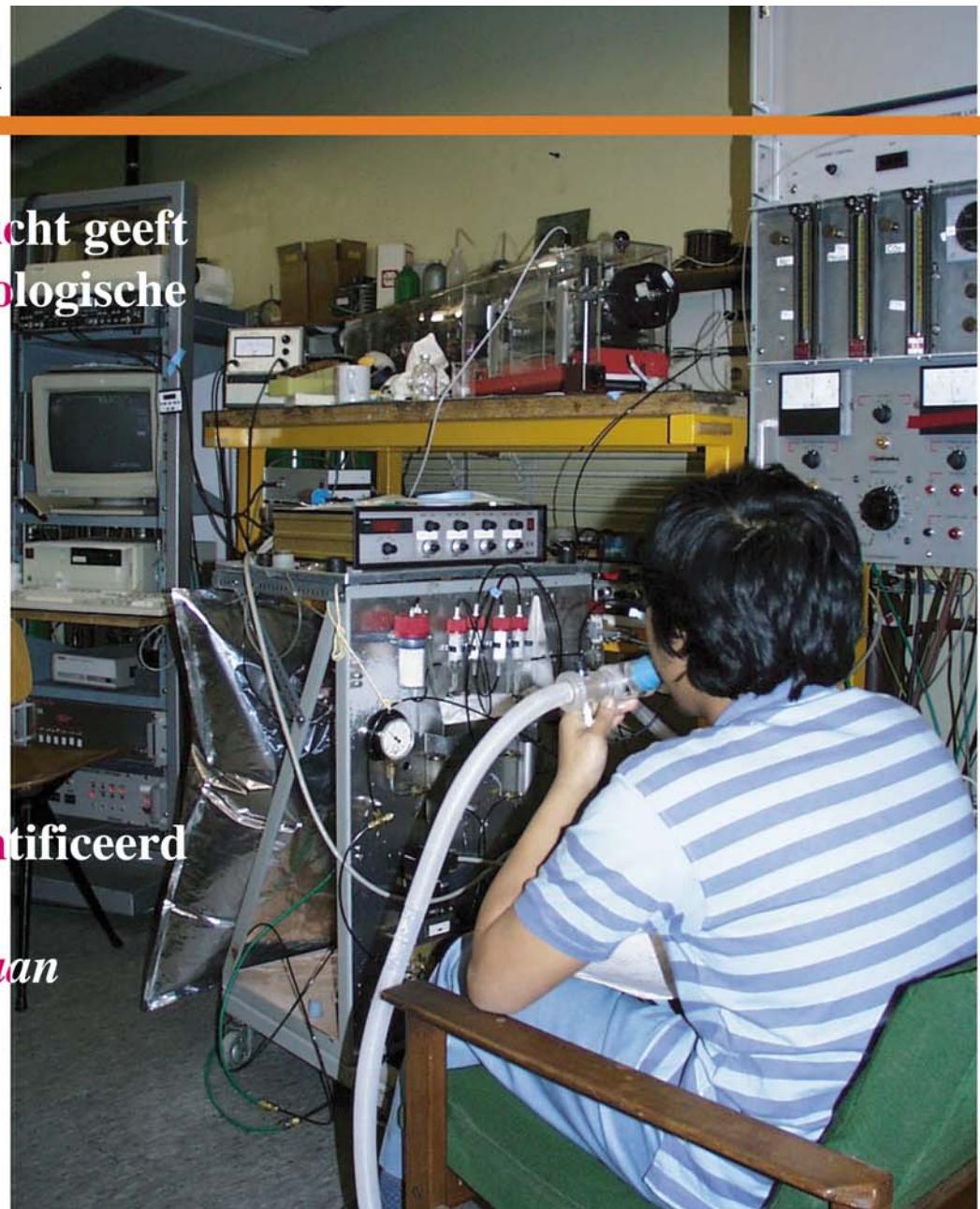
Ademhaling Kakkerlak

Waterdamp, koolzuurgas, methaan



Ademhaling bij mensen

- Samenstelling van uitgeademde lucht geeft informatie over verschillende fysiologische processen in het lichaam
- fruitige aceton geur: diabetes
- vislucht: lever-ziekte
- urine-geur: nier-falen
- ▶ meer dan 400 stoffen geïdentificeerd
- ▶ *etheen, ethaan, pentaan, methaan*



Lipide peroxidatatie

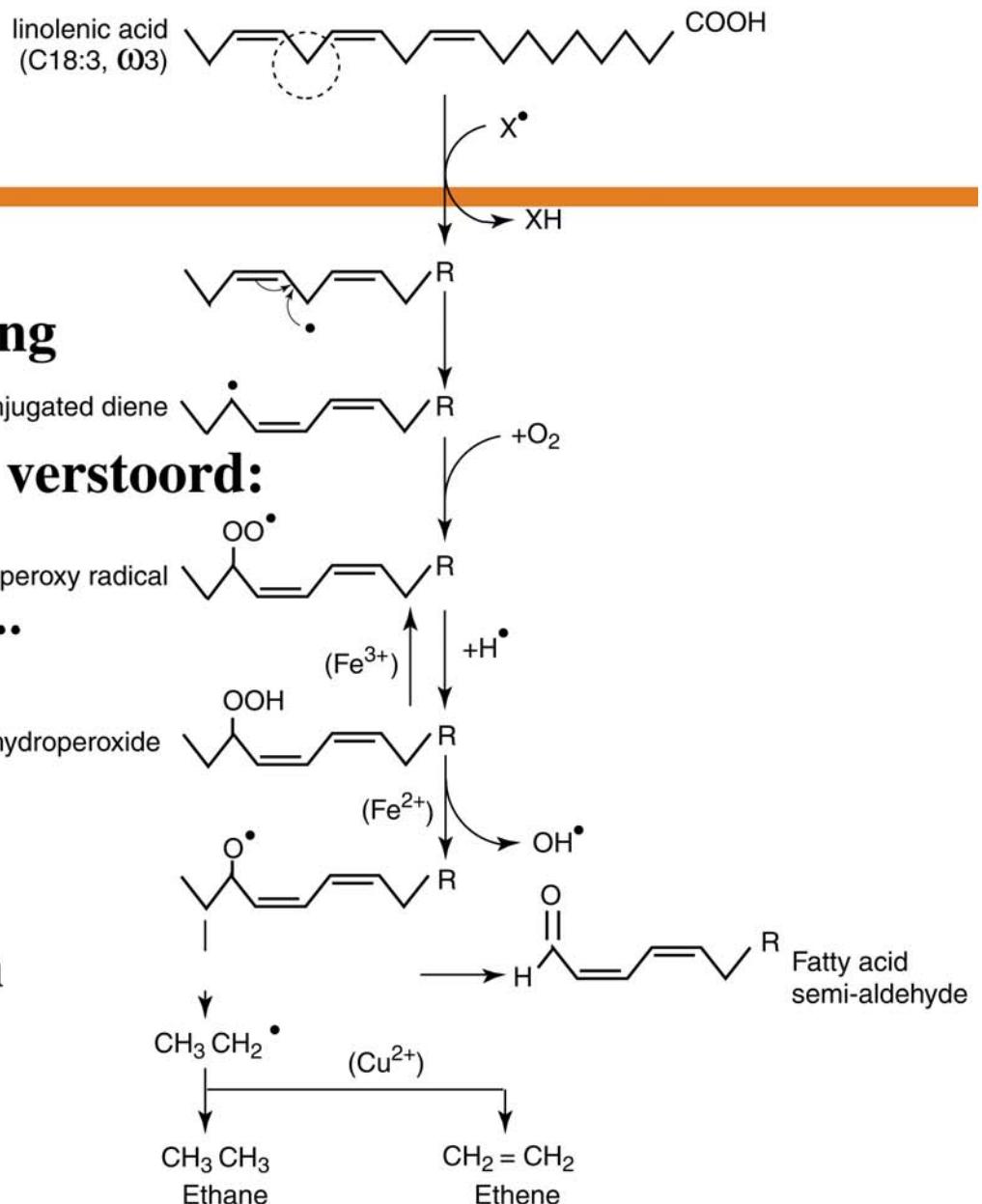
- Normaal: evenwicht tussen vorming en wegvangen van radicalen

- Bij bepaalde processen evenwicht verstoord:

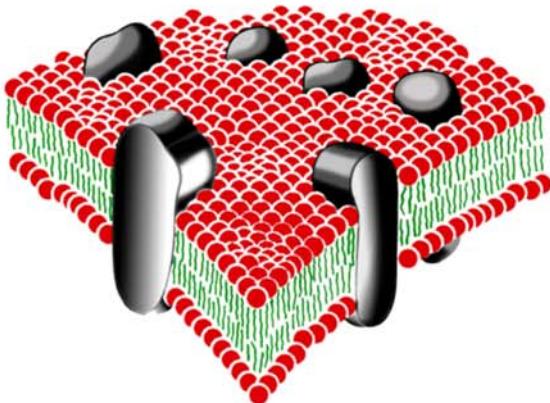
- trauma, uitputting
- ziektes: longziekten, hartfalen,...

→ oxidatieve stress
→ lipide afbraak

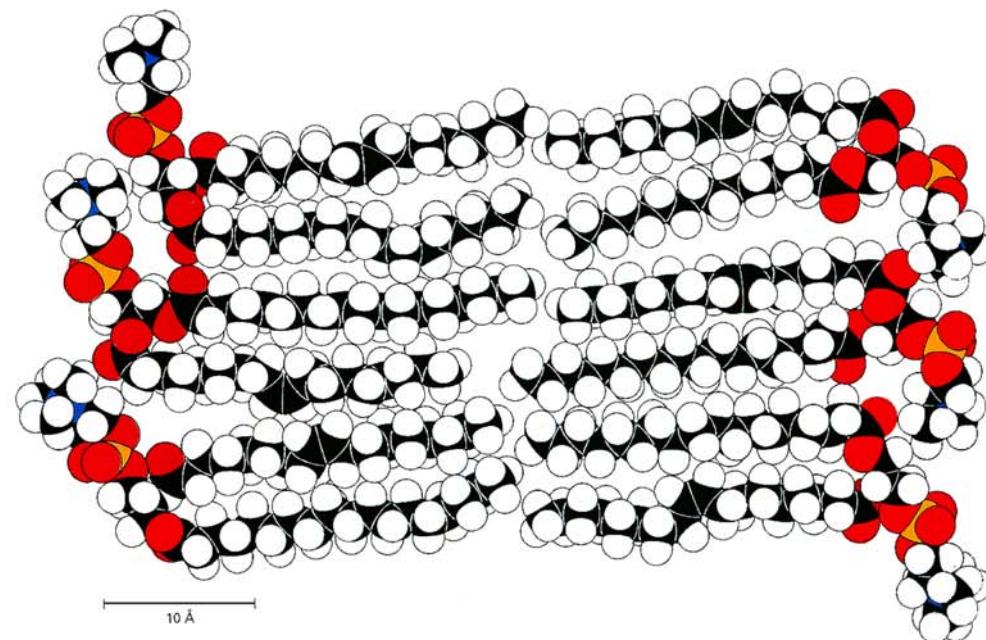
- fotoakoestiek: on-line detectie van lipide peroxidatatie
 - ethaan, pentaan, etheen



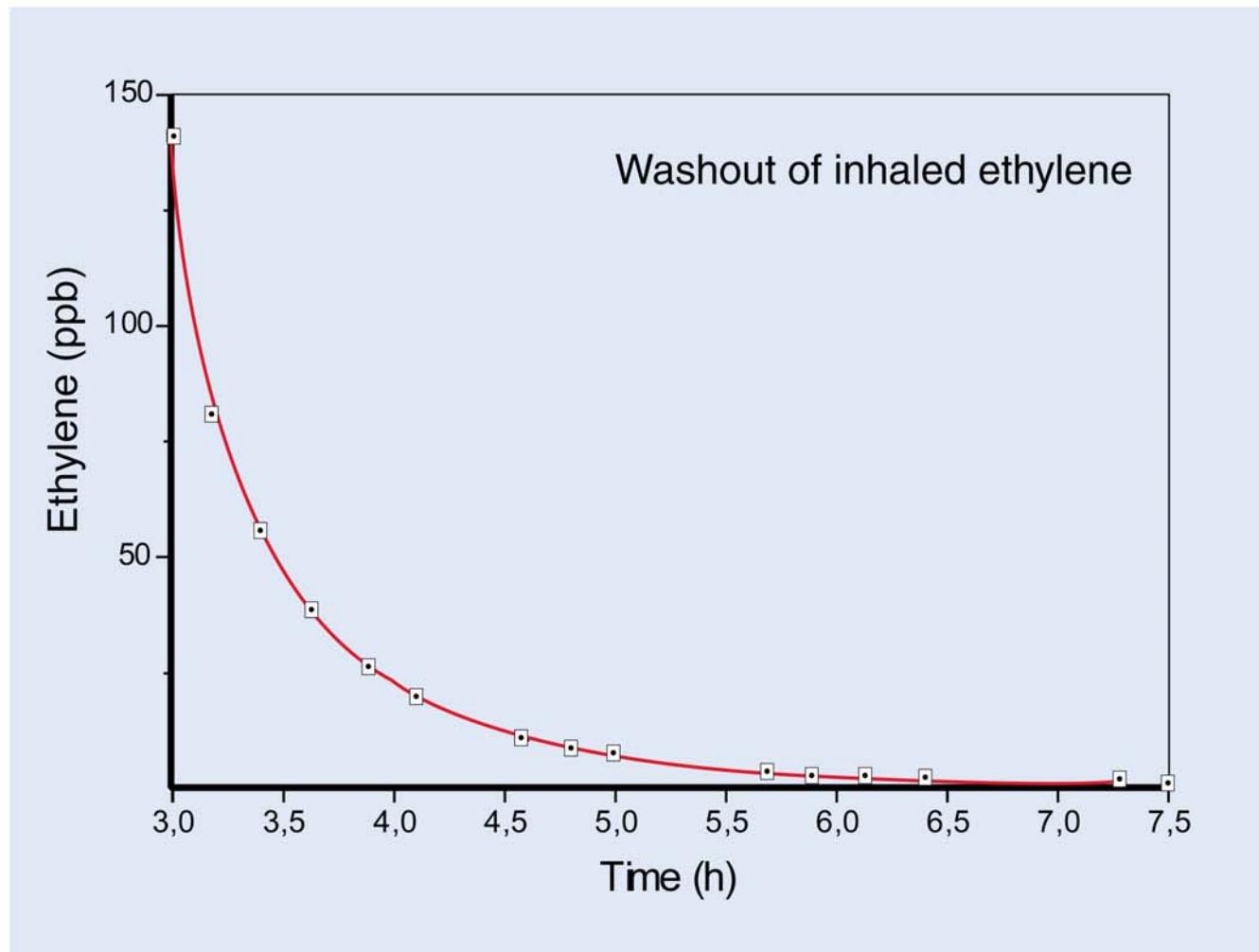
Cel membranen



**Peroxidatie veroorzaakt door:
OH, singlet zuurstof, ozon.
Tast lipide bi-lagen aan die de
basis vormen van de celmembranen**



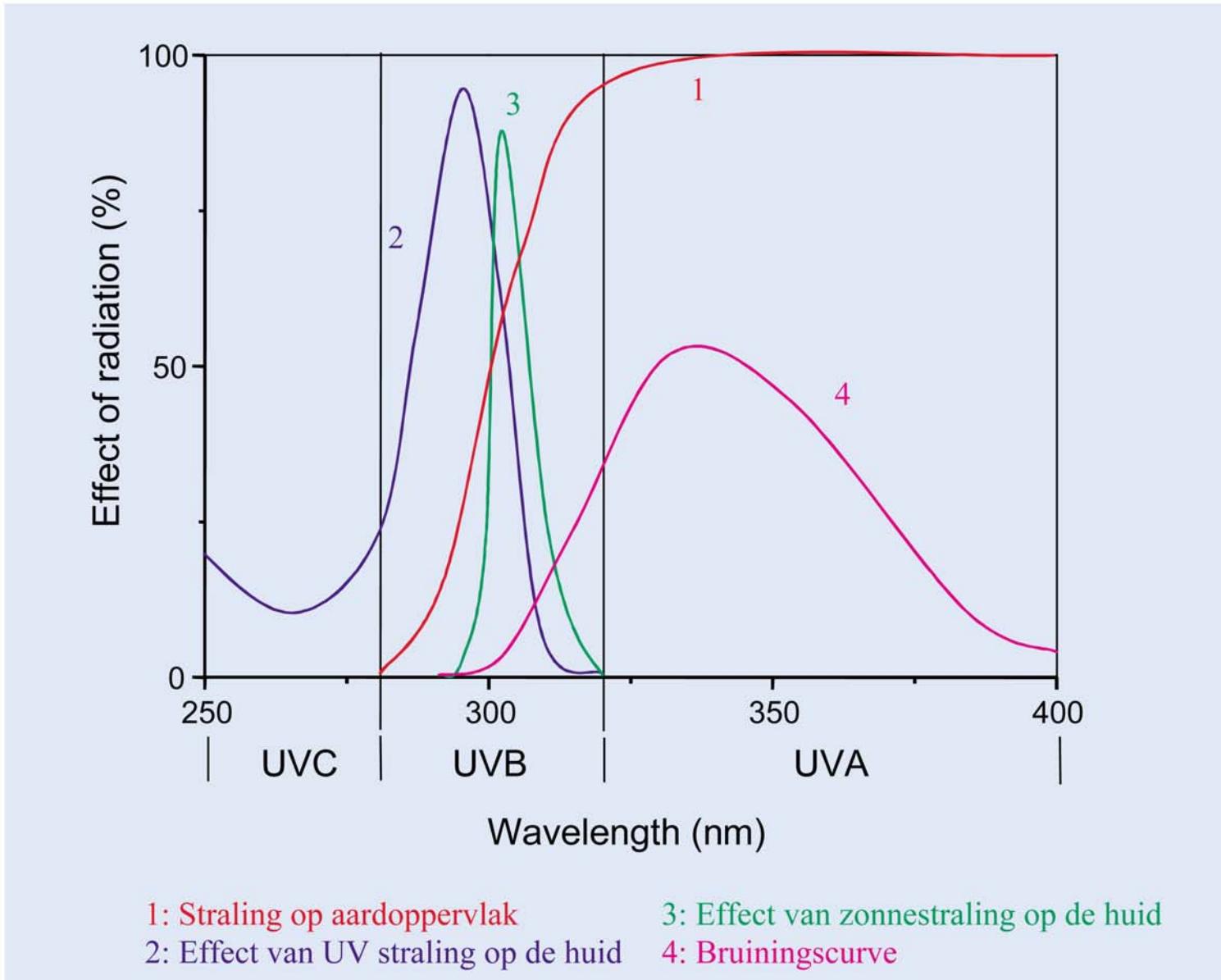
Uitwas van sigaret



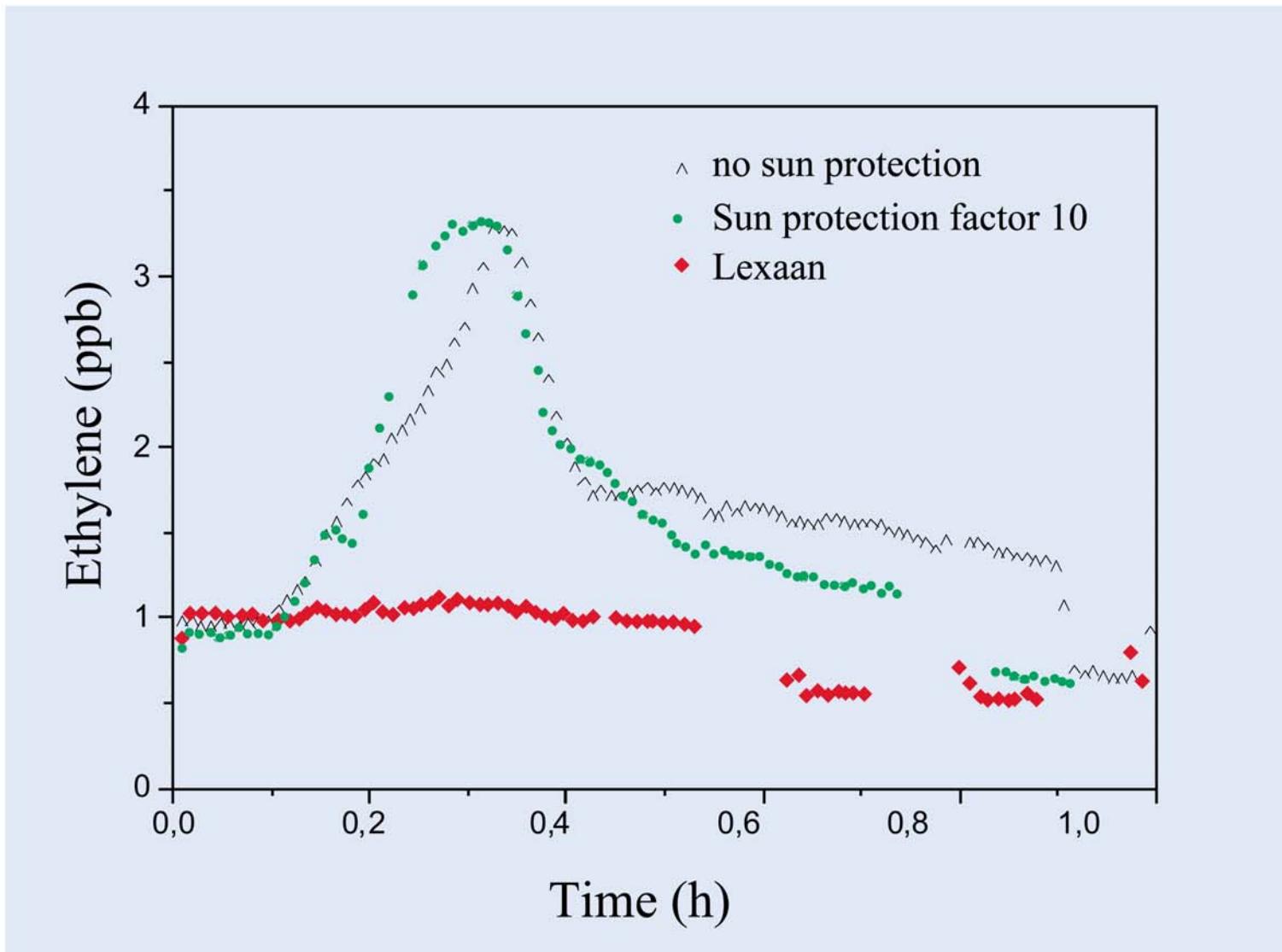
UV-effecten op huid



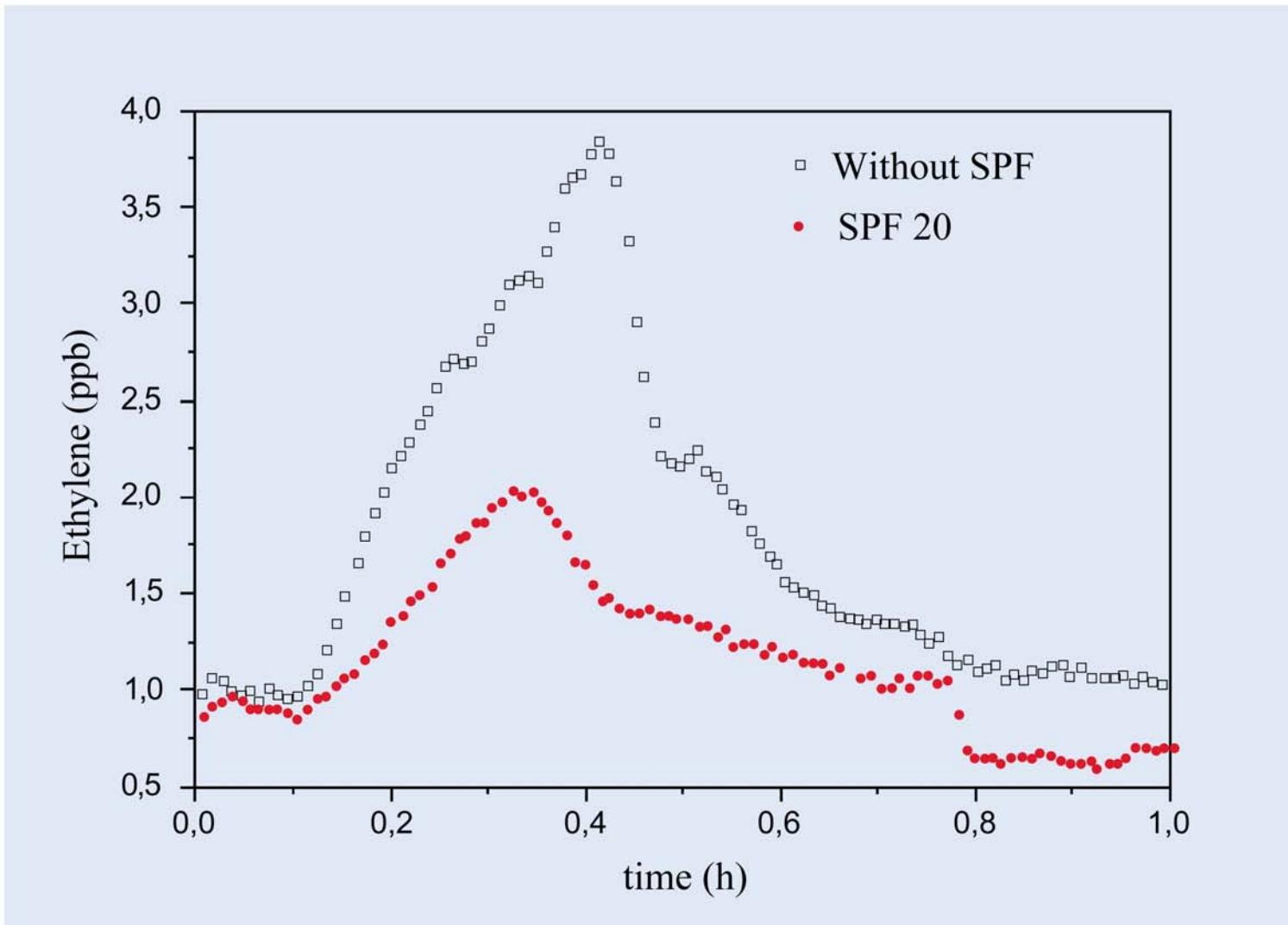
Erytheem curve



UV effect op huid gemeten via adem

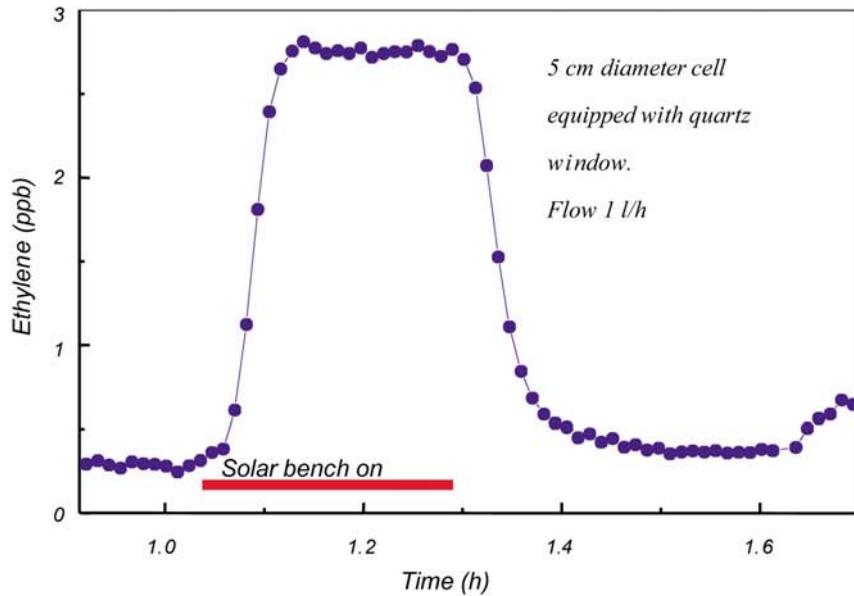


Effect van zonnebrand-creme



huid cuvet

UV induced ethylene direct out of the skin



5 cm diameter cell
equipped with quartz
window.
Flow 1 l/h



■ Voordeel foto-akoestische detectie:

- *niet-invasief*
- *snel*
- *geen accumulatie nodig (vgl GC-MS)*

Toepassingen

- Effecten zonnebrand-cremes
- Golflengte-effecten zonlicht (Philips)
- Dermatologie
 - UV: psoriasis (AZ-Nijmegen)
 - UV-PLE (zonne-allergie)(AZ-Nijmegen)
- Obstetrie/gyneacologie (AZ-Nijmegen)
 - zwangerschapsvergiftiging
- Maag-, darm-, leverziekten (AZ-Nijmegen)
 - darm ontsteking
 - colonkanker
- COPD (AZ-Nijmegen)

Toepassingen (*vervolg*)

- UV: ooglens beschadiging (KU-Nijmegen)
- voeding (Unilever)
 - effect van anti-oxidanten op
 - algemene gezondheid
 - bescherming tegen zonnebrand
- Voeding: effect dieet op vee (TNO)
 - gezondheid
 - mestproductie/samenstelling

Nieuwe ontwikkelingen

■ Continue verstembare lasers:

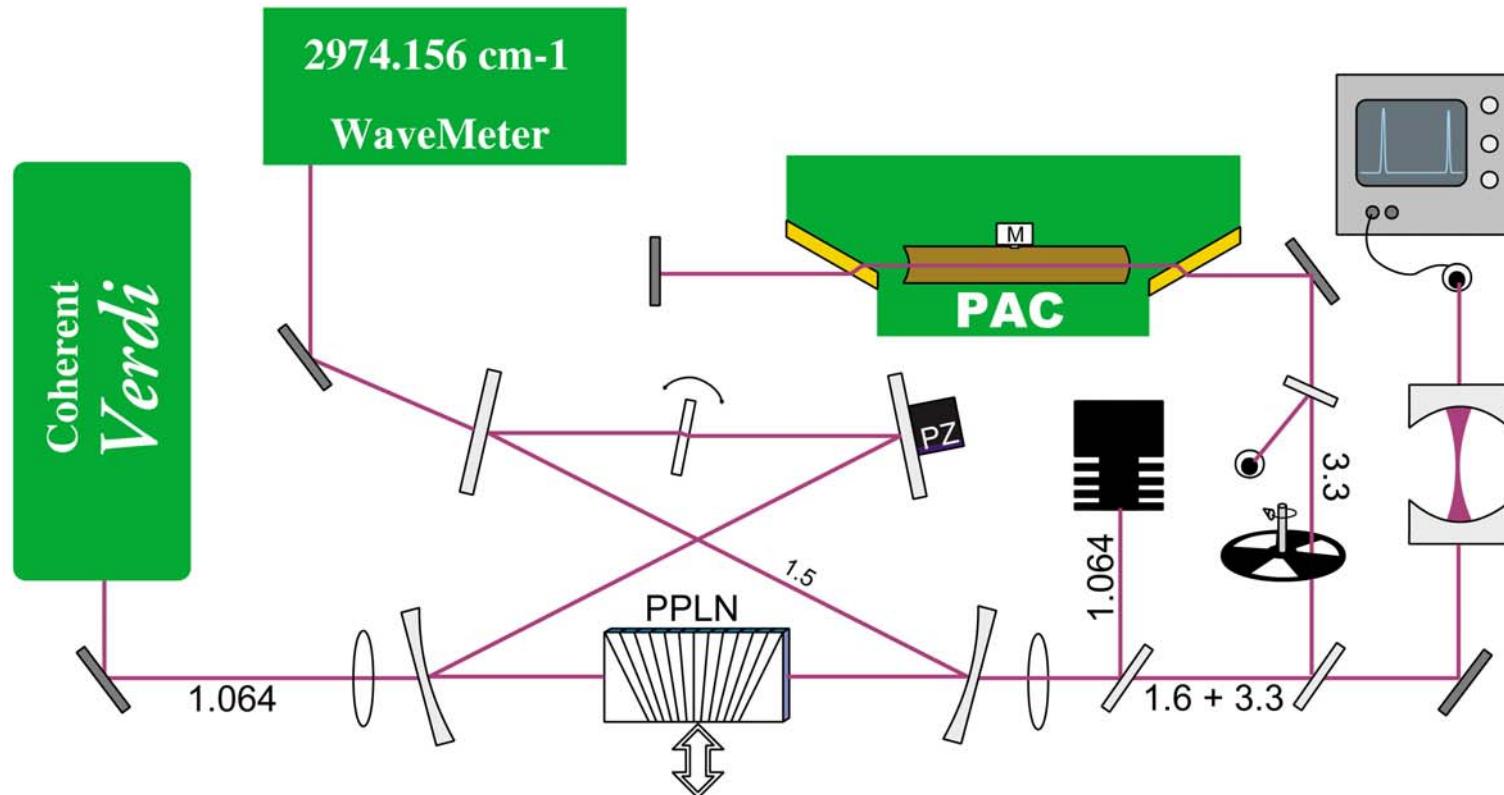
- Optical Parametric Oscillator systemen
- Quantum Cascade diode lasers

Geeft:

- Uitbreiding van het te detecteren aantal moleculen
- lagere detectie-limieten
- uitbreiding onderzoeksgebieden

OPO - systeem

PPLN based cw OPO



Transporteerbare laser

■ Toepassingen:

- Ziekenhuis
- Onderzoeksschepen



Gas detectie met CO₂ - laser

