

## Flydende blade

AF SIDSEL SANGILD

Fotosynteseforsøget med de flydende bladstykker er et klassisk forsøg, som tager udgangspunkt i en almindelig brugt forskningsprocedure. Forsøget giver mulighed for at lave kvantitative fotosynteseforsøg på en enkel og visuel måde. Brug forsøgsopstillingen til at få svar på spørgsmål som: Hvordan påvirker lysintensitet, bølgelængde, kulstofkoncentration og plantetilpasninger fotosynteseraten? Umiddelbart virker det måske kompliceret, men når man først har prøvet det én gang, er det lige til at gå til.

Blade flyder. Også ganske små bladstykker flyder. Det kan man overbevise sig selv om ved at lave små bladstykker med en hullemaskine og putte dem i vand. De vil lægge sig på overfladen.

De flyder på grund af den luft, der er inde i bladet. Luften ligger i bladvævet i små hulrum. Landplanter har primært spalteåbninger siddende på undersiden af bladene, og

herigennem ånder planten. Planten skal bruge kuldioxid til fotosyntesen, og den skiller sig af med det ilt, der dannes i fotosyntesen.

Hvis man trækker luften ud af bladet, vil bladstykkerne synke. Det er netop det, man udnytter i dette forsøg. Princippet i forsøget er, at man hiver luften ud af nogle små bladstykker og erstatter luften med en vandig opløsning. Derved øges den samlede massefylde og bladstykket synker.

Under fotosyntesen udskilles ilt i det indre af bladet. Dette betyder at lommerne igen fyldes med luft, og dermed at bladet kan flyde igen. Eftersom respiration finder sted samtidig, kan den rate hvormed bladstykkerne flyder op til overfladen give et indirekte mål for netto-fotosyntesen.

### MATERIALER:

Blade - vedbend og spinat fungerer godt. Så længe bladene ikke er voldsomt hårede eller meget tykke, kan de bruges. Tulipanblade er fx for tykke.

Vand

3 bægerglas eller plastikkopper

Spatel eller kniv

Bagepulver

Stærk lampe

Sulfo

Engangssprøjte uden nål - 10 mL eller større

Hullemaskine

Stopur

### FREMGANGSMÅDE

**Bagepulveropløsning:** Bagepulver indeholder natriumbikarbonat,  $\text{NaHCO}_3$ . Karbonat-ionen fungerer som kulstof-kilde til fotosyntesen. Lav en svag opløsning i det ene glas. Brug ca. en halv spatelfuld/en knivspids bagepulver til 300 mL vand. Tilføj en lille dråbe opvaskemiddel til opløsningen. Sæben gør at overfladespændingen mindskes, og opløsningen kan dermed komme ind i bladet. Opvaskemiddel kan variere meget i koncentration. Hvis din opløsning danner meget skum, så fortynd den med mere bikarbonat-opløsning. Der skal laves ét glas med opløsning i hver gruppe.

**Bladstykker:** Brug hullemaskinen og lav 10 ens bladstykker til hvert forsøgsglas, dvs. 20 i alt. De må ikke være knuste eller ødelagte. Undgå større bladnerver.

**Få bladene til at synke:** (se også s. 16) Fjern stemplet på sprøjten og put bladstykkerne forsigtigt ned i sprøjten. Sæt håndtaget i igen og pas på ikke at knuse bladstykkerne. Ryst dem helt ned i toppen af sprøjten. Skub håndtaget ind, så der kun er en lille smule luft i sprøjten (< 10%).

Sug en lille smule bagepulver-opløsning



op i sprøjten. Slå forsigtigt på sprøjten for at få bladstykkerne i kontakt med opløsningen. Du vil se, at bladstykkerne flyder på overfladen af opløsningen.

Sæt en finger over sprøjtes åbning og hold godt fast. Træk håndtaget tilbage for at skabe et vacuum. Hold vacuum i omkring 10 sekunder. Hvis du gør det godt, vil du kunne mærke, at det er svært at trække i sprøjtes håndtag, og du vil se små luftbobler i bladenes sider.

Mens du holder vacuum, bevæger du sprøjten lidt. Slip vacuum. Opløsningen

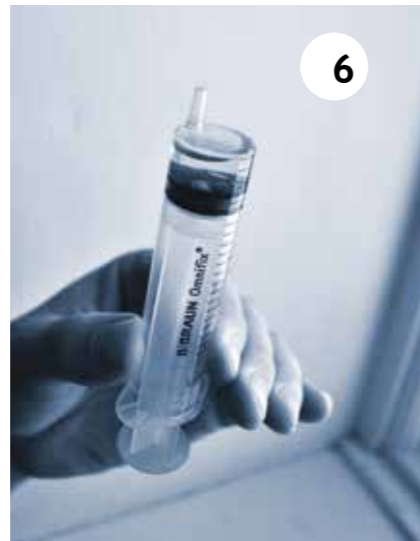
vil blive suget ind i bladene og få dem til at synke. Du skal måske gentage proceduren 2-3 gange for at få dem alle til at synke. Hvis du efter tre forsøg ikke har fået dem til at synke, er det sikkert fordi, der ikke er nok sæbe i opløsningen. Tilføj mere sæbe. Når bladstykkerne er sunket, skal du ikke lige give den en ekstra gang vacuum bare for at være helt sikker. Så risikerer du blot at ødelægge bladets celler.

**Selve forsøget:** Hæld bladstykker og opløsning ned i en plastikkop eller et bægerglas.

Bladstykker i ensartet størrelse laver man fx med en hullemaskine.

Dette viste sig sjovt nok at give problemer for eleverne. Vis dem, at de skal holde sprøjten vandret, mens de hiver stemplet ud, dernæst hælder de væske og bladstykker ned i koppen. Hvis der er nogle bladstykker tilbage, hælder de blot lidt opløsning i (hold for sprøjtes hul) og skyller dem ud.

Tilføj bagepulveropløsning, så den samlede dybde er ca. 3 cm. Brug den samme dybde til hvert forsøg. Lav i alt to forsøgs- glas. Placér det ene under stærkt lys og det



## Få bladstykkerne til at synke

1: Lav opløsning med bagepulver og opvaskemiddel som beskrevet.

2: Lav bladstykker med en hullmaskine og fej dem ned i sprøjten.

3: Sug lidt opløsning op i sprøjten.

4: Det ses at bladstykkerne flyder på overfladen. Sørg for at de alle er i berøring med opløsningen.

5: Lav vacuum i 10 sek og slip. Se bladene synke. Gentag evt et par gange.

6. Nu er bladene sunket.

Hæld blade og opløsning fra sprøjten op i et forsøgsglas og fyld op med opløsning til en dybde på ca. 3 cm.

andet i alm. rumbelysning. En overheadprojektor er god, men en almindelig lampe er også fin. Hvis man arbejder udendørs på en solskinsdag, kan man bruge sol kontra skygge.

Placer forsøgsglasset under lyskilden og start stopuret. Hver gang der er gået et minut, tælles det samlede antal af flydende bladstykker. Bevæg så glasset for at frigøre bladstykker, der har sat sig fast på glassets sider. Fortsæt, indtil alle flyder.

## UDVIDELSE

Lav forsøget, men sluk lyset efter 10-14 minutter (det vil afhænge lidt af lyskilden og bladene hvor hurtigt det går - det skal være fra halvdelen til alle flyder) og placér glassene med de flydende bladstykker i mørke. Dæk fx glasset med et mørkt tæppe el. lignende. Hvert minut fjerner du det mørke dække og tæller, hvor mange bladstykker der flyder. Du vil se, at bladstykkerne begynder at synke igen.

I respirationen forbruges  $O_2$  og dannes  $CO_2$ . Når bladet befinder sig i en vandig opløsning, vil  $CO_2$  med det samme gå i forbindelse med vandet og danne kulsyre. I mørke vil bladstykkernes respiration bruge det ilt, der er dannet, og bladstykkerne vil synke igen.  $CO_2$  er opløselig i vand og omdannes med det samme til kulsyre. Derfor dannes der ikke  $CO_2$ -bobler. Ilt derimod er ikke særligt opløseligt i vand.

Man må lade det afhænge af elevernes koncentrationsevne, motivation og faglige dygtighed, om man laver den enkle version

eller den udvidede version, hvor respirationen også indgår. Der er god læring i at inddrage respirationen, men med for mange begreber kan man også risikere et højere niveau af forvirring.

## ORGANISERING AF UNDERVISNINGEN

Der er mange måder at gøre det på. Udfordringen ved dette forsøg er nok især, at der er en del ventetid, mens forsøget kører. For at undgå at spille tiden, kan man opstille mikroskop-stationer, hvor eleverne kan se på grønkorn og spalteåbninger (se s. 22). Man lægger en vejledning ved hvert mikroskop samt det udstyr, de skal bruge. Dette kræver selvfølgelig, at eleverne på forhånd er vant til at arbejde med mikroskoper, eller at der er flere lærere til stede. Som alternativ kan man give dem en tekst at læse eller nogle spørgsmål at svare på.

Forsøget blev testet i en 9. klasse på Frederik Barfods skole. Vi inddelte eleverne i grupper af ca. 4 personer, som hver fik forskellige roller i gruppen. 1 - læser op fra vejledningen, 2 - blander opløsning, 3 - laver vacuum og opstiller forsøget, 4 - noterer undervejs. De var ikke vant til at arbejde i denne struktur, og den blev ikke overholdt.

Hvordan man vil organisere undervisningen, må afhænge af elevernes selvstændighed, motivation og disciplin.

En anden metode, der kan give ro, er at lave det fuldstændigt lærerstyret. Læreren fortæller trin for trin, hvad eleverne skal gøre, og udleverer kun s. 2 af elevarket. En elev fra hver gruppe er henteduks og henter

remedier til forsøget. Resten sidder på deres plads under hele forsøget.

Det kan anbefales at skrive fotosynteseligningen op på en tavle og hele tiden referere til den, når der diskuteres. Det gør det nemmere at holde fokus på det, som det handler om.

Når alle blade i lysglassene flyder, må læreren vurdere hvor meget mere tid, man vil bruge på selve forsøget. Det kan være fint at lade skygge-bladene komme helt op,

	Antal flydere lys	Antal flydere skygge
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	1	0
8	1	0
9	1	0
10	2	0
11	3	0
12	3	0
13	5	0
14	5	0
15	7	0
16	9	0
17	9	0
18	9	0
19	9	0
20	10	0

Eksempel på forsøgsresultat hvor forsøget gennemføres med et glas under en overheadprojektor og et glas i alm. rumbelysning. Man tæller antallet af flydende blade hver gang der er gået et minut.

Tidspunkt hvor 50 % flyder	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Lys	7 min	6 min 30 sek	10 min	4 min	6 min
Skygge	> 15 min	> 10 min	> 21 min	> 20 min	11 min 30 sek

Skemaet viser resultaterne fra en test af forsøget i en 9. klasse. Hver gruppe elever har udført et forsøg, hvor et glas placeres i stærkt lys (under en overheadprojektor) og et kontrolglas i alm. rumbelysning. I skemaet er angivet, hvornår 50 % af bladene flyder. Som det ses, varierer resultaterne mellem grupperne. Man bør benytte lejligheden til at diskutere, hvorfor der er denne variation. Repetér fotosynteseligningen og overvej, hvad der kan variere. Mængden af bagepulver i opløsningen kan variere mellem grupperne - det er kun angivet som en omtrentlig mængde "en halv spatelfuld/en knivspids". Det betyder, at der kan være forskel i, hvor meget kulstof der er tilgængeligt for fotosyntesen. Der var også forskel i, hvor hurtigt grupperne blev færdige med deres opstilling. Det betød, at nogle af forsøgsglassene havde stået i længere tid, inden forsøget egentlig begyndte. Dermed havde bladene længere tid at lave fotosyntese i. Desuden kan den præcise placering under lyskilden have betydning for, hvor meget lys de fik. Som det ses, er de fleste forsøg med skyggeglassene ikke kørt færdigt. Kun en af grupperne opnåede at se mere end 50 % af deres blade flyde i skyggeglasset. Det tager noget tid at stille forsøget op, så det er ikke altid det lykkes at få det at se. Den gruppe hvor de kom op, var placeret tæt ved vinduet, så de har nok haft lidt mere lys end de andre.

hvis der er tid. Men man får under alle omstændigheder en fornemmelse for, at det går langsommere selvom forsøget ikke køres til ende.

#### VIGTIGT VED SAMMENLIGNING

Gruppernes resultater samles i et skema og klassen diskuterer, hvorfor resultaterne kan variere (se skemaet ovenfor). Når man skal sammenligne forsøg på tværs fx mellem grupperne i en klasse, er det bedre at bruge det tidspunkt hvor 50 % af bladstykkerne flyder, fremfor det tidspunkt, hvor alle bladstykker flyder. Forsøget skal stadig fortsætte indtil alle blade flyder, men når man skal sammenligne på tværs tegner man en graf og finder det tidspunkt, der svarer til at 50 % flyder. Det hænger sammen med, at der kan være stor variation i bladenes flyderi. Et bladstykke, der er blevet lettere ødelagt af håndteringen og ikke vil flyde, kan forstyrre resultatet unødigt. Lav en graf, der viser antallet af bladstykker, der flyder som funktion af tiden. Aflæs det tidspunkt, hvor 50 % flyder, og marker det på grafen. Dette tal bruges til at sammenligne på tværs af forsøg.

#### ELEVERNES EGEN FORSKNING

Når eleverne har gennemgået det første for-

søg, er det meningen, at de skal bruge deres kendskab til forsøgsopstillingen til at designe nye forsøg, som kan give dem svar på forskellige spørgsmål om fotosyntese.

Når du sætter dem i gang med dette, er det vigtigt lige at pege på fotosynteseligningen igen og bede dem overveje, hvilke ting, man kunne manipulere med. I testen af forsøget var det svært for eleverne at finde på - de fleste foreslog blot en meget lille ændring af det forsøg, vi allerede havde lavet sammen. De skal helt klart have hjælp til at finde ud af, hvad man ellers kan variere.

#### FORSLAG TIL SPØRGSMÅL MAN KAN UNDERSØGE:

**Lysintensitetens indflydelse** - dette kan fx undersøges ved at sætte lyskilden i forskellig afstand eller ved fx at bruge pærer med henholdsvis 20 W, 40 W og 100 W.

**Lysets farve** - Dette kan undersøges ved at dække lyskilden eller glasset med farvet folie fx i hhv. grøn, blå og rød.

**Temperatur** - Dette kan undersøges ved at variere temperaturen af opløsningen i glasset.

**Tilgængelighed af kulstof** - Lav fx et glas bagepulveropløsning og et med destilleret vand, sæt dem begge under stærkt lys. Måske vil du se at kulstoffet ikke har nogen

betydning, det kan skyldes at bladet har haft et lager af kukstof og det altså ikke er en begrænsende faktor. **Plantetilpasninger** - Undersøg fx lys- og skyggeblade fra samme træ i kraftigt lys. Lysblade er tykkere end skyggeblade, indeholder flere grønkorn og har flere spalteåbninger. Eller undersøg, om der er forskel på fotosyntesehastigheden hos blodbøg og alm. bøg. Eller hvad med et efterårsblad, der er gult, kontra et grønt blad fra samme træ?

**Lys på en biotop** - brug forsøget i felten som beskrevet på s. 10. Forsøget kan bruges til at sammenligne lysforholdene på forskellige biotoper eller forskellige steder indenfor samme biotop. ■

PÅ OPDAGELSE MED

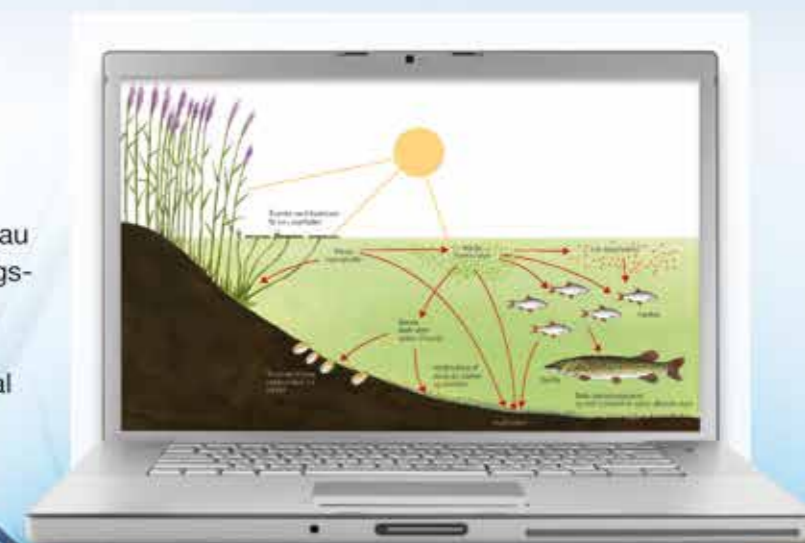
# Xplore Biologi

*Xplore Biologi* er et nyt system, der er opbygget i overensstemmelse med Fælles Mål 2009 og fokuserer på faglig progression fra 7.- 9. klasse. *Xplore Biologi* er kendetegnet ved et unikt layout, der understøtter interessen for biologi. Teksten er letlæselig, og de mange illustrationer gør det faglige stof spændende for eleverne. Der findes et væld af aktiviteter i elevhæfter, lærerhåndbøger, e-bøger og fagportal.

For hvert klassetrin findes tre fællesemner med de parallelle systemer *Xplore Geografi* og *Xplore Fysik/kemi*, så der gives mulighed for tværfaglige forløb.

*Xplore Biologi* lægger vægt på:

- Tilgængelig formidling af fagligt stof på et højt niveau
- Lærerhåndbøger, der gør det nemt for både linjefags- og ikke linjefagsuddannede lærere
- Stort udvalg af opgaver og aktiviteter
- Digitale ressourcer i tilhørende e-bøger og fagportal
- Progression fra *Xplore Natur/teknik* til 1.-6. kl.



#### NY FAGPORTAL PÅ VEJ

Efterår 2012 lanceres første del af en stor fagportal til *Xplore Biologi*. Portalen vil indeholde de trykte bøgeres faglige stof samt digitale udvidelser i form af interaktive aktiviteter og opgaver. Fagportalen vil også indeholde adaptive test, animationer, videoer, speak og mulighed for elev/lærer/forældre interaktion samt meget mere.

Læs mere, og bestil på [www.geografforlaget.dk](http://www.geografforlaget.dk)





# Elevark - fotosyntese

AF SIDSEL SANGILD

## MATERIALER:

- Blade
- Vand
- 3 bægerglas eller plactikkopper
- Bagepulver
- Stærk lampe
- Opvaskemiddel
- Engangssprøjte uden nål - 10 mL eller større
- Hullemaskine
- Stopur

## BAGEPULVEROPLØSNING

Lav et glas med en opløsning af bagepulver og opvaskemiddel. Brug ca. en halv spatelfuld bagepulver til 300 mL vand. Tilføj en lille dråbe opvaskemiddel til opløsningen. Opvaskemiddel kan variere meget i koncentration. Hvis der er meget skum på jeres opløsning, så fortynd den med mere bagepulver-opløsning.

## BLADSTYKKER

Brug hullemaskinen og lav i alt 20 bladstykker. Undgå større bladnerver.

## FÅ BLADSTYKKERNE TIL AT SYNKE

Følg lærerens anvisning.

## FORSØGET SÆTTES I GANG

Hæld de 10 bladstykker og opløsningen fra sprøjten ned i en plastikkop eller et bægerglas. Tilføj bagepulveropløsning, så den samlede dybde er ca. 3 cm. Lav et glas mere med 10 sunkne bladstykker. Brug den samme vanddybde til hvert forsøg.

Mærk det ene glas "lys" og det andet

"skygge". Placer "lys"-glasset under en lyskilde. Placer det andet glas et sted i rummet, som ikke er tæt på en stærk lampe. Start stopuret, så snart glassene er placeret.

Hver gang der er gået et minut, tælles antallet af flydende bladstykker. Bevæg glasset for at frigøre bladstykker, der har sat sig fast på glassets sider. Skriv jeres resultater ind i skemaet.

Fortsæt indtil alle bladstykker flyder i "skygge"-glasset, eller til I får besked på at stoppe.

## EFTERBEHANDLING

Tegn en graf, der viser antallet af flydende blade som funktion af tiden.

## DISKUTÉR I GRUPPEN

Hvorfor begynder bladene at flyde igen?

Hvorfor begynder bladene hurtigere at flyde i det glas, som får meget lys?

Hvad fortæller jeres forsøg om fotosyntese?

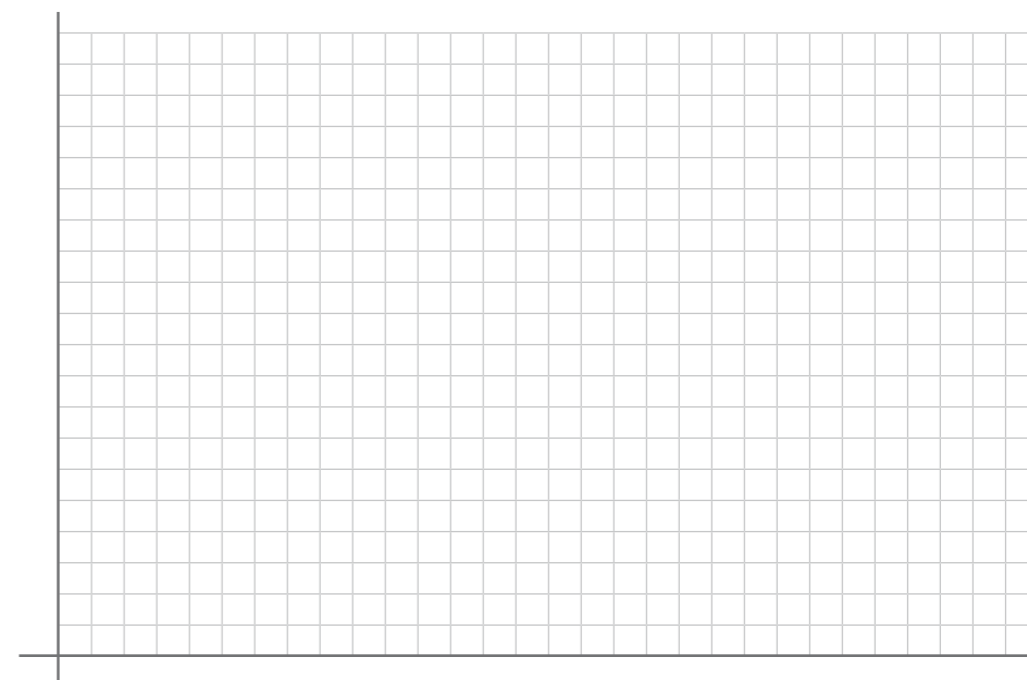
Hvad har indflydelse på fotosyntesehastigheden? Opskriv fotosynteseligningen og overvej de forskellige faktorer.

## Resultater:

Tæl antallet af flydende blade, hver gang der er gået et minut.

	Antal flydere lys	Antal flydere skygge
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Tegn en graf, der viser antallet af flydende blade som funktion af tiden (antal flydere på y-aksen og antal minutter på x-aksen).



# Undersøgelse af planteceller

AF SIDSEL SANGILD

Mikroskopiering er en æstetisk oplevelse og fanger tit elevernes interesse. Hvis der overhovedet er mulighed for det, er det noget man ikke bør snyde sine elever for. Her får du vejledning til at undersøge planter lidt nærmere.



## Se på grønkorn

### MATERIALER

Vandpest eller mos  
Vand  
Pipette  
Objektglas  
Dækglas  
Mikroskop

### FREMGANGSMÅDE

- 1: Sæt en dråbe vand på et objektglas.
- 2: Hiv et blad af vandpest eller mos med en pincet, og læg det i dråben.
- 3: Læg dækglas på.
- 4: Se på dit præparat i mikroskop. Begynd med den laveste forstørrelse, stil skarpt, skift til en større forstørrelse og stil skarpt, og skift igen. Tegn hvad du ser. ■

Når man ser på planteceller er det værd at lægge mærke til:

- Cellerne er mere eller mindre kasseformede og væggene virker tykke. Planteceller har cellevæg.
- De eneste organeller man tydeligt kan se er kloroplasterne.

# undervisning |

## Spalteåbninger hos tulipan

### MATERIALER

Tulipanblad  
Vand  
Pipette  
Objektglas  
Dækglas  
Mikroskop

### FREMGANGSMÅDE

Den nemmeste måde at se læbeceller på, er at bruge bestemte planter som det er let at trække 'huden' af.

Tulipan er et eksempel på en plante, hvor det er nemt at hive det yderste lag hud (epidermis) af fra undersiden af bladene.

Knæk et tulipan-blad og hiv det over. Du vil sikkert se noget hvid 'hud' på undersiden af bladet, der stikker lidt frem fra brudfladen. Hiv et stykke af huden af med

en pincet og læg det i en dråbe vand på et objektglas. Læg dækglas på.

Se på dit præparat i mikroskop. Begynd med den laveste forstørrelse, stil skarpt, skift til en større forstørrelse og stil skarpt, og skift igen. Tegn hvad du ser.

Læg mærke til, at der kun er kloroplaster i læbecellerne, ikke i overhuds-cellerne.

Brændende kærlighed (stueplanten *Kalanchoe* sp.) er også god at se læbeceller på. Den kan næsten ikke slås ihjel, så den kan nemt have en fast plads i vindueskarmen i biologilokalet. Maguerit er en anden god art, som er nem at få fat på hele året. ■

Epidermis trukket af et blad af iris - det ser nogenlunde ud som hos tulipan. Spalteåbningerne kaldes også læbeceller. De har kloroplaster i modsætning til resten af epidermis-cellerne.



## Limaftryk af spalteåbninger

### MATERIALER

Blade  
Sekundlim  
Pincet  
Objektglas  
Dækglas  
Mikroskop  
Tape

### FREMGANGSMÅDE

Hvis man gerne vil se spalteåbninger på andre planter end dem man kan hive 'huden' af på, kan man lave aftryk på en simpel måde. Det kan fx være hvis man gerne vil sammenligne lys- og skyggeblade med hensyn til hvor mange spalteåbninger de har.

Brug en almindelig sekundlim - det er noget giftigt stads, så det bør foregå under udsugning.

Stryg med en finger eller en pind et tyndt lag af limen på undersiden af bladet. Du må kun stryge en gang!

Lad det tørre i 10 minutter. Træk med en pincet den tørre klisterhinde af bladet. Klip et stykke ud og læg det tørt mellem objektglas og dækglas. Hold dækglasset på plads med tape. (og juster evt blønden på mikroskopet!)

Prøv underside og overside af bladet og gerne flere forskellige slags blade. Det kan kræve et par forsøg før det lykkes. Øvelse gør mester! Meget hårede blade er dog umulige at lave limaftryk af. ■